

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.

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

Matjašič, V., 2016. Idejne rešitve
odvajanja in čiščenja odpadnih voda v
vaseh Božakovo, Želebej in Rakovec.
Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v
Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in
geodezijo. (mentor Drev, D., somentor
Krzyk, M.): 67 str.

Datum arhiviranja: 02-09-2016

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:

Matjašič, V., 2016. Idejne rešitve
odvajanja in čiščenja odpadnih voda v
vaseh Božakovo, Želebej in Rakovec.
B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of
Ljubljana, Faculty of civil and geodetic
engineering. (supervisor Drev, D., co-
supervisor Krzyk, M.): 67 pp.

Archiving Date: 02-09-2016

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:

VIKTOR MATJAŠIČ

**IDEJNE REŠITVE ODVAJANJA IN ČIŠČENJA
ODPADNIH VODA V VASEH BOŽAKOVO, ŽELEBEJ IN
RAKOVEC**

Diplomska naloga št.: 306/VKI

**CONCEPTUAL SOLUTIONS OF WASTEWATER
DRAINAGE AND TREATMENT FOR VILLAGES
BOŽAKOVO, ŽELEBEJ AND RAKOVEC**

Graduation thesis No.: 306/VKI

Mentor:

doc. dr. Darko Drev

Somentor:

doc. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 30. 08. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Ta stran je namenoma prazna

IZJAVE

Spodaj podpisani študent Viktor Matjašič, vpisna številka 2630039, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda v vaseh Božakovo, Želebej in Rakovec.

IZJAVLJAM,

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

V/Na: Ljubljana

Datum:

Podpis študenta:
Matjašič Viktor

Ta stran je namenoma prazna

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 502.12/.13:628.2/.3(497.4)(043.2)
Avtor: Viktor Matjašič
Mentor: doc. dr. Darko Drev
Somentor: doc. dr. Mario Krzyk
Naslov: Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda v vaseh Božakovo, Želebej in Rakovec
Tip dokumenta: Diplomaska naloga
Obseg in oprema: 67 str., 25 preg., 17 sl., 1 graf., 22 en.
Ključne besede: odvajanje odpadne vode, male čistilne naprave, kanalizacijski sistem, Krajevna skupnost Božakovo

Izvleček

Predmet naloge so idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda v vaseh Božakovo, Želebej in Rakovec, ki ležijo v občini Metlika. Vasi se nahajajo v neposredni bližini kopalne reke Kolpe in varstvenih območij Nature 2000, kar je dodatni razlog za reševanje problematike odpadne vode.

V izhodiščnem poglavju so predstavljeni pravni predpisi, ki veljajo na področju čiščenja in odvajanja odpadnih voda. V prvem delu so opisane naravne in demografske značilnosti obravnavanega območja, s poudarkom na podrobnejšem opisu vasi. V nadaljevanju poglavja so navedene splošne lastnosti kanalizacijskih sistemov. V drugem praktičnem delu naloge sta analizirani dve možni rešitvi odvajanja in čiščenja odpadne vode obravnavanih naselji. V zasnovi I je za vsako vas predvidena individualna čistilna naprava. V zasnovi II pa sta vasi Božakovo in Želebej povezani na skupno čistilno napravo. Predstavljeni so postopki načrtovanja, dimenzioniranja in izvedbe posamezne zasnove. V zadnjem delu so izračunani stroški izgradnje, obratovanja in vzdrževanja ter s stroškovno analizo izvedena medsebojna primerjava zasnove I in zasnove II.

Ta stran je namenoma prazna

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 502.12/.13:628.2/.3(497.4)(043.2)
Author: Viktor Matjašič
Supervisor: Assoc.Prof. Darko Drev, Ph.D.
Cosupervisor: Assoc.Prof. Mario Krzyk, Ph.D.
Title: Conceptual solutions of wastewater drainage and treatment for villages
Božakovo, Želebej and Rakovec
Document type: Graduation Thesis
Scope and tools: 67 p., 25 tab., 17 fig., 1 ch., 22 eq
Keywords: wastewater treatment, small wastewater treatment plants, sewer system, local
community Božakovo

Abstract

The subject of this thesis are conceptual solutions for drainage and treatment of wastewater in the villages Božakovo, Želebej and Rakovec situated in the Municipality of Metlika. The villages are located in the immediate vicinity of the bathing river Kolpa and protected areas Natura 2000, which is an additional reason to address the problem of wastewater.

The preliminary chapter covers legislation applicable to the drainage and treatment of wastewater. The first part describes the natural and demographic characteristics of the area, depicting the villages in question. In the following section general characteristics of sewage systems are presented. The second, practical part of the thesis, shows design I, which considers an individual WWTP for each village. In design II villages Božakovo and Želebej are connected to a common WWTP. The methods of planning, dimensioning and realization are presented for individual designs. The last part focuses on the calculated costs of construction, operation and maintenance and gives the financial comparison of the two solutions.

Ta stran je namenoma prazna

ZAHVALA

Na koncu študijske poti bi se kot prvo rad zahvalil staršem za vso nudeno pomoč.

Sestri Sabini za njene nekompromisne in skrajno realistične motivacijske govore.

Punci Sabini za njeno razumevanje in nesebično podporo na vihnem potovanju.

Prijatelju in sensei - u Gregziju za njegovo nalezljivo umirjenost in modre nasvete v času negotovosti ter vsem, ki so kakorkoli pripomogli k nastanku diplomskega dela.

Ta stran je namenoma prazna

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	1
2.	ZAKONSKI PREDPISI NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VOD .	2
2.1	Evropske direktive in predpisi.....	2
2.2	Zakonski predpisi na državnem nivoju	2
2.3	Pravni akti na lokalnem nivoju.....	5
3.	ANALIZA OBRAVNAVANEGA OBMOČJA	6
3.1	Geografska lokacija.....	6
3.2	Reliefna oblikovanost.....	7
3.3	Geološke karakteristike	8
3.4	Podnebne karakteristike	9
3.5	Hidrološke karakteristike	10
3.6	Varovana območja narave	12
3.7	Dejanska komunalna urejenost.....	13
3.8	Pregled po naseljih	14
4.	JAVNI KANALIZACIJSKI SISTEMI	18
4.1	Na splošno o kanalizacijskem sistemu	18
4.1.1	Delitev omrežij javne kanalizacije	18
4.1.2	Kanalizacijski sistemi glede na namen odvajanje	19
4.1.3	Glavni objekti na kanalizacijskem sistemu	20
4.2	Izgradnja javne kanalizacije	22
4.3	Preizkus vodotesnosti ter vzdrževanje in obratovanje kanalizacijskih sistemov	24
4.4	Priključitev uporabnika na javno kanalizacijo	25
4.5	Male komunalne čistilne naprave in odpadna voda	25
4.5.1	Čistilna naprava MBR (Membransko biološki reaktor)	27
4.5.2	Rastlinska čistilna naprava s podpovršinskim tokom.....	28
4.5.3	Mejne vrednosti onesnaženosti ter prve meritve in obratovalni monitoring	30
5.	PROJEKTIRANJE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV ZA ODPADNO VODO	31
5.1	Osnova za načrtovanje	31
5.2	Program SEWER+	31
5.3	Hidravlične obremenitve kanalizacijskega sistema.....	32
5.4	Obrazci za hidravlični preračun kanalizacijskega sistema	35
5.5	Uporabljeni objekti na kanalizacijskem sistemu	38

6.	PREGLED ZASNOV ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA.....	41
6.1	ZASNOVA I.....	41
6.1.1	Kanalizacijski sistem Želebej.....	41
6.1.2	Kanalizacijski sistem Božakovo.....	45
6.1.3	Kanalizacijski sistem Rakovec.....	48
6.2	ZASNOVA II.....	50
6.2.1	Kanalizacijski sistem Božakovo – Želebej.....	50
7.	PRIKAZ IN PRIMERJAVA STROŠKOV POSAMEZNIH ZASNOV.....	52
7.1	Stroški izvedbe komunalnega sistema.....	52
7.2	Cene čistilnih naprav in zemljišča.....	53
7.3	Stroški obratovanja in vzdrževanja.....	54
7.4	Stroški posameznih zasnov.....	55
7.4.1	Zasnova I: KS Želebej, Božakovo, Rakovec.....	55
7.4.2	Zasnova II: KS Božakovo – Želebej.....	57
7.5	Primerjava stroškov.....	57
8.	ODVAJANJE PADAVINSKIH VODA.....	59
9.	ZAKLJUČEK.....	62
10.	VIRI.....	63

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečna temperatura in višina padavin za referenčno obdobje 1961-2011	9
Preglednica 2: Povprečna mesečne temperatura in višina vodostaja reke Kolpe za obdobje	12
Preglednica 3: Št. prebivalcev vasi Želebeja ob predhodnih popisih	14
Preglednica 4: Št. prebivalcev vasi Božakovega ob predhodnih popisih	15
Preglednica 5: Št. prebivalcev vasi Rakovca ob predhodnih popisih	16
Preglednica 6: Maksimalna razdalje med revizijskimi jaški v odvisnosti od premera cevi	21
Preglednica 7: Minimalna širina jarkov glede na premer cevi	22
Preglednica 8: Minimalna širina jarka glede na globino jarka	23
Preglednica 9: Prikaza kvalitete čiščenja ČN MBR "Gospodična"	28
Preglednica 10: Učinkovitost čiščenja RČN	29
Preglednica 11: Kanali na KS Želebej	43
Preglednica 12: Karakteristike črpališča Želebej	43
Preglednica 13: Kanali na KS Božakovo	46
Preglednica 14: Karakteristike črpališča Božakovo	47
Preglednica 15: Kanali na KS Rakovec	49
Preglednica 16: Karakteristike črpališča Rakovec	49
Preglednica 17: Kanali na KS Božakovo – Želebej (zasnova II)	51
Preglednica 18: Karakteristike črpališč Božakovo – Želebej (zasnova II)	51
Preglednica 19: Okvirne cene RČN	53
Preglednica 20: Okvirne cene ČN MBR	53
Preglednica 21: Skupni stroški KS Želebej (zasnova I)	55
Preglednica 22: Skupni stroški KS Božakovo (zasnova I)	55
Preglednica 23: Skupni stroški KS Rakovec (zasnova I)	56
Preglednica 24: Skupni stroški KS Božakovo – Želebej (zasnova II)	57
Preglednica 25: Stroškovna primerjava zasnove I in zasnove II	58

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz geografske lege občine Metlika	6
Slika 2: Vasi Želebej, Božakovo in Rakovec	7
Slika 3: Reliefna karta metliške občine	8
Slika 4: Tok reke Kolpe na obravnavanih območjih	10
Slika 5: Aglomeracije kanalizacije vasi Želebej in Božakovo	15
Slika 6: Aglomeracija kanalizacije vasi Rakovec.....	16
Slika 7: Severovzhodni del vasi Želebej.....	17
Slika 8: Gručasto jedro vasi Božakovo.....	17
Slika 9: Vas Rakovec.....	17
Slika 10: Vzdolžni prerez delovanja ČN MBR	27
Slika 11: Vzdolžni prerez rastlinske čistilne naprave s podpovršinskim tokom	29
Slika 12: Kota polnitve cevi	36
Slika 13: Predviden prostor za ČN v vasi Želebej.....	44
Slika 14: Predviden prostor za ČN v vasi Božakovo.....	47
Slika 15: Ponikalna jama v vasi Božakovo	60
Slika 16: Urejeno zbiranje padavinske vode v štirni	61
Slika 17: Koritnica v vasi Božakovo	61

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Povprečni mesečni pretok reke Kolpe	11
---	----

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

cca.	Približno (circa)
CČN	Centralna čistilna naprava
BPK ₅	Biokemijska potreba po kisiku v 5 dneh
cfu	Kolonijsko število (colony forming unit)
ČN	Čistilna naprava
DN	Premer cevi
DMV	Digitalni model višine
EPO	Ekološko Pomembna območja
KPK	Kemijska potreba po kisiku
KS	Kanalizacijski sistem
LTŽ	Litoželezni
MBR	Membranski bioreaktor
MKČN	Mala komunalna čistilna naprava
n	Manningov koeficient hrapavosti
NH ₃	Amonijak
NTU	Merilo za motnost vode (nephelometric turbidity unit)
n.v.	Nadmorska višina
P	Fosfor
PE	Populacijski ekvivalent
PISO	Prostorski informacijski sistem občin
PVC	Polivinilklorid
SDR	Standardno dimenzijsko razmerje
SS	Suspendirane snovi
SURS	Statistični urad Republike Slovenije
TTN	Temeljni topografski načrt
WWTP	Čistilna naprava za odpadno vodo (Wastewater treatment plant)

1. UVOD

Za ureditev naše naravne dediščine se moramo zavedati njenega pomena in biti usmerjeni v njen trajnostni razvoj. Še posebej pri vodah, ker je čista voda naravni vir, ki je življenjsko pomembna za delovanje in obstoj ekosistema. Bistveni del ekonomskih aktivnosti od proizvodnje hrane, energije in industrijskih izdelkov. Za Slovenijo je značilna razpršena poselitev, kjer veliko ljudi živi na zavarovanih območjih brez urejene javne kanalizacije. Zato je pomembno, da na teh območjih poskrbimo za čiščenje odpadne vode iz gospodinjstev, obrti in kmetijskih gospodarstev. Leta 2004 je Slovenija postala članica Evropske unije in s tem sprejela evropske pravne predpise. Na področju čiščenja odpadnih voda je začela veljati Direktiva Sveta Evropske skupnosti (1991), katere smernice je Slovenija povzela v Operativnem programu odvajanja in čiščenja odpadnih voda. Za občino Metlika je bil Operativni program sprejet leta 2013, vendar na obravnavanih območjih ni prišlo do predvidenih sprememb. Prebivalci vasi Božakovo, Želebej in Rakovec danes zbirajo odpadno vodo v nepretočnih greznicah, ali jo odvajajo neposredno v ponikanje, kar je zaskrbljujoče, saj so vasi locirane v sami bližini kopalne reke Kolpe in varovanih območjih (Natura 2000, naravne vrednote, ekološko pomembna območja itd.).

V diplomski nalogi sem izdelal idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda vasi Božakovo, Želebej in Rakovec. Usmeril sem se v reševanje problema fekalne odpadne vode, medtem ko je zaradi minimalnih količin padavinske odpadne vode ta usmerjena v obcestne koritnice in odvedena v ponikanje. Strešna deževnica se pred odtokom v zbiralnik filtrira in hrani za ponovno uporabo. Pri zasnovi sem se prilagajal površinski oblikovitosti vasi in poskusil izdelati najbolj učinkovit rešitev. Poleg individualne zasnove, kjer je vsaka vas povezana na svojo čistilno napravo, omogoča geografska bližina vasi Božakovo in Želebej izvedbo skupne čistilne naprave. Za lažjo predstavitev o cenah izvedbe je za vsako zasnovo izdelana stroškovna analiza izgradnje, obratovanja in vzdrževanja komunalnega sistema ter čistilnih naprav in dodatna primerjava stroškov.

V prvem delu prvega poglavja so predstavljene naravne, geografske in družbene značilnosti obravnavanega območja. V drugem delu prvega poglavja so opisani različni kanalizacijski sistemi s pripadajočimi elementi. V prvem poglavju so zbrane potrebne informacije za izdelavo okvirnega načrta kanalizacijskega sistema za obravnavane vasi. Za določanje ustreznih karakteristik kanalizacijskih cevi je uporabljen program Sewer+. V drugem praktičnem delu so prikazane rešitve za posamezne zasnove in njihove stroškovne zahteve. Opisani so napotki in podlage za dimenzioniranje, pridobitev in apliciranje podatkov, kratek opis programa Sewer+, hidravlično dimenzioniranje in prikaz rezultatov, opis izbranih čistilnih naprav in ostalih objektov na kanalizacijskem sistemu. Namen zadnjega poglavja je določitev stroškov obratovanja in vzdrževanja za vsako posamezno zasnovo kanalizacijskega sistema s čistilno napravo. Opisani so postopki pridobitve stroškov in njihovi končni izračuni z medsebojno primerjavo zasnove I in zasnove II.

2. ZAKONSKI PREDPISI NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA

2.1 Evropske direktive in predpisi

Državna zakonodaja se izda na podlagi evropske zakonodaje.

Na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda ima posebno veljavo **Direktiva Sveta 91/271/EEC**, saj predstavlja osnovo za zakonske akte.

Direktiva predpisuje obveznosti pri zbiranju, čiščenju in odvajanju odpadne vode ter čiščenje in odvajanje odpadne vode iz industrijskih panog, ki kot stranski produkt ustvarjajo biološko razgradljivo odpadno vodo. Glavni cilj te direktive je varstvo okolja pred škodljivimi vplivi pomanjkljivega čiščenja komunalne odpadne vode in odlaganje odpadnega blata. Med drugim določa roke za izgradnjo ustreznih komunalnih čistilnih naprav in kanalskih omrežij ter določa mejne emisijske vrednosti pri izpustu vode iz čistilnih naprav.

Direktiva Evropskega Parlamenta in Sveta 2000/60/ES

Določa okvire za ukrepe Evropske skupnosti na področju politike upravljanja z vodami. Direktiva določa koncept za varstvo celinskih površinskih voda, podzemnih voda, somornic in obalnega morja. Direktiva je na področju upravljanja z vodami temelj za vse zakonodajne akte Evropske skupnosti.

Direktiva Sveta ES 98/83/ES

Direktiva obsega področje o kakovosti vode, ki je namenjena za prehrano ljudi. Predpisuje merila kakovosti vode, ki se uporablja za oskrbo prebivalstva s pitno vodo. Namen predmetne direktive je zagotoviti, da je voda, namenjena za prehrano ljudi, zdravstveno ustrezna in čista.

Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2006/7/ES

Direktiva določa ukrepe za nadzor in razvrstitev kopalnih voda glede na kakovost, upravljanje in obveščanje javnosti o kakovosti kopalnih voda. Cilj direktive je varovanje, ohranitev in izboljšanje kvalitete okolja ter zaščititi zdravje ljudi.

Direktiva Sveta ES 75/440/EEC

Določa merila kakovosti za površinske vode pri uporabi teh za pitno vodo v državah članic Evropske unije. V direktivi so določeni principi merjenja, s katerimi se določajo vrednosti parametrov, ti pa so navedeni v prilogi direktive.

2.2 Zakonski predpisi na državnem nivoju

Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/2004 u.p.b., (14/2005 popr.), 92/2005 – ZJC-B, 93/2005 – ZVMS, 111/2005 – Odločba US, 120/2006 – Odločba US, 126/2007, 57/2009 - Sklep US, 108/2009, 61/2010 - ZRud-1 (62/2010 popr.), 20/2011 - Odločba US, 57/2012, 101/2013 - ZDavNepr, 110/2013 in 19/2015)

Zakon ureja pogoje za graditev vseh objektov, pri čemer graditev zajema projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objekta. V zakonu so opredeljene pomembne zahteve in njihovo izvrševanje, ki se razlikujejo glede na vrsto objektov in določila, glede načina in pogojev za izvajanje dejavnosti, ki zajemajo graditev objektov. V zakonu je opredeljena tudi organizacija in delavno področje dveh poklicnih zbornic, inšpekcijsko nadzorstvo in vsa ostala vprašanja, ki se nanašajo na graditev objektov. Prav tako so z zakonom določene sankcije za prekrške glede graditev objektov.

Zakon o prostorskem načrtovanju (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08, 108/09, 80/10 – ZUPU

DPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US in 14/15 – ZUUJFO)

V zakonu je urejeno prostorsko načrtovanje kot del urejanja prostora. V okviru navedenega so določene vrste prostorskih aktov, njihova vsebina in razmerje med akti. Prav tako zakon opredeljuje postopke za pripravo aktov in njihov sprejem. Zakon vsebuje tudi določbe o opremljanju stavbnih zemljišč ter določbe o vzpostavitvi in delovanju prostorskega informacijskega sistema.

Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15)

Zakon ureja upravljanje s površinskimi vodami - morje, reke, jezera itd. in podzemnimi vodami ter priobalnimi zemljišči, kar obsega varovanje voda, urejanje voda in odločanje o uporabi voda. V zakonu je urejeno tudi področje javnega dobra in javnih služb na območju voda, vodnih objektov in naprav. Poleg tega pa ureja tudi druga vprašanja, ki se nanašajo na vode. Cilji zakona so doseči kakovostno stanje voda in vodnih ekosistemov, ščititi pred onesnaženjem voda, skrbeti za vodne količine in spodbujati trajnostno rabo vode.

Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 41/04, 20/06, 39/06, 70/08, 108/09, 48/12, 57/12, 92/13)

Zakon ureja varstvo okolja pred posegi ali posledicami posegov v okolje, ki povzročajo onesnaženje okolja in velja kot bistveni pogoj za trajnostni razvoj. Ureja področja varstva tal, vode, zraka, hrupa. Glavni cilj varstva okolja je oblikovanje družbenega razvoja, ki bo na dolgi rok oblikoval takšne pogoje, ki bodo usmerjeni v človekovo zdravje in počutje ter bodo prispevali h kakovosti človekovega življenja in biotski raznovrstnosti. Cilji so usmerjeni k uporabi obnovljivih energetskih virov, trajnostni rabi naravnih virov, odstranjevanju posledic onesnaženja okolja in vzpostavitvi naravnega ravnovesja.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15)

Uredba določa zahteve v zvezi z zmanjševanjem onesnaževanja okolja zaradi odvajanja emisij snovi in toplote v vodo, ki se ustvari pri odvajanju komunalne, padavinske in odpadne vode, ki nastaja pri gospodarski dejavnosti ter njihovih mešanic. Zahteve se nanašajo na mejne količine emisij snovi in toplote, kakor tudi na vrednotenje emisij snovi in toplote, prepovedi, omejitve in druge ukrepe za zmanjševanje emisij snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz posameznih objektov in naprav. Poleg tega določa vsebine okoljevarstvenega dovoljenja in primere naprav, za katere okoljevarstvenega dovoljenja ni potrebno pridobiti.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 94/14 in 98/15)

Pravilnik določa parametre odpadnih voda ter vrste in način prvih meritev. Določa obratovalni nadzor odpadnih voda, metodologijo vzorčenja, analiziranje in merjenje vzorcev ter količine odpadnih voda, vsebino poročila o prvih meritvah in emisijskem nadzoru ter način in obliko sporočanja podatkov ministrstvu, pristojnemu za okolje. Ta akt določa tudi tehnične pogoje za izvedbo obratovalnega nadzora in prvih meritev ter razlage za odvzem pooblastila za izvajanje obratovalnega nadzora.

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 88/11, 8/12, 108/13 in 98/15)

Z uredbo je urejena emisija snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav in malih komunalnih čistilnih napravah ter vsebinska opredelitev programa odvajanja in čiščenja te. Z uredbo so za odvajanje odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav določene mejne vrednosti emisije snovi in ukrepi zmanjšanja teh pri odvajanju komunalne odpadne vode. Določena so merila občutljivosti vodnih teles površinskih voda in nadzor stanja vodnih teles, v katera se odvaja komunalna odpadna voda. Določene so tudi posebne zahteve v zvezi z obratovanjem in emisijami pri odvajanjem odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav, z zmogljivostjo manjšo od 50 PE.

Uredba določa vrste nalog glede odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode, ki jih izvajajo občinske gospodarske javne službe. Med drugim določa oskrbovalne standarde, tehnične, vzdrževalne, organizacijske in druge ukrepe za izvajanje javne službe. Uredba se uporablja za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode, padavinske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo in različnih mešanic odpadnih voda, ki se odvajajo skupaj po mešanem kanalizacijskem omrežju ali ločeno po ločenem kanalizacijskem omrežju. Uporablja se tako za komunalne kot tudi za skupne čistilne naprave.

Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13, 24/16)

Uredba vsebuje merila, s katerimi se ugotavlja stanje površinskih voda. Uredba določa tudi okoljske standarde kakovosti, s katerimi se ugotavlja ekološko stanje površinskih voda, kakor tudi vrste monitoringa stanja teh voda.

Uredba o okoljski dajatvi za onesnaženje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Uradni list RS, št. 80/2012, 98/2015)

V uredbi so opredeljene vrste onesnaževanja, za katere je potrebno plačevati okoljsko dajatev za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (nadalje: okoljska dajatev). Uredba določa tudi osnovo za izračun okoljske dajatve, prejemnike predmetne dajatve, zavezance za plačilo in plačnike okoljske dajatve. Prav tako uredba opredeljuje način izračuna ter obračunavanja, odmero in plačevanje okoljske dajatve za posamezno vrsto.

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

Obravnava varstvo vseh površinskih in podzemnih voda pred onesnaženjem. Določa območja poselitve, na katerih se mora do določenega roka urediti odvajanje komunalnih odpadnih voda v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje. Za dodatno razlago glej Govejšek, 2013.

2.3 Pravni akti na lokalnem nivoju

Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode v Občini Metlika (Uradni list RS, št. 22/2014)

Z odlokom je na območju Občine Metlika določen način opravljanja obvezne lokalne gospodarske javne službe v zvezi z odvajanjem in čiščenjem komunalne in padavinske odpadne vode. Z odlokom je določena organizacijska zasnova opravljanje javne službe, glede na vrsto in število izvajalcev, kakšna je vrsta in obseg storitev in nalog javne službe, kakor tudi njihova prostorska razporeditev, vrste in obseg objektov ter naprav, ki so potrebne za izvajanje predmetne javne službe. V odloku so opredeljeni tudi pogoji za zagotavljanje in uporabo javnih dobrin ter kakšne so pravice in obveznosti uporabnikov teh javnih dobrin. Odlok določa tudi, iz katerih sredstev se javna služba financira, kdo izvaja nadzor nad izvajanjem in kazenske določbe.

Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Metlika (Uradni list RS, št. 31/2013)

S tem odlokom je bil sprejet OPN Občine Metlika in vsebuje strateški in izvedbeni del. Izdelan je po Zakonu o prostorskem načrtovanju, ki je v veljavi od maja leta 2013.

Strateški del določa izhodišča in cilje ter zasnovo prostorskega razvoja občine. Usmerja razvoj poselitve in celovite prenov, usmerja razvoj v krajini, pri kateri je potrebna določitev namenske rabe zemljišča in prostorskih izvedbenih pogojev. Prav tako določa koncepte gospodarske javne infrastrukture lokalnega pomena za območja naselij in okoliških območji, s katerimi se povezuje.

Prednost pri graditvi sistema za odvajanje in čiščenje odpadne vode imajo gosteje poseljena ter občutljiva vodovarstvena območja. V odloku je za naselji Božakovo in Želebej predvidena ureditev odvajanja in čiščenja odpadne vode z javnim kanalizacijskim sistemom, medtem ko je za naselje Rakovec predviden individualni sistem za čiščenje odpadne vode.

Odlok o programu opremljanja in merilih za odmero komunalnega prispevka za območje Občine Metlika (Uradni list RS, št. 38/2013)

Odlok vsebuje določila, ki se nanašajo na komunalni prispevek in opredeljuje podlago za odmero prispevka in program opremljanja na območju Občine Metlika. V program opremljanja stavbnih zemljišč je možen vpogled na sedežu občine. Z odlokom so tudi določene podlage za odmero komunalnega prispevka.

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

Obravnava varstvo vseh površinskih in podzemnih voda pred onesnaženjem. Določa območja poselitve, na katerih se mora do določenega roka urediti odvajanje komunalnih odpadnih voda v javno kanalizacijo in ustrezno čiščenje. Za dodatno razlago glej Govejšek, 2013.

3. ANALIZA OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

3.1 Geografska lokacija

Vasi ležijo v občini Metlika, ki se nahaja na severovzhodu Bele krajine med Gorjanci in reko Kolpo ter zajema manj kot petino (18,17 %) njenega območja. Površina občine je 109 km², obkroža jo 59 naselij z 8382 prebivalci v letu 2016. Sedež občine je mesto Metlika, ki je upravno, gospodarsko, prometno, kulturno in izobraževalno središče (Občina Metlika, 2016).

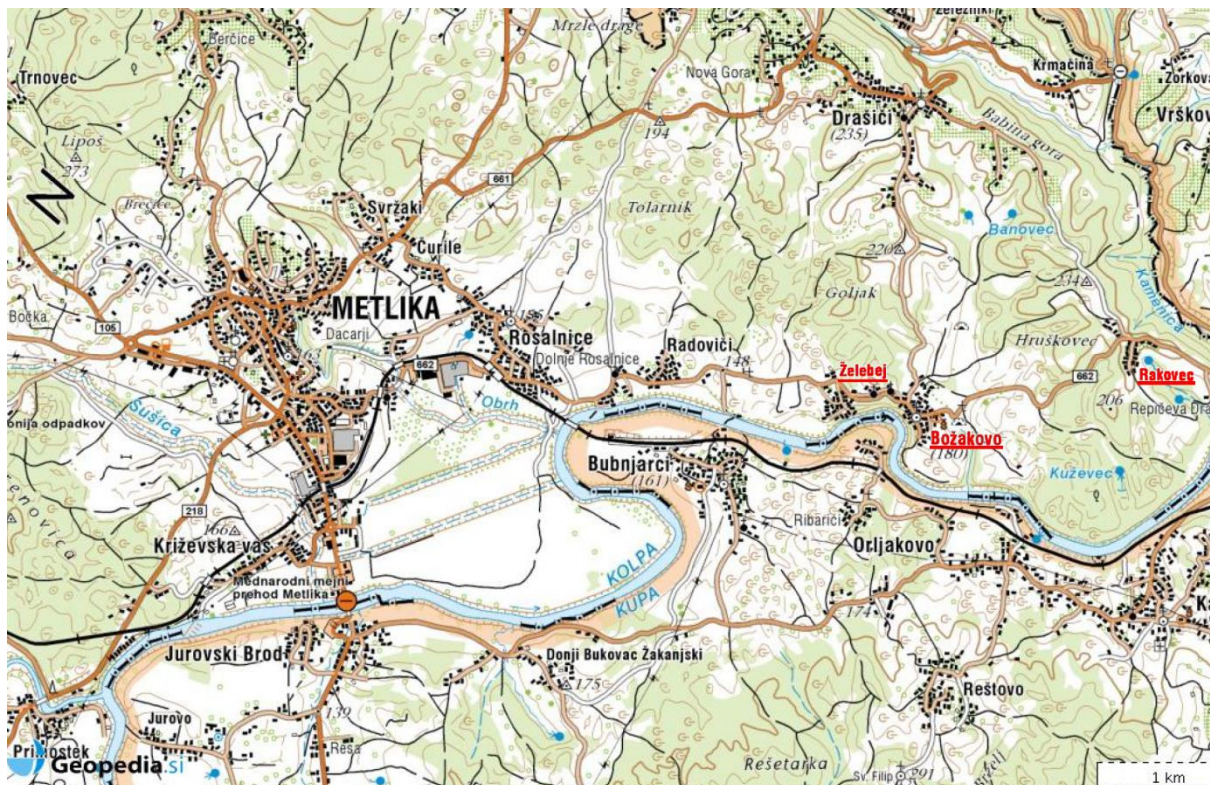
Na jugozahodu meji občina Metlika na občino Črnomelj, na zahodu se nahaja občina Semič, na severozahodnem delu pa meji na občino Novo mesto. Na vzhodni strani poteka 68 km dolga državna meja s Hrvaško. Lega občine je pomembna z vidika prometnih poti, saj se tukaj križajo ceste proti Novemu mestu, Črnomlju in Karlovcu, med drugim pa skozi občino poteka železniška proga Novo mesto-Karlovec.

Slika 1: Prikaz geografske lege občine Metlika (Vir: Atlas okolja)



Krajevna skupnost Božakovo, pod katero spadata še naselji Rakovec in Želebej, se nahaja na vzhodu občine Metlika, s katero jo povezuje državna cesta. Na jugu meji krajevna skupnost na reko Kolpo, na vzhodu na državno mejo s Hrvaško. Na severu se nahajata gričevnati vinogradniški področji, Drašiči in Krmačina.

Slika 2: Vasi Želebej, Božakovo in Rakovec (Vir: www.geopedis.si)



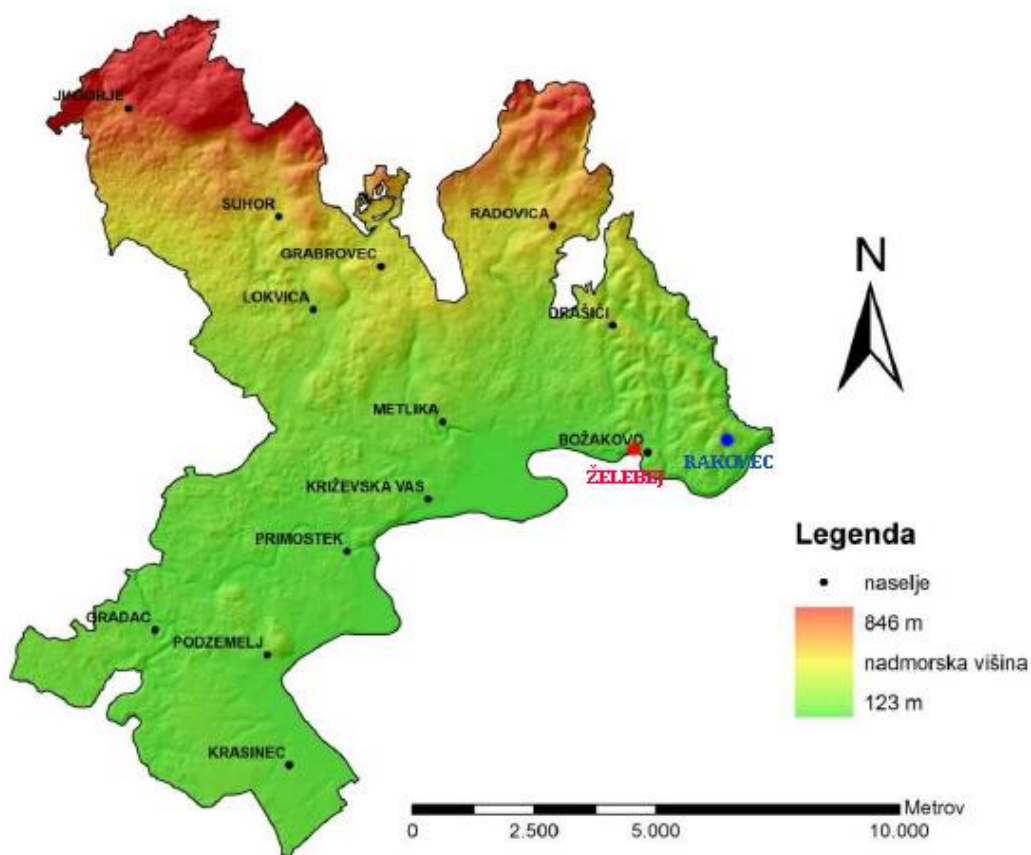
3.2 Reliefna oblikovanost

V občini Metlika je povprečna nadmorska višina okoli 262 metrov. Najvišja višinska točka meri 846 metrov, medtem ko je najnižja pri 123 metrov nadmorske višine. Površje v občini se dviga od reke Kolpe proti Gorjancem. Glede na razgibanost terena je povprečni naklonom v občini je $7,5^{\circ}$. Deli površja, ki se vzpenjajo proti Gorjancem, skozi katere pelje regionalna cesta Metlika - Novo mesto, imajo naklon tudi čez 20° (Občina Metlika, 2016).

Na vzhodu občine prevladujejo naplavne ravnice Kolpe, kjer je večinoma ravno površje. Na severu občine je relief bolj razgiban, ponekod tudi malo valovit. Pri enakomernem dviganju površja so opazne tudi suhe doline, po katerih ugotovimo, da je bila mreža vodotokov v preteklosti gostejša (Vlašič, 2010).

Površje se na grobo deli na tri značilne vrste: kraški osrednji in kraški jugozahodni del, z rečno erozijo razgiban (fluvialno) relief na severnem in vzhodnem obrobju in aluvialne ravnine ob reki Kolpi, ki jih sestavljata dve terasi. Spodnje terase se zaradi večje vlažnosti ter jesenskih in spomladanskih poplav uporabljajo za travnike. Zgornje terase so varne pred poplavnimi vodami in so ugodnejše za poljedelstvo. Obravnavane vasi kot druge so vezana na robove zgornje terase, ki so po najdiščih prodnikov, ki se najdejo tudi do 30 metrov nad sedanjo gladino Kolpe, dokazano starejšega nastanka. (Vlašič, 2010).

Slika 3: Reliefna karta metliške občine (Vir: Vlašič, 2010)



Ostali zakrasel del občine je značilen po kraških pojavih kot so jame, ponikalnice, vrtače, slepe doline, suhe doline itd. Za gričevnat severni in obravnavani vzhodni del občine so tipične zlasti suhe doline (Štefanič, 2012).

Zaradi ne posebno debelih skladov dolomita in apnenca v nižjih legah občine se nizki kras, za katerega so značilni le površinski kraški pojavi, ni razvil kot na višje ležečih Gorjancih. Kolpa je s svojim tokom precej erodirala apneniško površje in zaradi navedenih razlogov si nižje ležeči kras zasluži ime nepopolni ali plitvi kras (Štefanič, 2012).

Na vzhodu vasi Božakovo se nahajata kraška jama Zdenc in jama Vidovec, ki jo je izoblikoval istoimenski potok. Podzemni sistem Vidovec ima zgornji del porečja na lapornih vodonosnikih v okolici Drašičev. Kraški potok ob izviru na površje v kratkem spet ponikne v podzemlje, kjer spet izvira iz jame Vidovec in odteče v reko Kolpo.

3.3 Geološke karakteristike

Za občino Metlika je karakteristična kamnina kredni radiolitni apnenec. V okolici Metlike je razporejen dolomit in apnenec. Kamnini sta med seboj ločeni z prelomnico, ki poteka vzporedno z

izvirom vodonosnika Obrh, ki se uporablja za oskrbo s pitno vodo. Plasti apnenca so deloma zakrasele in jih izpostavlja skoraj navpičen padec, medtem ko imajo plasti dolomita le majhen naklon.

Vas Želebej leži na laporni in karbonatni kamnini kalkarenit podlagi, na zahodu pa prevladuje konglomerat ter sedimentna kamnina breča in aluvijalni sediment reke Kolpe. Na zahodnem delu vasi se prične cona laporja terciarne starosti, ki poteka proti severu vse do Krašnjega vrha. Od konca laporne cone se širijo menjajoči sloji peščenjaka, apnenca in laporja v notranjost Gorjancev, kjer se posebno zaradi laporja zadržuje voda, je tukaj značilen relief s površinsko rečno mrežo. Geološka podlaga Božakovega je sestavljena iz konglomerata in sedimentne kamnine breče, okolica vasi pa iz laporja. Tla severnega del Rakovca sestavlja fliš (konglomerati, peščenjaki in lapor), medtem ko se na južnem delu menjavata lapor in karbonatna kamnina kalkarenit. (Pleničar, 2009; Štefanič, 2012).

3.4 Podnebne karakteristike

Za izbrane vasi in metliško občino veljajo podobne značilnosti kot za celo Belo krajino. Na grobo podnebje uvrščamo med zmerno toplo in vlažno. Podnebje Bele krajine se uvršča kot subpanonsko podnebje Bele krajine in zmerno celinsko podnebje jugovzhodne Slovenije zaradi mešanja temperaturnih in padavinskih vplivov z sredozemskimi in celinskimi potezami (Vlašič, 2010). Vpliv na podnebje ima geografska lega in reliefne razmere med drugim nizka nadmorska višina na vzhodu, saj ima povečini ozemlje nadmorsko višino od 150 do 300 m. Pomemben vpliv ima tudi stik vzhodnega dela s panonsko nižino.

Na tem območju so značilne hladne zime, kjer so januarske povprečne temperature okrog 0 °C in topla poletja s povprečno julijsko temperaturo nad 20 °C. Višje temperature v pomladanskih mesecih glede na jesenske mesece so prikaz vpliva celine na temperaturni režim. Leta 2000 je bila v Metliki z 38,2 °C, kakor tudi leta 2003 s 40,5 °C, zabeležena najvišja maksimalna temperatura v Sloveniji (ARSO, 2016).

Povprečne padavine na območju krajevne skupnosti Božakovo pa do vzhodnega dela Metlike so od 1000 do 1100 mm glede na merjenje od leta 1961 do 1990. Zahodni del Metlike že spada v območje padavin od 1100 do 1200 mm. Metlika spada pod submediteranski padavinski režim, kjer je najmanj padavin v zimskem času, še posebej januarja in februarja in povečano število padavin v jesenskem času. Povprečno število dni s padavinami nad 0,1 mm se giblje med 115 in 125. Padavine nad 40 mm se zgodijo le do trikrat na leto. Povprečne meritve so izvedene na klimatološki postaji 432 v Metliki, od leta 1961 do 2011 (Atlas okolja, 2016).

Preglednica 1: Povprečna temperatura in višina padavin za referenčno obdobje 1961-2011
(Vir: ARSO, 2016)

Mesec	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Povp. temperatura °C	0,1	1,9	6,3	10,8	15,8	18,9	20,8	20,2	15,6	10,9	5,3	1,0	10,7
Višina padavin [mm]	60	57	71	82	89	114	98	109	119	110	104	87	1100

3.5 Hidrološke karakteristike

Celotna metliška občina spada v porečje reke Kolpe. Kolpa je glavni odvodnik Bele krajine in izvira v kraškem izviru v Gorskem kotarju na Hrvaškem. Teče 118 km daleč po slovensko-hrvaški meji, večinoma po gozdnati, ozki dolini. Kolpa teče v občini Metlika po vzhodnem delu in začrtuje mejo s sosednjo Hrvaško.

V območju Metlike je na razvoj rečne mreže Kolpe vplivala krška podlaga, ki ima vse značilnosti nizkega krasa. Karakteristični so podzemni pretoki vode, medte ko na površju tečejo le večji vodotoki in najbolj vodnati pritoki, ki so v karbonatna tla zarežali svojo strugo. Kolpa nima površinsko razvejane rečne mreže, saj so mali pritoki poniknili. Strmec na Kolpi v občini Metlika je 0,78 %. Zaradi globoke in ozke struge Kolpa redko poplavlja in ima skromne površine poplavljanja (Plut, 1988).

Vasi Božakovo, Želebej in Rakovec so v neposredni bližini reke Kolpe. Teče na južnem delu vasi proti vzhodu, kjer prečka državno mejo in nadaljuje pot po hrvaški, proti mestu Ozalj. Božakovo in Rakovec sta izven poplavnega območja, medtem ko jugovzhodni del Želebeja leži na meji s poplavnim območjem, kjer se poplavljanja redko pojavljajo v jesenskih in spomladanskih obdobjih. Samo vas varuje 20 metrov visoka brežina z gostim obrečnim vegetacijskim pasom.

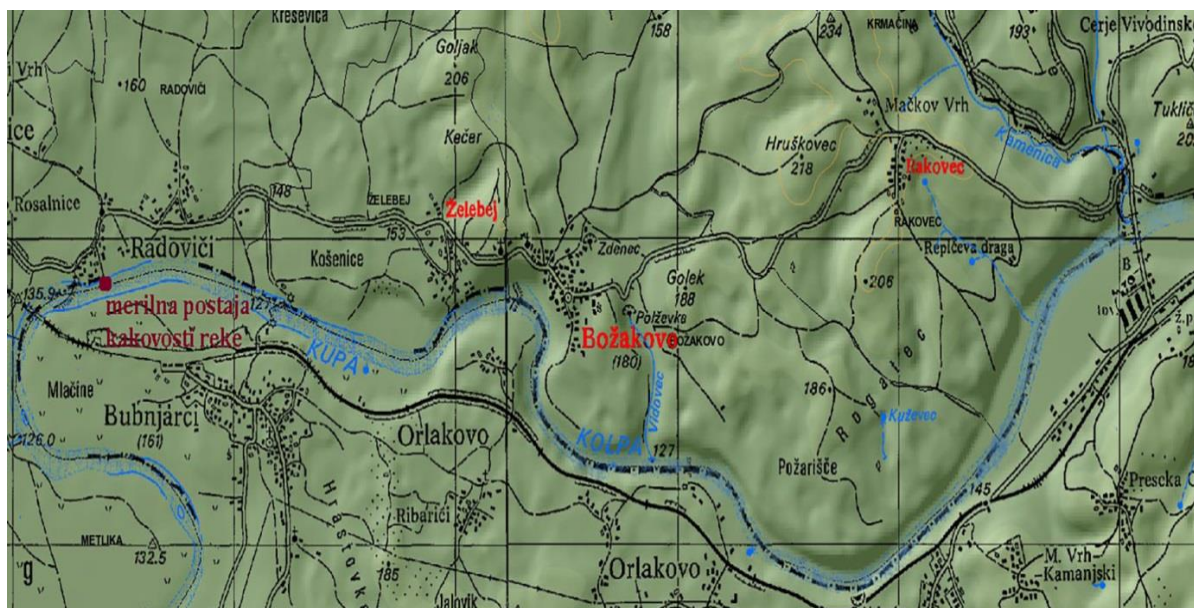
Na obravnavanem območju imamo dva potoka, ki se zlivata v reko. Prvi je potok Vidovec, ki izvira iz isto imenske jame Vidovec, pod vasjo Božakovo. Po 513 m površinskega toka se kot desni pritok izliva v reko Kolpo. Drugi je potok Kamenica, ki izvira na Hrvaškem in na zahodni strani Rakovca teče kot mejni vodotok. Nižje pod vasjo se kot desni pritok izliva v Kolpo.

Najbližje javno kopalno območje se nahajajo 8,3 km gorvodno, v naselju Primostek, medtem ko se na obravnavanem območju nahajajo ureditve kopališč. V Občinskem prostorskem načrtu je predvideno izkoriščanje naravnih kopališč na Božakovem in Želebeju v turistične namene. Tako je potrebno upoštevati Pravilnika o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode (Uradni list RS, št. 73/03 in 96/06), v katerem so predpisane ostrejšje mejne vrednosti za mikrobiološke parametre.

Po zakonu o vodah (Uradni list RS, št. 67/2002) spada reka Kolpa po pomenu, ki ga ima za upravljanje voda, v prvi red. Po kategorizaciji urejanja vodotokov pa v drugi razred (sonaravno urejeni vodotoki), razen manjši del med Božakovem in Rakovcem pod prvi do drugi razred (delno naravno urejeni vodotoki).

Agencija RS za okolje izvaja najbližje meritve kakovosti reke Kolpe v bližnji vasi Radoviči, ki leži 2,1 km gorvodno. ARSO je v poročilu ocen stanja rek v Sloveniji za leti 2012 in 2013 na podlagi meritev v Radovičih ocenil kemijsko stanje reke kot dobro. Meritve splošnih fizikalno-kemijskih elementov BPK₅, Nitrat in celotni fosfat v letu 2013 so uvrstile reko v zelo dober razred ekološkega stanja po posameznih elementih. Pri meritvi parametrov posebnih onesnaževal se stanje reke določa kot dobro ekološko stanje. Občasno presežene vrednosti mikrobioloških parametrov so razlog, da je Kolpa uvrščena v A2 kakovostni razred (Ocena stanja rek, 2016).

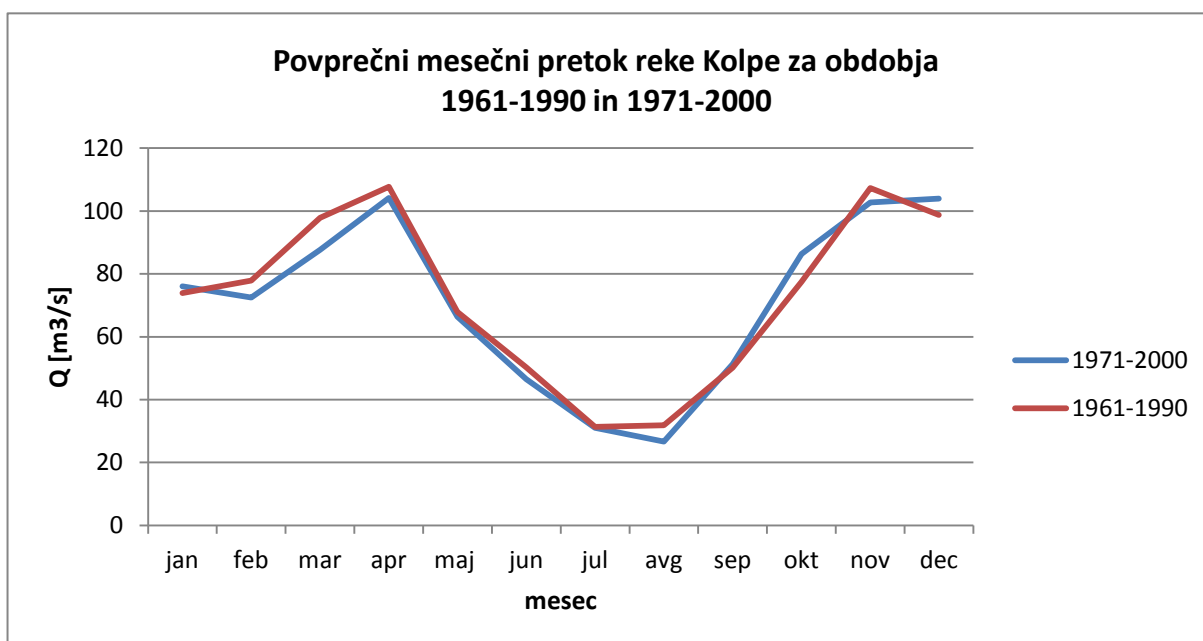
Slika 4: Tok reke Kolpe na obravnavanih območjih (Vir: Atlas okolja)



Na oddaljenosti 6,3 km gorvodno v Metliki se nahaja hidrološka merilna postaja 4860 Metlika, na kateri se hidrološka opazovanja in meritve izvaja že od leta 1926. Celotna baza podatkov je na voljo na internetni strani Agencije republike Slovenije za okolje.

Za načrtovanj upravljanja voda je potrebno izvesti regionalni empirični vodno-bilančni izračun, ki prikazuje spreminjanje časovnih in prostorskih razporeditev vode. Uporabil sem dve tridesetletni obdobji za bilančno analizo. Na grafu 1 so prikazani povprečni mesečni pretoki reke Kolpe, izmerjeni na merilni postaji Metlika za obdobja od 1961 do leta 1990 in od 1971 do leta 2000 (ARSO, 2016).

Grafikon 1: Povprečni mesečni pretok reke Kolpe (Vir: ARSO)



Prikazuje izrazit dinarski tip dežno-snežnega režima z viškom pretoka v spomladanskih (marec-april) in pozno jesenskih mesecih (oktober-december). Visoki spomladanski pretok je posledica taljenja snega in deloma spomladanskega deževja, medtem ko jesensko deževje povzroča večji jesenski pretok. Avgustovski pretok je nižji kot v zimskih mesecih, pri tem moramo upoštevati, da so za dinarski kras značilne padavine v zimskih časih in vpliv nizkega krasa, ki zadržuje v podzemlju izdatno količino vode od jesenskih deževij, ki počasi odteka v površinske vode. Poprečni srednji pretok reke Kolpe je $72,7 \text{ m}^3/\text{s}$ za obdobje od let 1961 do 1990 in $71,3 \text{ m}^3/\text{s}$ za obdobje od leta 1971 do 2000. V preglednici 2 so prikazane povprečne mesečne temperature in povprečna višina vodostaja za obdobje 1971-2000. Ob nizkih poletnih pritokih se voda segreje do prijetnih kopalnih temperatur.

Preglednica 2: Povprečna mesečna temperatura in višina vodostaja reke Kolpe za obdobje 1971 – 2000 (Vir: ARSO)

Mesec	povp. teme. [°C]	povp. vodostaj [cm]
Jan.	4,91	85,77
Feb.	5,77	83,98
Mar.	7,97	99,01
Apr.	9,89	115,35
Maj.	13,64	78,69
Jun.	16,82	58,34
Jul.	19,92	42,11
Avg.	21,12	35,31
Sep.	14,39	59,92
Okt.	10,96	91,32
Nov.	7,72	108,54
Dec.	5,89	110,27

3.6 Varovana območja narave

Območje ob reki Kolpi spada pod Naturo 2000 in je zaščitena z direktivo o habitatih (92/43/EGS) kot posebna ohranitvena območja. V Uredbi o posebnih varstvenih območjih (območje Nature 2000) (Uradni list RS, št. 49/04) je zapisano, da je na območju Natura potrebno izvesti presojo sprejemljivosti predvidevanih posegov. Presoja ni potrebna v primeru posegov na poselitvenem območju razen, če ima ta poseg korenite posledice na varovane življenjske vrste zaradi spreminjanja njihovega habitata.

S Pravilnikom o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04) je bilo bližnjemu območju ob reki Kolpi, skupaj z podtalnim in nadtalnim območjem potoka Vidovec in tako imenovani Božakovski jam, podeljen status naravne vrednote. Posegi in dejavnosti na teh območjih se lahko izvajajo samo v primerih, če ni drugih prostorskih ali tehničnih možnosti, pa tudi v tem primeru moramo paziti na obremenitev, ki jo povzročimo na območje. Za izvajanje posegov na varovanih območjih je potrebno pridobiti naravovarstvene pogoje in v nadaljevanju vložiti vlogo za naravovarstveno soglasje, v skladu s graditvijo objektov.

Po Zakonu o ohranjanju narave (Uradni list RS, št. 96/2004) se ekološko pomembno območje (EPO) nahaja južno in vzhodno od vasi Božakovo. Ta območja pomembno prispevajo k ohranjanju biološke raznovrstnosti. Za gradnjo objektov na teh območjih ni potrebno pridobiti naravovarstvenih pogojev in soglasij, če niso obenem ta območja zavarovana območja ali območja naravnih vrednot in območja Natura 2000.

Na Božakovem je območje južno in jugozahodno od gručastega vaškega jedra spada pod vplivna območja kulturne dediščine, kjer je po predpisih prepovedani posegi in ureditve, ki bi imeli negativne posledice na pomen in podobo samega območja. Samo jedro je območje kulturne dediščine (EŠD: 8081) iz strokovnih zasnov, za katera veljajo posebni pogoji glede posegov v prostor in izvajanje različnih dejavnosti (PISO).

3.7 Dejanska komunalna urejenost

V občini Metlika je oskrba s pitno vodo zagotovljena vsem krajevnim skupnostim, ki so v upravi Javnega podjetja Komunala Metlika d.o.o., ki izvaja zbiranje, prečiščevanje, monitoring in distribucijo vode. Za oskrbo se uporabljajo trije različni vodni sistemi: Obrh, ki napaja mesto Metliko in južni, ravninski del občine, Jamniki, ki oskrbujejo severni in severovzhodni del in vodni vir Hrast, ki napaja severozahodni del občine Metlika. Sistem Obrh oskrbuje okoli 71 % prebivalstva metliške občine, kar predstavlja okoli 6000 prebivalcev, med drugimi tudi obravnavana območja. (Komunala Metlika, 2015)

V vaseh Želebej, Božakovo in Rakovec ni nikjer zgrajena kanalizacija za odvajanje in čištilna naprava za čiščenje odpadne vode. Na določenih območjih ob cesti so zgrajene mulde in kanali, po katerih za odvajanja meteorna voda in odplake iz dvorišč. Brez čiščenja ponikajo na nižje-ležeče naravne površine, ali pa so speljane v neposredno odvodnike.

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v občini Metlika je bil izdelan leta 2013. Povzet je bil po državnem operativnem programu odvajanja in čiščenja odpadne vode, v katerem obravnavana območja spadajo v dodatni program 3. stopnje, kjer mora biti poselitvena obremenjenost med 50 PE in 450 PE ter z gostoto obremenjenosti med 10 PE/ha in 20 PE/ha. Aglomeracija območij morajo izpolnjevati oba pogoja za izgradnjo javnega kanalizacijskega omrežja, hkrati pa morajo biti investicije gradnje tehnično-tehnološko in ekonomsko opravičene.

V Operativnem programu občine Metlika je bila določena gradnja kanalizacijskega omrežja za odvajanje in ČN za čiščenje odpadne vode do konca leta 2017 tudi za vasi Želebej, Božakovo in Rakovec. Pripravljena je bila zasnova z prikazano aglomeracijo in predvidenim potekom kanalizacijskega omrežja z priključitvijo na ČN. V določenih vaseh občine je bila zgrajena načrtovana infrastruktura, medtem ko je pri večini predvidenih vasi projekt ostal v fazi zasnove. Razlog je premajhen proračun za Operativni program, ki ga občina pridobi s prijavo na evropske in državne razpise. Ker v zadnjih letih ni bilo nobenega razpisa, je opremljanje vasi z javno kanalizacijo obstalo. Zato so za rešitev problema 29. 2. 2016 objavili javni razpis za dodelitev nepovratnih finančnih sredstev za nakup in vgradnjo malih komunalnih čistilnih naprav. Pravilnik razpisa je bil objavljen v Uradni list RS, št. 98/2013. V skladu s Operativnim programom odvajanja in čiščenja komunalne

odpadne vode v Občini Metlika, ta zagotavlja proračunska sredstva v velikosti 1.000,00 € za sofinanciranje nakupa in vgradnje MKČN (individualnih in skupinskih) velikosti do 50 PE. Predvidevani upravičenci finančnih sredstev so fizične osebe, ki so lastnice stanovanjske ali več stanovanjske stavbe, v kateri imajo stalno prebivališče in se te stavbe nahajajo izven območja poselitve, kjer se predvideva javna kanalizacija in javna ČN. Do nadaljnjega se bo čiščenje odpadne vode odvijalo v MKČN do 50 PE, v primeru novih Evropskih in državnih razpisov, pa bo Operativni program prešel iz faze zasnove v fazo realizacije (Občina Metlika, 2016).

Odlok o občinskem prostorskem načrtu občine Metlika (Uradni list RS, št. 31/2013), določa v 26. členu, da se odvajanje in čiščenje odpadne vode uredi med drugimi na območju Želebeja in Božakovega, medtem ko se za vas Rakovec predvideva odvajanje in čiščenje odpadne vode z individualnimi rešitvami za posamezne stavbe.

Danes na teh območjih gospodinjstva odpadne vode zbirajo v nepretočnih greznicah in njihovo vsebino odstranjujejo na zakonsko prepovedan način. V posameznih primerih se odpadna voda brez predhodnega čiščenja odvaja neposredno na naravne površine, kjer ponika v podtalje ali na brežine reke Kolpe, kar je prikladno zaradi same bližine. Del krivde lahko predpisujem centralni čistilni napravi Metlika, ki je bila projektirana za 4500 PE in je delovala na robu zmogljivosti. CČN je pod upravljanjem in nadzorom Javnega podjetja Komunala Metlika d.o.o. Za reševanje problema so se v letu 2015 začela dela za dograditev CČN, ki bodo končana do konec leta 2016. S tem bo izvajalcem javne službe omogočeno prevzemanje odpadne vode iz nepretočnih greznic in blata iz MKČN ter potrebno čiščenje odpadne vode in dodatna obdelava blata na CČN.

3.8 Pregled po naseljih

Želebej (153,3 n. v.)

Ravninska vas leži en kilometer pred vasjo Božakovo, ki se nahaja na vzhodni strani. Na jugu in jugovzhodu meji na reko Kolpo ter severno na gozdne površine. Ravninske obdelovalne površine, ki ležijo na zahodu, spadajo pod izjemno pomembna kmetijska območja. Vas zavzema površino 0,89 km² z gostoto poseljenosti 12,7 PE/km².

Prevladujejo enostanovanjske stavbe, ki jih je 19, poseljenih je 18 s povprečno 2,5 prebivalca na gospodinjstvo (SURs, 2016). Na področju se nahaja devet hlevov za živinorejo, dve zidanici in druge kmetijske stavbe za shranjevanje pridelkov. Na severovzhodu se nahaja arheološko najdišče Kečer (EŠD: 11072), kjer naj bi se nahajalo še neraziskano žarno grobišče iz rimske dobe. Ljudje se v prostem času ukvarjajo s kmetijstvom in pridelujejo za lastne potrebe.

Preglednica 3: Št. prebivalcev vasi Želebeja ob predhodnih popisih (Vir: SURs)

Leto popisa	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Št. prebivalcev	49	48	49	46	45	45

Aglomeracija je v Operativnem programu za občino Metlika označena z identifikacijsko številko (ID) 6046, obremenitvijo 58 PE oz. 75,4 PE, gostota obremenitve je 12,57 PE/ha. Celice aglomeracije so velikosti 100x100m (PISO, 2016).

Božakovo (176,1 n. v.)

Vas je od Metlike oddaljena šest kilometrov. V gručastem jedru vasi najvišjo točko predstavlja cerkev sv. Marije Magdalene z 176,1 m.n.v., medtem ko na zahodu dosega višine do 186 m.n.v. Na severni strani zastira pogled gričevnata vinogradniška vas Drašiči (254 m.n.v.), na južni strani vas omejuje reka Kolpa. Na vzhodu se poleg kmetijskih in gozdnih površin nahaja kraška jama Vidovec, ki je z 270 metri najdaljša belokranjska vodna jama. Na polovici poti do vasi Rakovec se nahaja umetna vrtina s termalno vodo in temperaturo 21°C, ki bi se lahko uporabila za pitno vodo v sušnih obdobjih, med drugim tudi za izkoriščanje geotermične energije kot del turistične ponudbe.

Skupna površina vasi je 2,56 km². Po popisu v letu 2016 živi na Božakovem 130 prebivalcev, kar predstavlja 55 PE/km². V vasi je 41 enostanovanjskih stavb, v katerih živi 37 gospodinjstev s povprečjem 3,6 oseb na gospodinjstvo (SURs, 2016).

Zidanice za predelavo in hranjenje vina ima 13 gospodinjstev, medtem ko se druge zgradbe uporabljajo v kmetijske ali ostale namene. Poleg dela v industriji izven vasi se prebivalci ukvarjajo s kmetijstvom, kjer so glavne panoge živinoreja, poljedelstvo in vinogradništvo. Na zahodni strani je mizarska obrt s tremi zaposlenimi delavci.

Preglednica 4: Št. prebivalcev vasi Božakovega ob predhodnih popisih (Vir: SURs)

Leto popisa	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Št. prebivalcev	129	128	135	131	132	130

Aglomeracija je v Operativnem programu za občino Metlika označena z identifikacijsko številko (ID) 6043, obremenitvijo 126 PE oz. 163,8 PE, gostota obremenitve je 14.89 PE/ha. Celice aglomeracije so velikosti 100x100 m (PISO, 2016).

Slika 5: Aglomeracije kanalizacije vasi Želebej in Božakovo (Vir: PISO)



Rakovec (202,5 n.v.)

Razpotegnjena vas z obcestno pozidavo je obkrožena s kmetijskimi obdelovalnimi in gozdnimi površinami. Na jugu meji na reko Kolpo, na severu in vzhodu je v neposredni bližini državna meja s Hrvaško in malo obmejni prehod Božakovo. Celotna vas pod naklonom pada proti Kolpi, tako je na severnem delu vasi nadmorska višina cca 225 m. n. v., medtem ko na južnejšem delu cca 200 m. n. v. Zračna razdalja med vasjo in brežino reke je cca 838 m. Oddaljenost vasi od Metlike je 8 km. Povprečni dnevni promet na cesti Rakovec-Radoviči je 40 avtomobilov.

Vas zavzema skupno površino 1,37 km² z gostoto poseljenosti 33PE/km². Na Rakovcu je 13 enostanovanjskih hiš, v katerih prebiva 13 gospodinjstev, s povprečno 3,3 prebivalci na gospodinjstvo (SURs, 2016). Sedem gospodinjstev ima poslopja za izvajanje živinorejskih in kmetijskih dejavnosti. Na območju se nahaja 10 zidanic, med temi je več enostanovanjskih stavb s zidanico v kleti, ki se uporabljajo kot vikend.

Preglednica 5: Št. prebivalcev vasi Rakovca ob predhodnih popisih (vir: SURs, 2016)

Leto popisa	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Št. prebivalcev	45	41	43	40	43	45

Aglomeracija je v Operativnem programu za občino Metlika označena z identifikacijsko številko (ID) 6040, obremenitvijo 47 PE oz. 61,1 PE, gostota obremenitve je 15,89 PE/ha. Celice aglomeracije so velikosti 100x100 m (PISO, 2016).

Slika 6: Aglomeracija kanalizacije vasi Rakovec (Vir: PISO)



Slika 7: Severovzhodni del vasi Želebej



Slika 8: Gručasto jedro vasi Božakovo



Slika 9: Vas Rakovec



4. JAVNI KANALIZACIJSKI SISTEMI

4.1 Na splošno o kanalizacijskem sistemu

Tehnični pravilnik o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) v tretjem členu definira javno kanalizacijo kot sestavo kanalskih vodov, posameznih kanalov in jarkov ter z njimi povezanih sestavnih tehnoloških naprav in objektov, s pomočjo katerih se zagotavlja odvajanje in čiščenje komunalne in padavinske odpadne vode.

Objekti in naprave javne kanalizacije so:

- kanalizacijsko omrežje z kaskadnimi oz. prepadni in revizijskimi jaški,
- razbremenilniki za odvajanje večjega dela padavinskega odtoka v odvodnik,
- zadrževalni deževni bazeni, za zmanjševanje padavinskega dotoka,
- črpališča komunalne in padavinske odpadne vode ,
- čistilne naprave za čiščenje odpadne vode,
- objekti in naprave, ki se uporabljajo za pravilno in tekoče odvajanje in čiščenje odpadne vode.

Glede na vrsto komunalne rabe se KS delijo na:

- javne kanalizacijske sisteme,
- interne ali notranje kanalizacijske sisteme.

Interna kanalizacija je v lasti uporabnika in poteka od točke spojitve kanala na javni kanalizaciji do začetnega revizijskega jaška ali v primeru, če revizijskega jaška ni možno postaviti, pa do zunanje stene stavbe.

Namen kanalizacijskih sistemov je odvajanje odpadne vode in s tem varstvo ljudi pred boleznimi ter zaščita hidrosfere pred onesnaženjem. Pri zasnovi so se mora upoštevati obstoječe stanje, dolgoročno urbanistično načrtovanje posameznega naselja ter razvoja in lego okoliških naselij s katerimi obstaja možnost povezav. Na načrtovanje kanalizacijskega sistema ima vpliv konfiguracija terena oz. nagnjenost terena, geomehanske lastnosti tal, višina podtalnice in lega odvodnika v katerega se odvaja očiščena odpadna voda. Ker stroški izgradnje dosegajo visoke vrednosti sta pomembna tudi tehnična in materialna možnost za izvedbo. S kanalizacijskimi sistemi odvajamo padavinske (meteorne) in odpadne (kanalizacijske) vode. Splošno delimo kanalizacijski sistem na mešani in ločene, pri slednjem sta voda za padavinsko in odpadno vodo ločena. Za odvajanje vode uporabljamo težnostni (gravitacijski) odvod, ter sistem s črpanjem, ki ga delimo na tlačni in vakuumski sistem (Panjan , 2005).

4.1.1 Delitev omrežij javne kanalizacije

Tehnični pravilnik o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) deli kanalizacijsko omrežje glede na namen in funkcijo. Primarna omrežja in naprave so kanalski cevovodi za odvajanje padavinskih in odpadnih voda iz več kot enega stanovanjskega območja in drugih posameznih območij naselja, črpališča za prečrpavanje odpadnih in padavinskih voda ter naprave za čiščenje odpadnih voda iz več kot enega stanovanjskega območja in drugih posameznih področij naselja.

Sekundarno omrežje in naprave so kanalizacija mešanega in ločenega omrežja, na katera se povežejo odjemalci predvidenega območja, različne vrste črpališč za prečrpavanje odpadne vode na sekundarnem omrežju ter čistilne naprave odpadne vode na predvidenim območju.

Magistralno omrežje in naprave so regijskega in med-regijskega pomena in zavzemajo kanalske cevovode za odvajanje padavinskih in odpadnih voda, ter črpališča in čistilne naprave, ki so vezane na magistrhalno omrežje.

4.1.2 Kanalizacijski sistemi glede na namen odvajanje

Mešani kanalizacijski sistem

V mešanem kanalizacijskem sistemu se po isti kanalizacijski cevi odvaja odpadna voda in meteorna voda. Na premer cevi ima velik vpliv meteorna voda, saj se pretok v dneh z padavinami lahko poveča tudi do 100 krat (Panjan, 2005). Pri nizkih padavinah se meteorna voda skupaj z odpadno vodo čisti v ČN. Ob srednjih in večjih nalivih pa z vgraditvijo razbremenilnika odvajamo količino razredčene vode nad določeno mejo pretoka neposredno v odvodnik, s čem lahko vplivamo na njegovo kakovost. Ker odvajamo tudi padavinsko vodo je potrebno dimenzionirati črpalke in čistilne naprave na večje obremenitve. Pri mešanem sistemu so neugodna obdobja brez padavin, saj zaradi majhne hitrosti odpadne lahko nastopi škodljivo posedanje blata, ki se spere ob prvih nalivih. V ta namen gradimo zadrževalne bazene, ki primarni del padavinskega odtoka delno zadržijo in zavarujejo odvodnik. Prednosti mešanega sistema so enostavna izvedba in nizka cena v primerjavi z ločenim sistemom (Slokar, 2003).

Ločeni kanalizacijski sistemi:

Pri ločenem kanalizacijskem sistemu se vsaka voda odvaja po svojem kanalskem vodu. Kanali za odpadno vodo so postavljeni pod kanali za padavinsko vodo in zavzemajo manjše prereze. Kanali za padavinsko vodo so speljani preko zadrževalnikov olj neposredno v odvodnik. Delovanje čistilni naprave in črpališč ni preobremenjeno zaradi padavinske vode, tako se odpadna voda spelje v čistilno napravo in kasneje v odvodnik. Sistem omogoča dobro zaščito odvodnika. Slabosti sistema so večji investicijski in vzdrževalni stroški saj gradimo dva voda. Lahko pride do napačnih priključitev zaradi zapletenosti in nepreglednosti sistema. Ločen kanalizacijski sistem je najprimerneje graditi pri manjših naseljih pod 1000 PE. Padavinsko vodo lahko odvajamo z stekanjem te v padavinsko ali meteorno kanalizacijo, z ponikanjem na naravnih površinah, kot pred ureditvijo kanalizacije ali z ureditvijo sistemov odprtih in zaprtih jarkov ali kanalov. Poznamo tudi delno ločene sisteme, ki se gradi s ciljem zmanjševanja in zakasnitve padavinskega odtoka in predvsem upoštevanja kakovosti onesnaženih voda (Panjan, 2005). Zakasnitev dosežemo z različnimi načini zadrževanja in ponikanjem padavin. Za kakovost poskrbimo z odvajanjem prvih onesnaženih padavin skozi peskolove, lovilce olj ter maščob in potem nazaj v meteorno kanalizacijo.

Težnostni, vakuumška in tlačni način odvajanja odpadne vode

Pri enostavnem težnostnem odvajanju odpadna voda v kanalih odteka zaradi vzdolžnega (hidravličnega) padca kanalov. Zagotoviti moramo zadostno hitrost (od 0,4 do 3 m/s), da preprečimo nabiranje nesnage. So poceni in za delovanje ne potrebujejo električne energije.

Podtlačno ali vakuumsko odvajanje uporabljamo na območjih, kjer je teren raven ali ni možnosti globokega izkopa za položitev kanalov. Ni potreben vzdolžni padec, kot pri gravitacijskem odvajanju. Uporablja se razlika med atmosferskim pritiskom, podtlakom v cevovodu in pritiskom v zbiralniku odpadne vode. Za razliko od težnostnega sistema, vakuumške sistem sestavljajo manjše in plitvejši cevi, kakor tudi višji stroški obratovanja, saj je potrebno dovajanje električne energije vakuumski postaji. V ceveh se podtlak giblje okoli 0,6 bar in odpadna voda potuje s povprečno hitrostjo 5-6 m/s.

Tlačni cevovodi za delovanje potrebujejo črpalke, ki so odvisne od električne energije in s tem ranljive na izpad te. Pred priključitvijo na tlačno omrežje se nastala odpadna voda iz enega ali več virov odva v zbiralnik oz. akumulacijski prostor, iz katerega se s pomočjo črpalke črpa v kanalizacijsko omrežje, kar posledično ustvarja tlak v omrežju. Tlačni sistem uporablja cevi minimalnega premera 100 mm, po katerih potuje odpadna voda z minimalno hitrostjo 0.75 m/s, s čem preprečimo usedanje. Minimalna globina vkopa je 1,20 m. Pri dolžini voda nad 150 m, na polovici voda vgradimo jašek s čistilnim kosom za potrebe čiščenja (Butler, 2004).

4.1.3 Glavni objekti na kanalizacijskem sistemu

Kanalizacijske cevi

Na izbiro cevi iz določenega materiala vplivajo zunanje in notranje statične obremenitve, trpežnost, masa in zanesljivost cevi, zahtevnost polaganja in vodotesnega spajanja kakor tudi cena (Berdajs in sod., 1998). Tehničnem pravilnik o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) predpisuje, da morajo cevi zagotavljati vodotesnost in odpornost proti kemijskim in drugim vplivom. Sestavni material cevovodov ne sme spreminjati fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških lastnosti vode. Cevi se dimenzionirajo na minimalno 50 letno pričakovano življenjsko dobo cevovoda. Minimalni dovoljeni notranji profil javne kanalizacije in spojnega kanala je 200 mm. Najmanjši naklon kanala javne kanalizacije mora omogočati minimalno hitrost 0,5 m/s srednjega dnevnega pretoka, da ne pride do zastajanja vode v kanalih. Največji naklon javne kanalizacije pa znaša 6 %. Priporočena globina polaganja cevi je 2 m.

Slokan (2003) navaja, da moramo biti pri dimenzioniranju cevi pozorni na izbiro ustreznega premera in naklona cevi, ki neposredno vplivajo na polnitve cevi in hitrosti vode v cevi. Tako projektant izbira pri določenem pretoku med manjšim premerom in večjim padcem za doseganje večjih hitrosti vode ali večjim premerom cevi in manjšim padcem. Slokar določa še ostale smernice dimenzioniranja za ločene ali mešane sisteme, kot so dejanska polnjenost cevi, dejanske hitrosti vode med drugim tudi odvisnost pretoka in hitrosti vode od padca za cevi različnih dimenzij itd.

Na izbiro imamo cevi iz polivinilklorida (PVC), kateri premer dosega do 500 mm in se uporabljajo za kanale manjših profilov. Rebraste cevi iz polivinilklorida ali polipropilena, premera od 100 mm do 500 mm. Premer od 200 do 1600 mm zavzemajo poliestrske cevi in se uporabljajo za kanalizacije

večjega premera. Cevi iz plastičnega materiala so dovolj toge, trajne, lahke, enostavne za polaganje in odporne proti korozijskim vplivom. Betonske in armirane betonske cevi imajo premere od 200 do 2400 mm. Zaradi velikosti, cene in odpornosti na abrazijo so primerne za padavinsko vodo. Cevi iz nodularne litine ali duktilne cevi in keramične cevi, ki zaradi visoke cene redko uporabljamo za kanalizacijske sisteme (Slokar, 2003). Kanalizacijske cevi morajo biti izdelane in preizkušene v skladu s standardom SIST EN 1401-1 in SIST EN 13476-1, ki zahteva kontinuirano preverjanje cevi.

Črpališča

Črpališča gradimo na mestih, kjer gravitacijsko odvajanje ni mogoče in je potrebno zagotoviti prečrpavanje odpadne vode na višji nivo. Uporaben sistem v zelo strmih ali položnih območjih, na gosto poseljenem ali območju z visoko podtalno vodo. Konstruirana morajo biti tako, da ne pride do motenj pri obratovanju, ne glede na kvaliteto dotoka. Na voljo imamo polžaste črpalke, centrifugalne črpalke, izrivne črpalke, črpalke na stisnjen zrak, izjemoma pa tudi batne in membranske črpalke. Na izbiri črpalke poleg vrste kanalske vode vpliva tudi velikost črpalne višine in pretoka (Kolar, 1983).

Revizijski jaški

Revizijski jaški so po Tehničnem pravilniku o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) gradijo na mestih, kjer pride do spremembe smeri, naklona niveleta, prečnega profila kanala ali na mestih kjer se kanalski vodi združujejo. Na kanalizacijskem omrežju so eni najpogostejših objektov, saj omogočajo dostop do kanalov ter njihov pregled in vzdrževanje. Do globine 1 m je njihov najmanjši premer DN 800 mm, pri večjih globinah pa 1000 mm. Jaške s globino večjo od 1 m je potrebno opremiti z vstopnimi lestvami. Revizijski jaški je na spodnjem delu sestavljen iz dna s priključki, koritnico, več cevi, reduciranega kosa v obliki presekanega stožca in cevi, ki tvori telo jaška z litoželeznim pokrovom. Pokrovi so običajno okrogle oblike s premerom 60 cm (lahko tudi 60 x 60 cm) in so vdelani v armiranobetonski okvir. Najmanjša nosilnost pokrova je 25 ton na voziščih ter 5 ton na ostalih površinah. Kadar v jašku združujemo kanale s premerom nad DN 400 mm, jih združujemo pod kotom, ki je na vtočni strani enak ali manjši od 45°. Pri kanalih manjšega premera pa je izvedena priključitev pod kotom v loku z koritnico.

Preglednica 6: Maksimalna razdalje med revizijskimi jaški v odvisnosti od premera cevi
(Vir: Uradni list RS, št. 75/2010)

Premer cevi	Maksimalna razdalja
DN 200 do DN 250	25 m
DN 250 do DN 500	50 m
DN 500 do DN 800	80 m
nad DN 800	100 m

Kaskadni jaški

Kaskadne jaške uporabimo v primeru, ko je v jašku višinska razlika med vtočnim in iztočnim kanalom večja kot 50 cm in ne smemo izvesti večjih padcev kanalov saj bi hitrost odpadne vode presegla 3 m/s.

Služi enakim namenom kot revizijski jašek, razlika je le v tem, da z dodatnim cevnim spojem vtočno cev povežemo z dnom jaška. Tako se pri skupnem odtoku razbremenijo preliv medtem ko se pri sušnem iztok pretaka po cevni spoj (Slokan, 2003; Kolar, 1983).

Ostali objekti

Za znižanje maksimalnega pretoka v kanalih uporabimo razbremenilnike in zadrževalne bazeni, kateri služijo odvajanju meteorne vode neposredno v odvodnik. S peskolovi onemogočimo prehod peska v kanalske cevi. Lovilci olja in maščob se vgradijo pred vtokom odpadne vode v kanalizacijsko omrežje povsod tam, kjer je potrebno predhodno odstraniti naštetih tekočin. Objekti za izpiranje kanalske mreže oz. prekucniki se gradijo na mestih kjer je hitrost v kanalu pod 0,4 m/s in pride do zastajanja odpadne vode (Uradni list RS, št. 75/2010).

4.2 Izgradnja javne kanalizacije

Pri načrtovanju in gradnji kanalizacijskih sistemov moramo upoštevati nemške standarde ATV in evropske EN. Najpomembnejši standard je SIST EN 1610:2015, kateri detajlno obravnava polaganje in preskušanje vodov in kanalov, ki so položeni v zemljo. Naslednji pomemben Evropski standard je SIST EN 752:2009, ki obravnava odvod odpadne vode in kanalizacijski sistem zunaj zgradb. Določa zahteve glede načrtovanje, projektiranje, namestitve, delovanja, vzdrževanja in sanacije. Standard SIST EN 476:2011 je združitev standardov EN 467, EN 773 in EN 1293 ter določa splošne zahteve za cevi, fittingi in vstopne odprtine z ustreznimi spoji, ki se uporabljajo pri odtočnih ceveh, vodih in kanalih. Med drugimi upoštevamo standard SIST EN 1295 – 1:1998, ki določa projektiranje vkopanih cevovodov pri različnih pogojih obremenitev, kar je mišljeno na atmosferski pritisk.

Pred samo gradnjo kanalizacije se mora geodet zakoličiti ostale obstoječe komunalne vode (vodovod, elektrika, plinovod, telefonske vode, javno razsvetljavo, ...), kateri so v bližini zakoličene trase kanalizacije. V primeru prenavljanja ali novogradnje ostalih vodov se kanalizacija gradi prava, ker leži najgloblje. Izkop širokih jarkov pod kotom ali jarkov z navpičnimi stenami je odvisen od danega prostora. Širine morajo biti dovolj velike, da lahko enostavno in varno položimo cevi. Minimalne širine jarkov glede na premer cevi so prikazane v preglednici 7 (Butler, 2004).

Preglednica 7: Minimalna širina jarkov glede na premer cevi (Vir: Butler, 2004)

DN [mm]	Minimalna širina jarka [m]		
	opažni jarek	neopažni jarek	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
do 225	OD + 0.4	OD + 0.4	/
225 do 350	OD + 0.5	OD + 0.5	OD + 0.4
350 do 700	OD + 0.7	OD + 0.7	OD + 0.4
700 do 1200	OD + 0.85	OD + 0.85	OD + 0.4
nad 1200	OD + 1.0	OD + 1.0	OD + 0.4
OD = zunanji prerez cevi; DN = premer cevi; β = naklon brežine			

Preglednica 8: Minimalna širina jarka glede na globino jarka (Vir: SIST EN 1610)

Globina jarka [m]	Minimalna širina jarka [m]
do 1	brez minimalne širine
od 1 do 1,75	0.8
od 1,75 do 4.0	0.9
nad 4.0	1.0

Izkop jarka

Izkop je eden dražjih in težjih posegov pri izgradnji kanalizacije. Neopazni izkop se uporablja na mestih kjer nam razpoložljivi prostor in lastnosti tal to dopuščajo oz. pri plitvejših cevovodih. Pozornost je potrebno usmerit na preprečitev izpiranja in porušitve brežin, saj se izvajajo z naklonom od 45° do 90° glede na vodoravnico. Pri opaznem izkopu brežine zavarujemo z lesenimi ali jeklenimi opaznimi plohi, ki jih zabijamo vodoravno ali navpično in se uporablja na mestih kjer neopazni izkop ni izvedljiv. Pri večjih globinah je zaradi ekonomskih razlogov primeren izkop na predorski način (Kolar, 1986). Pri izkopu jarka moramo vedno zagotoviti odtok vode z območja izkopavanja. Glede na vrsto in primernost izkopanega material, ga lahko ponovno uporabimo za zasip. Izkopani material zbiramo na dovolj oddaljenem mestu, da ne obremenjuje robov jarka in na ovira cestnega prometa. Izkop se izvaja strojno, pazljivo in na območjih ostalih komunalnih vodov predhodno določimo njihov položaj, da v procesu izkopa ne pride do poškodb. Po izvedenem izkopu se pregleda pravilnost izvedbe s strani nadzornega organa, kateri odobri montažo cevovoda (Kanalizacija..., 2015).

Polaganje cevi

Položene cevi morajo biti dovolj trpežne, da prenesejo težo zemlje, prometa, vode, katero pretakajo in ostalih obremenitev. Pred polaganjem moramo preveriti, če cevi niso poškodovane. Cevi polagamo na peščeno posteljico ustrezne granulacije in minimalne debeline 15 cm. Posteljica mora biti zgoščena in postavljena po celotni dolžini voda tako, da ne zgubimo višinske točnosti in povzročimo zastajanje vode v kanalih. Zaradi zaščite pred mehanskimi poškodbami, zmrzovanjem in premikanjem, cevi obsujemo in zasujemo z nezveznim materialom. Pri tem upoštevamo vrsto cevi in navodila standarda SIST EN 1610. Cevi so lahko položene tudi na betonsko posteljico. Praviloma se postavitve cevi začne na končnem delu cevovoda, zaradi lažjega odtekanja vode iz jarka in že priključenih kanalov (Slokan, 2003).

Zasip jarka

V predelu cevi mora biti zasipni material v celoti prilagojen pogojem, ki jih določa proizvajalec. Pravilen material za zasip mora biti vgrajen in skrbno zgoščen na obeh straneh cevi istočasno, da cev ali vod ostane na istem mestu. Nad cevmi mora biti vgrajen neprekinjen opozorilni trak. Material za zapolnjene jarka in njegovo zgoščevanje mora v celoti ustrezati ustaljenim pogojem za gradnjo nasipa, saj je le od tega odvisna tudi debelina nasipa. S skrbnim zgoščevanjem preprečimo poznejše prekomerno posedanje in takojšnje vgraditev voziščne konstrukcije (Kanalizacija..., 2015).

Križanje kanalov z ostalimi podzemnimi vodi, napravami in objekti

V tehničnem pravilniku o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) so določeni minimalni vertikalni in horizontalni odmiki od obstoječih vodov in načini izvedbe prečkanja cest, železnic in vodotokov. Kanalizacija se križa z drugimi vodi horizontalno in brez vertikalnih lomov, le v posebnih primerih uporabljamo križanje pod maksimalnim kotom 45° .

Kanalizacija se praviloma gradi pod drugimi vodi. V primeru gradnje vodovoda pod kanalizacijo mora biti vodovod vgrajen v zaščitni cevi z minimalnim vertikalnim odmikom 0,6m. Podobna pravila veljajo pri gradnji vodovodne cevi nad kanalizacijsko na območjih vodoprepustnega in vodo ne prepustnega zemljišča.

Horizontalni odmiki, določeni po horizontalni kateti pravokotnega trikotnika in začetkom 30 cm nižje od kote cevi. V različnih primerih, kot je dogovor z upravljavcem komunalnih vodov, se lahko horizontalni odmiki spremenijo, vendar ne smejo biti manjši od določitev po standardu SIST EN 805. Tako so lahko odmiki od obstoječih podzemnih napeljav in podzemnih temeljev ter tem skladnih naprav minimalno 0,4 m. Horizontalen odmik 0,2 m je dovoljen pri veliki podzemni gostoti napeljav. Pomemben je tudi odmik od dreves in okrasnega grmičevja, kateri je od 1 m do 2 m, saj lahko s koreninami povzročijo poškodbe kanalov. Na lokacijah križanja in paralelnega vodenja kanalizacije ter ostalih instalacij se izvede izključno ročni izkop ob prisotnosti pooblaščen osebe izbranega izvajalca. V tehničnem pravilniku so predpisani načini prečkanja kanalov preko cest, železnic in vodotokov, ki se lahko izvajajo nadzemno in podzemno.

4.3 Preizkus vodotesnosti ter vzdrževanje in obratovanje kanalizacijskih sistemov

Preizkus vodotesnosti

Preizkus vodotesnosti cevovodov je potrebno izvajati med gradnjo, pri rekonstrukciji, obnovi in na vodovarstvenih območjih vodnih virov. Kaskadni in revizijski jaški se preizkušajo ločeno od kanalizacijskih cevi. V tehničnem pravilniku o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) so določeni preizkusi:

- preizkus tesnosti z vodo, kjer morajo biti maksimalne izgube v dopustnih mejah (po SIST 1610),
- preizkus tesnosti z zrakom (po SIST 1610),
- preizkus infiltracije,
- preizkus s pregledom pohodnih kanalov,
- pregled s TV kamero,
- določitev sušnega odtoka.

Izvajalci uradnega preizkusa vodotesnosti so pooblaščen osebe, ki preverjajo tesnost cevovodov po zasipu. Priporočeno je izvajanje pred-preizkusov, ko cevi še niso popolnoma zasute, saj je omogočeno hitrejše, lažje in cenejše popravljanje. Glede na veljavne normative je potrebno o preizkusu izdelati zapisnik (Slokan, 2003).

Vzdrževanje, nadzor in obratovanje javne in interne kanalizacije

Prizadevati si moramo za načrtno gospodarjenje in vzdrževanje celovitega kanalizacijskega sistema, saj tako zmanjšamo možnosti okvar, stroške popravil in podaljšamo dobo obratovanja (Kolar, 1983).

Za primerno obratovanje, nadzor ter vzdrževanje javne in interne kanalizacije skrbijo izvajalci javne službe, kateri o izvajanih postopkih vodijo posebno evidenco. Izvajalec javne službe je obvezan voditi evidenco priključkov na javno kanalizacijo ter kataster javne kanalizacije, ki vsebuje situacijo, vzdolžne profile ter podatke o stanju kanalizacijskega omrežja in naprav. Najmanj enkrat letno so dolžni izdati pisno poročilo o izvajanju dejavnosti in drugi problematiki glede odvajanja in čiščenja odpadne vode.

Nadzor se izvaja nad dotokom v sistem in v čistilno napravo kakor tudi nad kakovostjo, količino in pogostostjo emisij na izpustu v odvodnik. Pomemben je tudi nadzor strupenih in eksplozijskih plinov v sistemu. Izvajalci javne službe morajo pri vzdrževanju javne kanalizacije zagotoviti čiščenje in vzdrževanje objektov javne kanalizacije ter izvajanje popravil na javni kanalizaciji in pripadajočih objektih (Uradni list RS, št. 75/2010).

4.4 Priključitev uporabnika na javno kanalizacijo

Hišna odpadna voda se od zbirnega jaška do javnega kanalizacijskega omrežja odvaja s kanalizacijskim priključkom, ki je del interne kanalizacije in je v lasti uporabnika. Javna služba obvesti bodočega uporabnika o pričetku obratovanja javne kanalizacije ter o obvezni priključitve njegove stavbe na javno kanalizacijo, ki se mora izvesti v roku šestih mesecev. Uporabnik mora pred začetkom gradnje kanalizacijskega priključka, z pisno vlogo pridobiti od izvajalcev javne službe soglasje za gradnjo le-tega. V soglasju so definirane smernice za priključitev in izgradnjo interne kanalizacije, ki so v skladu z določbami Tehničnega pravilnika.

Uporabnik lahko odloča samo o načinu izvedbe zemeljskih del, vsa ostala dela na javni kanalizaciji, priključkih ter izvedbi hišnih priključkov, se izvajajo le s soglasjem in pod nadzorom izvajalca javne službe. Javna služba odobri priključitev na podlagi prijave uporabnika in izdanem potrdilu o ustreznosti izgradnje tega. Stroške priključitve hišne kanalizacije na javno kanalizacijo krije uporabnik. Priključitev na javno kanalizacijo izvedemo pod kotom 45⁰, neposredno na zgornjo polovico cevi (Uradni list RS, št. 75/2010).

4.5 Male komunalne čistilne naprave in odpadna voda

Male komunalne čistilne naprave so v uredbi o emisijah snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/2012) definirane kot komunalne čistilne naprave z zmogljivostjo manjšo od 2000 PE.

Delovanje malih komunalnih čistilnih naprav do 2000 PE ureja uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/2015).

Po tehničnem pravilniku o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010), moramo med drugim pri zasnovi ČN upoštevati:

- predpisana stopnja čiščenja mora biti zagotovljena, kot tudi možnost širitve naprave,

- sestavo odpadne vode, kjer smo pozorni na prisotnost agresivne in korozivne snovi,
- značilnosti lokacije in klimatske razmere, kot so temperatura, vlažnost, vetrovi itd.,
- prilagoditi je potrebno zahteve glede hrup, smradu, pene, vibracije, elektromagnetnega sevanja itd.,
- zahtev, ki se nanašajo na zasnovo čistilne naprave in so določena v razpisni dokumentaciji oz. v projektni nalogi,
- zahteve, ki se nanašajo na vzdrževanje in obratovanje.

Odpadna voda

Odpadna voda je onesnažena voda, ki nastaja iz hišnih odpadnih snovi, človeških in živalskih odpadkov, industrijskih obratov, padavinskih odtokov in infiltracije podtalnice. Odpadna voda vsebuje cca. 99 % vode in cca. 1 % raztopljenih ali suspendiranih snovi, katere je potrebno odstraniti (Roš, 2010). Ta 1 % snovi je mešanica izločkov, delov hrane, maščob, olja, mila, kovin, detergentov, plastike in peska. Organski del primarno sestavljajo proteini, ogljikovi hidrati, maščobe, kar hkrati prikazuje prehranske navade ljudi, ki odvajajo odpadno vodo na ČN. Glavni cilj čiščenja odpadnih voda je preprečevanje teh snovi in jih spremeniti v obvladljivo obliko (blato), medtem ko majhno količino pustimo v iztoku (Gray, 1999). Na splošno ima po kompoziciji odtok odpadne vode 30 % usedljivih snovi in 70 % neusedljivih ter 70 % organskih in 30 % mineralnih snovi. (Panjan, 2004).

Stopnje čiščenja

Pri čiščenju odpadne vode uporabljamo proces sedimentacije ter biološke in fizikalno-kemijske procese. Za učinkovito čiščenje odpadne vode uporabljamo kombinacijo posameznih procesov, kateri so odvisni od same odpadne vode. Samo čiščenje odpadne vode v tehnoloških napravah delimo na predčiščenje ter na tri stopnje in občasno (odvisno od zahtev) dodamo še četrto stopnjo (Gray, 1999).

- Predčiščenje: temelji na odstranjevanju in razpadu trdih snovi. Odstranijo se različni peski in gospodinjski odpadki ter olja in maščobe. Naprave, ki jih pri tem uporabljamo, so drobilci, grobe in fine grablje, sita in lovilniki olj in masti.
 1. Primarno čiščenje (sedimentacija): Fizikalno in delno kemijsko čiščenje lažje odstranljivih snovi v odpadni vodi. Na tej stopnji odstranimo usedljive ali plavajoče suspendirane snovi s sedimentacijo ali flotacijo.
 2. Sekundarno (biološko) čiščenje: V tej stopnji mikroorganizmi oksidirajo raztopljene snovi. Dogaja se predvsem biološka razgradnja organskih snovi in delno odstranjevanje dušikovih spojin.
 3. Terciarno čiščenje: Nadaljnjo čiščenje biološko obdelane vode z namenom odstranitve preostalega BPK₅, suspendiranih snovi, določenih bakterij, specifičnih strupenih snovi ali hranljivih snovi, da bo voda na iztoku v skladu z mejno dovoljeno koncentracijo.
- Dodatna stopnja se imenuje "poliranje" odpadne vode, kjer se z kemijsko dezinfekcijo (klor, ozon), adsorpcijskimi filtri (aktivno oglje), oksidacijo (hidroksilni radikali), UV dezinfekcijo itd., izvaja dezinfekcija iztoka in težko razgradljivih organskih in anorganskih snovi ter patogenih bakterij. S tem preprečimo stik ljudi s patogenimi organizmi, ki so vzrok nalezljivih bolezni (kolera, hepatitis).

MKČN imajo le redko vgrajeno terciarno čiščenje, saj že s primarnim in sekundarnim čiščenjem zagotovijo zadostno učinkovitost čiščenja, ki ga zahtevajo predpisi.

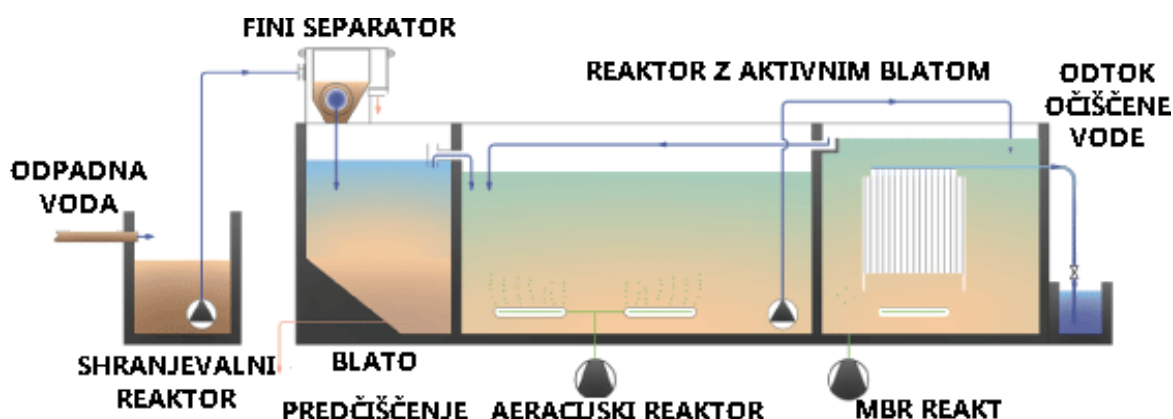
4.5.1 Čistilna naprava MBR (Membransko biološki reaktor)

Tehnologija MBR temelji na biološki razgradnji onesnaževal z aktivnim blatom, čemur sledi mikrofiltracija ali ultrafiltracija tekočine skozi membransko enoto. Preferenca membranske čistilne naprave je ločevanje trdih snovi in vode skozi membranski modul. Kar pomeni, da zamenjuje terciarno filtriranje ter potreben sekundarni gravitacijski usedalnik in posledično ČN zavzema manjši prostor. Pri mikrofiltraciji zavzemajo pore velikost od 0,05 μm do 2 μm in odstranimo suspendirane snovi. Z ultrafiltracijo iz odpadne vode lahko odstranimo bakterije in viruse saj so velikosti por od 0,005 μm do 0,1 μm . Takšna velikost por omogoča kvalitetno očiščeno vodo na iztoku iz sistema (Kurbus, 2008).

Prednosti MBR omogoča naslednje (Comteh d.o.o., 2016) :

- večjo koncentracijo suspendiranega aktivnega blata v biološkem delu (8 do 15 ali celo več g/l),
- boljše fazno ločevanje suspendiranega aktivnega blata od očiščene odpadne vode (očiščena odpadna voda je v rangi 1 NTU, kar pomeni, da je koncentracija suspendiranih snovi na iztoku praktično pod mejo merljivosti),
- večja hidravlična fleksibilnost, saj lahko membrane same delujejo v različnih transmembranskih tlakih (različni pretoki preko membran),
- visoko starost aktivnega blata (aerobna stabilizacija),
- fleksibilnost na dnevno nihanje dotoka odpadne vode,
- odstranjevanje mikroorganizmov iz očiščene odpadne vode (celokupne koloformne bakterije pod 1 cfu/100ml, fekalne koloformne bakterije pod 1 cfu/100ml, alge ≥ 5 log odstranjevanje) zaradi česa ni potrebno naknadno odstranjevanje ali uničevanje teh mikroorganizmov.

Slika 10: Vzdolžni prerez delovanja ČN MBR (Vir: mena-water.de)



Z namenom izognitve vtoka trdih delcev v membranski reaktor je potrebno odstranjevanje finih delcev v postopku mehanskega predčiščenja. S tem zmanjšamo možnost poškodovanja membrane, povečamo življenjsko dobo, zmanjšamo stroške obratovanja in pridobimo kvalitetnejše blato.

MBR delimo glede na postavitev filtracijske membrano. Poznamo sistem s potopljeno membrano in ločeno membrano. V bioreaktorju potopljena filtrska membrana, črpa biološko očiščeno vodo z

ustvarjenjem pritiska ali s tvorjenjem vakuumu in vsesavanjem odpadne vode skozi votle cevi membranskega modula s pomočjo črpalke. Pri procesu membrana učinkovito ločuje mikroorganizme iz biološko očiščene odpadne vode in s tem zagotovi želeno dezinfekcijo vode. Pod membranskim filtrom je vgrajen aeracijski sistem (difuzor), ki povzroča turbulentno mešanje in preprečuje mašenje. Po potrebi črpamo presežno usedlo blato v primarni aeracijski bazen, določen del blata pa odstranimo. Zaradi manjšega trans-membranskega tlaka je poraba energije manjša, kot pri ločenem sistemu. Ločen sistem ima filtrsko membrano postavljeno izven reaktorja, kar omogoča lažje čiščenje membrane. Suspenzija aktivnega blata in odpadne vode se črpa iz bioreaktorja k filterski membrani z veliko hitrostjo in visokim trans-membranskim tlakom. (Radjenović in sod., 2007). Podrobni opis delovanja izbrane ČN MBR je v poglavju 5.4.

Učinkovitost delovanje membranskega reaktorja je odvisna od prepustnosti odpadne vode skozi membrano, ki je podana kot pretok skozi membrano pod določenem tlakom. Temperatura odpadne vode vpliva na viskoznost biomase in posledično na učinkovitost prepustnosti membrane, tako je naj ugodnejša temperatura odpadne vode od 15⁰ do 25⁰C. Membrane lahko čistimo z izpiranjem ali z različnimi kemikalijami, odvisno od vrste membrane in tipa umazanije (Kurbus, 2008)

Čistilna naprava "Gospodična" podjetja COMteh d.o.o. je bila zgrajena v letu 2009 na lokaciji Planinskega doma Gospodična na Gorjancih in ima kapaciteto 20 PE. ČN uporablja tehnologijo MBR z potopljeno ultrafiltracijsko membrano. V preglednici 9 je prikaz kvalitete čiščenja čistilne naprave.

Preglednica 9: Prikaza kvalitete čiščenja ČN MBR "Gospodična" (Vir: www.comteh.si)

Parameter	Mejna vrednost	Povprečni doseženi paramet.
BPK5	30 mg/l	1 mg/l
KPK	150mg/l	24,4 mg/l
Suspendirane snovi	niso določene	0,5 mg/l
E. coli	1000 cfu/100 ml	0 /100 ml
intestinalni enterokoki	400 cfu/100 ml	0 / 100 ml

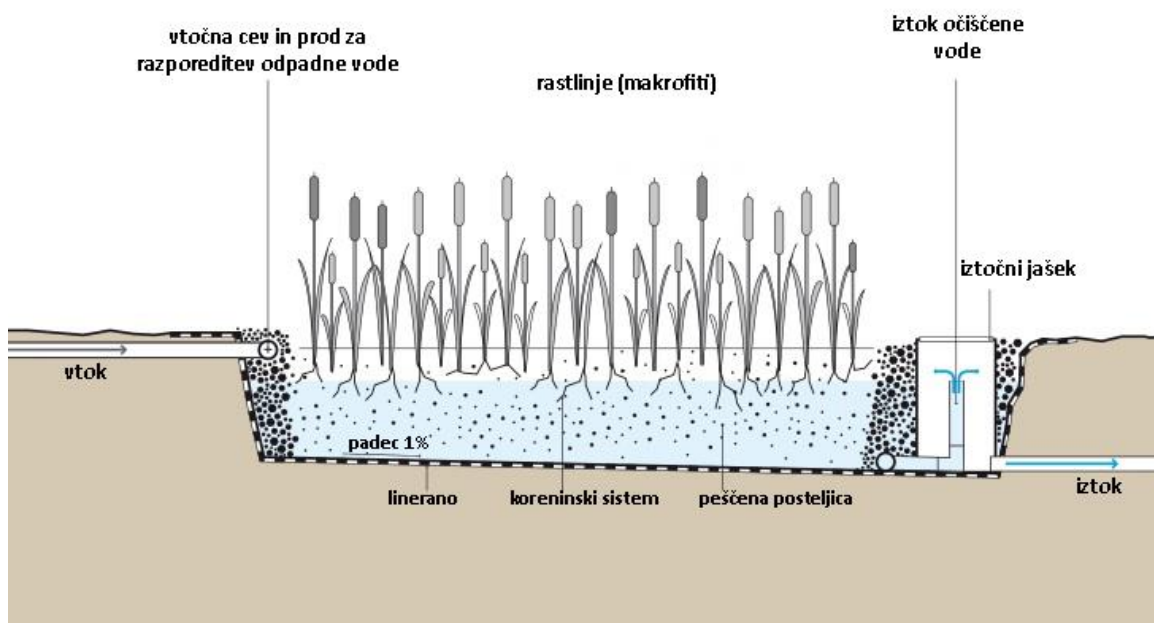
4.5.2 Rastlinska čistilna naprava s podpovršinskim tokom

Rastlinska čistilna naprava posname samočistilne procese v umetnih jezerih in močvirskih ekosistemih, tako da jih projektiramo na čim večjo učinkovitost čiščenje pri čim manjši porabi prostora (Horvat, 2000). Čiščenje odpadne vode v rastlinskih čistilnih napravah se odvija s pomočjo mešanice peščenih medijev (prodne posteljice) in močvirskih rastlin (trsje), na katerih se razvijejo kolonije aerobnih in anaerobnih mikroorganizmov, ki razgrajajo organske in anorganske snovi (Roš, 2010).

Odpadni vodi v postopku predčiščenja (primarnega čiščenja) odstranimo delce, ki lahko povzročijo mašenje peščenega medija in učinkovitost čiščenja. Za predčiščenje uporabljamo usedalnike kot so lagune, pretočne greznice, dvoetažne usedalnike, filtre, aeracijske bazene. Primarno očiščena odpadna voda se pod površino (od 5 do 15 cm), v horizontalni smeri gravitacijsko pretaka skozi pore peščene posteljice, kjer poteka glavno čiščenje s stikom odpadne vode z neposredno okolico koreninskega

sistema rastlin. Poleg primarne in sekundarne stopnje čiščenja RČN omogoča tudi terciarno stopnjo. Dosegajo visoko stopnjo navezovanja dušikovih in fosforjevih spojin (Griessler, 2013). Vzdolžni prerez skozi RČN s podpovršinskim tokom je prikazan na sliki 11.

Slika 11: Vzdolžni prerez rastlinske čistilne naprave s podpovršinskim tokom (Vir: www.sswm.info)



Kvaliteta čiščenja je odvisna tudi od izbire vrste močvirskih rastlin. Te se med seboj razlikujejo po zmožnosti navezovanja strupenih in hranilnih snovi, razrasti podzemnega dela, prilagodljivosti na spremembe v okolju ter produktivnosti. Pomembna funkcija koreninskega sistema je vzdrževanje prepustnosti medija in sproščanje kisika, s čem zmanjšujejo število patogenih bakterij, navzemajo toksične in hranilne snovi ter omogočijo delovanje anaerobnih mikroorganizmov (Vrhovec, 2008).

Na Irskem opravljene analize učinkovitosti čiščenja na trinajstih RČN, katerih rezultati so prikazani v spodnji razpredelnici (Vrhovec, 2008):

Preglednica 10: Učinkovitost čiščenja RČN (Vir: Vrhovec, 2008)

Parametri	Kvaliteta čiščenja
BPK ₅	76.8% - 99.8%
KPK	76.3% - 99.7%
NH ₃	67% - 99.9%
SS	72.2% - 99%
P	26% - 99.9%

Zahtevano so minimalna vzdrževalna dela, kot odstranitev kompetitivnih rastlin in košnja močvirskih rastlin s čimer preprečimo vračanje strupenih in hranilnih snovi nazaj v vodo (Roš, 2010). Pri nižjih temperaturah v zimskem času, rastline služijo kot toplotna izolacija za mikroorganizme in omogočajo relativno delovanje (85 %) RČN. Cena postavitve rastlinske čistilne naprave je odvisna od cene

peščenega medija in vrednosti gradbenega zemljišča. Investicijski stroški so pri gradnji večji, ampak se povrnejo dolgoročno, saj ima RČN nizke vzdrževalne stroške in dolgo življenjsko dobo. Za delovanje ne potrebuje električne energije ali rednih servisov. Odlikuje jo prijetna naravna vizualna podoba in nemoteča vključitev v okolje (Limnos). Dimenzioniranje RČN je predstavljeno v poglavju 5.5.

4.5.3 Mejne vrednosti onesnaženosti ter prve meritve in obratovalni monitoring

Uredba o odvajanju in čiščenju odpadnih voda (Uradni list RS, št. 98/2015) določa za čistilne naprave mejne vrednosti na iztoku za primarno, sekundarno in terciarno čiščenje. Problem se pojavi pri čistilnih napravah z velikostjo aglomeracije do 50 PE in od 50 PE do 2000 PE. Pri malih ČN do 50 PE merimo pri primarnem čiščenju samo KPK, ki je omejen z 200 mg/l, medtem ko parameter BPK₅ sploh ne preverjamo. Za ČN od 50 do 2000 PE pa znaša omejitev BPK₅ 30 mg/l in KPK 150 mg/l. Meritev pri sekundarnem in terciarnem čiščenju niso določene in se niti ne izvajajo.

Glede na to, da v Sloveniji veliko ljudi živi na ruralnih območjih, ki so hkrati vodovarstvena območja, kjer odvajajo odpadno vodo brez primerne čiščenja. Na večjem delu teh območij imamo kraško ozemlje, na katerem ni ostre meje med površinskimi in podzemnimi vodami. Slabo očiščena voda, ki odteka iz MKČN v vodna telesa, lahko hitro onesnaži vitalne dele vodnih teles. Čeprav so na teh območjih ponekod že grajene MKČN, ali so v načrtu gradnje, bi bile potrebne strožje omejitve na iztoku iz MKČN, saj niso določene mejne vrednosti za dušik, fosfor in mikrobiološke parametre. Hkrati bi bilo potrebno zapisati ustrezne predpise za emisije neprijetnih vonjav tako za KČN kot MKČN. Pri nezadostnem čiščenju odpadne vode lahko neprijetne vonjave vplivajo negativno na ljudi in njihove dejavnosti, kot npr. v turističnih kompleksih na ruralnih območjih.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda... (Uradni list RS št. 54/2011) določa parametre onesnažil in način vzorčenja odpadnih voda pri prvih meritvah. Prve meritve se izvedejo takoj po prvem zagonu nove čistilne naprave. Posebnost so MKČN do velikosti 50 PE, ki so v skladu z uredbo se namesto obratovalnega monitoringa ali prvih meritev, izdelava ocena obratovanja, s katero se dokaže da MKČN deluje v skladu s predpisi. Ta se izvaja enkrat na tri leta. Pri MKČN velikosti od 50 do 200 PE se izvajajo po dve meritvi osnovnih in dodatnih parametrov vsako tretje leto, medtem ko pri velikosti od 200 do 1.000 PE pa po dve meritvi vsako drugo leto. Za prve, občasne ali trajne meritve mora odgovorna oseba za obratovalni monitoring izdelati poročilo.

5. PROJEKTIRANJE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV ZA ODPADNO VODO

5.1 Osnova za načrtovanje

Za projektiranje KS sem uporabil program SEWER+, Slovenskega podjetja SI-King inženiring d.o.o. Predhodno sem na Geodetski upravi RS pridobil TTN5 (Temeljni topografski načrt 1:5000) in DMV5 (Digitalni model višine z mrežo 5 m x 5 m). Podatki DMV 5 so podani v ASCII zapisu (y, x, H) in natančnostjo 3 m na poraslem terenu ter 1 m na odprtih področjih. Ker je bil TTN5 vektorske izdelave in slabe vidljivosti sem ga uporabil kot podlago za umestitev DOF5 (Digitalni ortofoto 1:5000), ki sem ga pridobil na spletni strani prostorskega informacijskega sistema občin PISO. Naknadno sem še dodal model DMV5, s katerim SEWER+ zaznava in interpolira višine na izbranih točkah. Veliko sem koristil tudi spletne geografske informacijske sisteme kot so PISO in Atlas okolja (ARSO) za hitre meritve, preglede področij ter podatkov stanovanjskih stavb in zemljišč.

5.2 Program SEWER+

Opis program je povzet po Sewer+ uporabniških navodilih, pridobljenih s strani podjetja. V spodnjih vrsticah je kratek opis osnovnih korakov za izvedbo KS. Sam program deluje tako, da ustvari 3D prostor – stanje terena in obstoječih podzemnih vodov, ki jih lahko kombiniramo z novimi elementi kanalizacijskih sistemov. Osnova za projektiranje je mreža, kjer z vnašanjem novih elementov KS ustvarjamo novo 3D mrežo.

Vnos terenskih podatkov

Predhodno je potrebno vnesti podatke o terenu in sedanjem obstoječem komunalnem sistemu.

Sewer + omogoča različne načini vnosa podatkov v projekt:

- točke iz datoteke: vnos terenskih točk iz tekstualne datoteke v obliki koordinat x,y,z;
- točke iz blokov: terenski podatki so podani v atributu blokov, narisanih v risbi in vsebujejo podatek z višino;
- 3D točke iz risbe: v risbi so objekti, kot plastnice ali točke z Z koordinato;
- ročni vnos točk;
- rastrske podloge: podloge kot so DOF, TTN itd.

Terenske podatke lahko po vnosu spreminjamo, brišemo ali dodajamo. Za lažji potek in določitev trase KS sem uporabil digitalni ortofoto posnetek (DOF), za izdelavo DMV so uporabljene višinske točke.

Vnos osi

Z vnosom osi določimo situacijski potek posameznega komunalnega voda in tvorimo KS medsebojno povezanih vodov ter situacij križanja z ostalimi vodi. Z vnašanjem temen posameznih kanalov podaljšujemo os obstoječega kanala in tvorimo nov kanal. Temena se vnašajo na konec kanala in z dodajanjem novih tvorimo traso.

Izbrana temena so prikazana na revizijskih jaških, ki jim po zaključenem vnosu osi lahko spreminjamo višino nivelete in na novo definiramo os kanala.. Z izbrisom revizijskega jaška se kanala združita v

enega, kar spremeni potek osi. Po spremembi se elementi, ki so povezani s predhodnim ali naslednjim jaškom, preračun terena, sprememba kote pokrova in sprememba stacionaže izvršijo samodejno.

Vnos nivelete

Niveleto lahko določimo po vnosu trase komunalnega voda, na vzdolžnem profilu posameznega kanala. Lahko jo vnašamo numerično ali v mojem primeru grafično. Pri izrisu vzdolžnega profila se prikažejo podatki in elementi na KS med drugimi so to iztočni jašek s svojo dimenzijo in globino ter temena dotočnih kanalov in križanja z drugimi vodi. Pri dimenzioniranju nivelete sem upošteval, da so hitrosti v kanalih nad 0,4 m/s in padec večji od 0,3 %.

Hidravlični izračun

Po izvedbi poteka tras KS v situaciji in poteka nivelet kanalov ter določitve vtoka odpadnih vod v kanale, lahko začnemo preverjati hidravlično prevodnost sistema. Program hidravlične izračune izvede po retenzijski metodi in se avtomatsko zapisujejo z določitvijo posameznih kanalov in njihovih nivelet. Glede na vrsto izbranih cevi, se v izračunih upošteva zadrževanje odpadne vode. Dodatno je potrebno vnesti podatke o prebivalcih, želeno polnitev KS, podatke za izračun sušnega odtoka in koeficient tujih vod. Program nas opozori, če pride do večje polnitve cevi kot predvideno in sam popravi dimenzije cevi. Omogočena je možnost izvoza podatkov o maksimalni polnitvi H (%), maksimalen tok po cevi Q_{max} ter maksimalna in minimalna hitrost v cevi

Poročila

Sewer+ nam omogoča izpis podatkov v obliki poročila o dimenzijah in številu jaškov, dimenzijah in dolžini cevi ter podatke o zakoličbi vodov, z možnostjo nadaljnje obdelave podatkov. Dodatno omogoča tudi izračun in izpis volumnov izkopov in zasipov.

5.3 Hidravlične obremenitve kanalizacijskega sistema

Kanalizacijski sistemi imajo podaljšano življenjsko dobo in so običajno dimenzionirani za predvidene stanje, minimalne dobe 50 let v prihodnost. Doba dimenzioniranja temelji na urbanističnih in različnih razvojnih načrtih območja, katere lahko definiramo s faktorji, kot so: izvedljivost razširitve sistema v prihodnosti, predvidena rast prebivalstva in ekonomsko stanje, razvoj industrije, komercialna proizvodnja itd. (Butler, 2004).

Za dimenzioniranje moramo upoštevati demografsko napoved za prihodnjih 50 let, kolikor je amortizacijska doba kanalizacijskega sistema. Navadno so za mesta in večja naselja podatki podani v razvojnih planih, medtem ko za večino manjših naselij ti plani niso izvedeni. Za manjša naselja se običajno uporablja letni minimalni prirastek prebivalstva (p) 0,5 %. (Panjan, 2005). Trenutno stanje prebivalcev v letu 2016, ki sem ga uporabil pri dimenzioniranju, sem pridobil pri Statističnem uradu republike Slovenije (Število prebivalcev...). Rast števila prebivalcev v določeni dobi pridobimo po enačbi [1].

$$A = A_0 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n, \quad [1]$$

Pri čemer je:

A – demografska prognoza po n letih [P],

A_0 – trenutno število prebivalcev [P],

p – letni prirastek prebivalstva [%],

n – število amortizacijskih let za kanalizacijski sistem [leto]

Porabi vode se razlikuje glede na obravnavano območje, ki je odvisno od življenjskih navad gostote prebivalstva, industrializacije, klime, cene vode itd. Potrošnja se spreminja skozi dan, teden, mesec in leto.

Panjan v razpredelnici prikaže gibanja porabe vode v odvisnosti od velikosti naselja, da za mala podeželska naselja z manj kot 2000 PE je maksimalna dnevna poraba od 80-100 l/P/dan, medtem ko za večja naselja od 2000 do 10000 PE je maksimalna dnevna poraba 150 do 200 l/P/dan. (Panjan, 2004). Po SURS je bilo v Ljubljani leta 2009 povprečno porabljeno 164,4 l/P/dan, medtem ko v manjših občina je okvirna poraba 102 l/P/dan. (SURS, svetovni dan vode 2011). Za obravnavana območja sem se odločil za povprečno porabe vode (n_p) 140 l/P/dan. Po enačbi [2] izračunamo dotok odpadne vode iz gospodinjstev čez n let (Panjan, 2004).

$$q_n = A \cdot n_p, \quad [2]$$

Pri čemer je:

q_h - dotok odpadne vode iz gospodinjstev [l/s]

A - demografska prognoza po n letih [P]

n_p – povprečna poraba vode na prebivalca [l/P/dan]

Za hidravlično dimenzioniranje je potrebno upoštevati sledeče dotoke:

$$q_s = (q_h + q_i) + q_t \quad [3]$$

Pri čemer je:

q_s – celotna odpadna voda za sušni odtok [l/s],

q_h – odpadna voda iz gospodinjstev, male obrti, trgovin in ustanov [l/s],

q_i – odpadna voda iz obrti in industrijskih obratov [l/s],

q_t – tuja voda [l/s].

Zaradi visokih podtalnic in nestrokovne izvedbe kanalizacije, lahko v kanale nekontrolirano vdira tuja voda. Količino tuje vode zajemamo kot 100 % povečan odtok, ali kot določeno vtekanje vode v kanalske cevi v odvisnosti od gostote prebivalstva (Slokan, 2003).

Za dimenzioniranje sistema na skupni sušni odtok q_s [l/s], ga pretvorimo v dnevni odtok Q_d [m³ / dan] ali [l/dan]. Za manjše aglomeracije uporabljamo enačbe od [4] do [6] (Panjan, 2005).

$$Q_{\max} = \frac{Q_d \text{ [m}^3 \text{ / dan]}}{8}, \quad [4]$$

$$Q_{\min} = \frac{Q_d [\text{m}^3 / \text{dan}]}{37}, \quad [5]$$

$$Q_{\text{sr}} = \frac{Q_d [\text{m}^3 / \text{dan}]}{24}, \quad [6]$$

Pri čemer je :

$Q_{\max}$ – maksimalni urni dotok [l/s]

$Q_{\min}$ – minimalni urni dotok [l/s]

Q_{sr} – srednji urni dotok [l/s]

$Q_{\max}$, $Q_{\min}$ in Q_{sr} so urni dotoki, kateri so rezultat deljenja Q_d s števili 8, 37 ali 24. Rezultat ulomka ima m^3/h , ki ga na koncu pretvorimo v l/s. KS dimenzioniramo na skupni urni dotok $Q_{\max}$ [l/s], ta pretok nastopi v zadnjem delu cevovoda pred iztokom v ČN.

Količina biokemijske obremenitve

Biokemijsko obremenitev definiramo kot količina lebdečih ali raztopljenih organskih snovi navzočih v odpadni vodi. Z BPK₅ metodo merimo biokemijsko porabo kisika, ki ga mikroorganizmi uporabijo pri razgradnji oz. oksidaciji organskih snovi v odpadni vodi. Za določitev BPK₅ inkubiramo vzorec vode v temi, za 5 dni pri temperaturi 20°C. Izmerimo izgubo kisika v tem času in izrazimo BPK₅ kot količino kisika [mg O₂/l]. Običajno se uporablja normirana biokemijska obremenitev je 60 g/P/dan.

$$G = g \cdot A, \quad [7]$$

Pri čemer je:

G – celotna dnevna biokemijska potreba po kisiku [g/dan] BPK₅,

g – dnevna biokemijska potreba po kisiku na prebivalca [g/P/dan] BPK₅,

A – število prebivalcev po n letih [P].

Dimenzioniranje črpališča

Za dimenzioniranje črpališča potrebujemo predhodno določitev dotoka v črpalno komoro, da lahko določimo minimalno velikost komore ter število vklopov črpalke za praznitev. Prostornino črpalne komore minimalne velikosti določimo po enačbi [8]:

$$V_k = \frac{Q_{\max}}{i}, \quad [8]$$

Pri čemer je:

V_k – prostornina črpalne komore [m^3],

$Q_{\max}$ – maksimalni pretok [m^3/h],

i – število vklopov črpalke na uro.

Z namenom preprečitve pregrevanja črpalke je pomembno število vklopov črpalke, ki se razlikuje glede na model. Potreben čas za izpraznitev črpalne komore določimo po enačbi [9]:

$$T = \frac{V_k \cdot i \cdot 60}{Q_{\dot{c}}}, \quad [9]$$

Pri čemer je:

T – čas, ki ga rabi ena črpalka za izpraznitev komore [min/h]

V_k – prostornina črpalne komore [m^3]

$Q_{\dot{c}}$ – pretok v tlačnem cevovodu [m^3/h],

i – število vklopov črpalke na uro.

5.4 Obrazci za hidravlični preračun kanalizacijskega sistema

Običajno je v kanalizacijskem sistemu količina odpadne vode pri odvajanju skupaj z meteorno vodo malenkostna. Zato je ne uporabljamo pri dimenzioniranju pretočnega profila, ampak za določanje najmanjšega padca. Ta mora biti dovolj velik, da hitrost pri sušnem odtoku ni manjša od 0,4 [m/s], saj s tem omogočimo samo-izpiranje kanalske mreže (Kolar, 1983).

Pri dimenzioniranju kanalskih sistemov samo za odpadno vodo velja:

$$q_s \min \quad v = 0.4 \text{ m/s}$$

$$q_s \max + q_m < q_{\text{kanala}}$$

Pri čemer je:

v – hitrost odpadne vode [m/s],

$q_s \min$ – minimalni sušni odtok [l/s],

$q_s \max$ – maksimalni sušni odtok [l/s],

q_m – mejni odtok [l/s],

q_{kanala} – odtok kanala [l/s].

Za določitev ustreznega premera cevi moramo za vsak kanal izračunati vsoto odtoka oz. največje vodne količine. Pri KS lahko računamo z polno polnitvijo cevi z delno ali dejansko polnitvijo.

$$Q = S \cdot v, \quad [10]$$

Pri čemer je:

Q – pretok [l/s]

S – ploskev notranjega prereza cevi [m^2]

v – hitrost vode v cevi [m/s]

$$S = D^2 \cdot C = D^2 \cdot \left[\frac{1}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot \varphi}{180} - \sin \varphi \right) \right], \quad [11]$$

Pri čemer je:

S – notranji prereza cevi [m^2]

D – premer cevi [m]

φ – kot polnitve cevi [$^\circ$]

$$\varphi = 2 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{\frac{D}{2} - h}{\frac{D}{2}} \right),$$

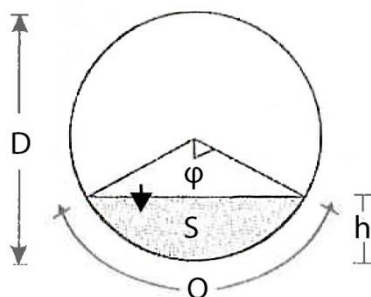
Pri čemer je:

φ – kot polnitve cevi [$^\circ$]

D – premer cevi [m]

h – višina polnitve kanalske cevi [m]

Slika 12: Kota polnitve cevi (Vir: Steinman, 1999)



[12]

Dejansko hitrost vode v cevovodu pridobimo z Manningovo enačbo [18]

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

[13]

$$I = \frac{\Delta h}{l},$$

[14]

Pri čemer je:

v – hitrost vode v cevi [m/s],

n_g – koeficient hrapavosti po Manningu [$\text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$]

R – hidravlični radij [m]

I – hidravlični padec [%]

Δh – višinska razlika [m]

l – dolžina cevi [m]

$$R = \frac{S}{O} = \frac{D}{4} \cdot \left(1 - \frac{180 \cdot \sin \varphi}{\pi \cdot \varphi} \right),$$

[15]

Pri čemer je:

R – hidravlični radij [m]

O – omočeni obod [m]

D – premer cevi [m]

φ – kot polnitve cevi [$^\circ$]

Po Manningovi enačbi so izračunani hidravlični pretoki v programu SEWER+ z uporabo koeficienta trenja $n_g = 0,001$. Izračuni so prikazani v prilogi od A 1 do A 4. Slokan (2004) predstavi način hidravličnih izračunov, kjer namesto enačb lahko uporabljamo različne grafe in razpredelnice. Eno od teh je odvisnost pretoka (Q) in hitrosti (v) od padca (I) za okrogle cevi notranjega premera od DN = 100 mm do DN = 500 mm.

Sam sem uporabil enačbe po Colebrook za izračun hitrosti v [m/s] in pretoka Q [l/s] na posameznih odsekih zbirnih kanalov. Kot prvo določimo maksimalni urni dotok $Q_{\max}$ [l/s] za vsak odsek kanala glede na število priključenih gospodinjstev. Nadalje sledi izračun v [m/s] in Q [l/s] pri polnih ceveh in s pomočjo pridobljenih rezultatov izračunamo razmerje polnitve Q [%], razmerje višine h [%], razmerje hitrosti v [%] ter dejansko višino h [mm] in dejanske hitrosti odpadne vode v cevovodu v [m/s].

Enačba pretok pri polni cevi po Colebrook (Panjan, 2005):

$$Q = v \cdot S = \left[-2 \log \left(\frac{2.51 \cdot v}{d \cdot \sqrt{2g \cdot J \cdot d}} + \frac{k_b}{3.71 \cdot d} \right) \sqrt{2g \cdot J \cdot d} \right] \cdot S, \quad [16]$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad [17]$$

Pri čemer je:

Q – pretok [l/s],

S – prerez polnitve kanala [m²],

v – hitrost [m/s],

k_b – koeficient hrapavosti 0,5 [mm],

g – zemljski pospešek [m/s²],

ν – kinematična viskoznost [m²/s],

d – premer cevi [m],

J – hidravlični padec [%] (zapisan kot $\frac{J}{1000}$).

V tabelah prilog od A 1 do A 4, so delno prikazani rezultati navedenih izračunov. Izračunani so samo za glavne zbirne kanale in so informativnega namena saj jih lahko uporabimo za primerjavo rezultatov z Manningovim postopkom.

Dimenzioniranje tlačnega voda po Manningovi enačbi

Za dimenzioniranje tlačnega voda potrebujemo dimenzije notranjega prereza tlačnih cevi. Prerez uporabimo za izračun hitrosti vode v tlačnem cevovodu po enačbi:

$$v = \frac{Q_i}{S_i} = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot d_i^2}, \quad [18]$$

Pri čemer je:

Q_i – pretok v cevovodu [m³/s],

S_i – ploskev notranjega prereza cevi [m²],

Za določitev linijskih izgub v tlačnem cevovodu potrebujemo podatke o koeficientom trenja v cevovodu λ , ki ga interpoliramo s pomočjo Moodyjevega diagrama glede na odvisnost absolutne

hrapavosti in premera cevi ε/d ter Reynoldsovim številom. Z pogojem $l/d \geq 500$ določimo kratki ali dolgi cevovod. Tako določimo linijske izgube po enačbi [19] (Steinman, 1999):

$$\Delta H_{lin} = \lambda \cdot \frac{L_i}{d_i} \cdot \frac{v_i^2}{2g}, \quad [19]$$

Pri čemer je:

λ – koeficient trenja

L_i – dolžina cevovoda [m]

d_i – premer cevi [m]

v_i – hitrost tekočine v cevovodu [m/s]

Na lokalne oz. izgube vplivajo vsake spremembe, ki jih izzovejo motnje v toku. Koeficient lokalnih izgub (ξ_{lok}) določajo izgube na iztoku, kolena, krivine, ventili itd. (Steinman, 1999).

$$\Delta H_{lok} = \xi_{lok} \cdot \frac{v_i^2}{2g}, \quad [20]$$

Skupna višina črpanja:

$$H_{\check{c}} = H_{geod} + \sum \Delta H_{lin} + \sum \Delta H_{lok}, \quad [21]$$

Pri čemer je:

$H_{\check{c}}$ – višina črpanja [m],

H_{geod} – geodetska višina [m],

$\sum \Delta H_{lin}$ – vsota linijskih izgub [m],

$\sum \Delta H_{lok}$ – vsota lokalnih izgub [m].

Moč črpalke (Steinman, 1999):

$$P = \frac{Q_{\check{c}} \cdot H_{\check{c}} \cdot g \cdot \rho}{\eta_{\check{c}}}, \quad [22]$$

P – moč črpalke [kW]

$\eta_{\check{c}}$ – izkoristek črpalke

$Q_{\check{c}}$ – pretok skozi črpalno [m³/s]

ρ – gostota tekočine [kg/m³]

5.5 Uporabljeni objekti na kanalizacijskem sistemu

Kanalizacijske cevi in jaški

Za kanalizacijske vode sem uporabil PVC gladke cevi 200 mm s obodno togostjo SN 8 in standardom SIST EN 13476-1. Izbral sem ponudnika Zagožen, ki mi je posredoval cene. Odlikuje jih gladka notranja površina, ki bistveno zmanjša nastanek usedlin ter popolna vodotesnost in dolga življenjska

doba. Pri določanju globine vkopa cevi, izbire premera cevi itd. sem upošteval normative in postopke graditve kanalizacijskega sistema po Tehničnem pravilniku o javni kanalizaciji (uradni list RS, št 75/2010).

Prav tako so pri vgradnji revizijskih in kaskadnih jaškov upoštevani določeni predpisi. Izbrani so polietilenski jaški z notranjim premerom 1000 mm za vse globine in premerom vstopnimi in izstopnimi priključkov od 200 mm. Predvideni so pripadajoči LTŽ pokrovi z nosilnostjo 250 kN iz modularne duktilne litine s protihrupnim vložkom in sistemom za zaklepanje po SIST EN 124. Okvir pokrova je vdelan v armirano betonski venec debeline 20 cm. Zaradi konfiguracije terena je del jaškov kaskadnih, ki so uporabljeni, ko je razlika med vtokom in iztokom večja od 50 cm. Dodatno imajo vgrajen cev oz. ti. fajfo za sušni odtok. Vsi jaški so skladni z določili standarda SIST EN 13598-2.

Tlačne cevi

Izbral sem tlačne cevi pri ponudniku Zagožen. V tehničnem pravilniku o javni kanalizaciji (Uradni list RS, št. 75/2010) je najmanjši premer določen DN 80, ker ta ni med ponudbo, sem izbral premer DN 90. Zaradi uporabe črpalk z sekalniki tekači lahko uporabimo tudi tlačne cevi dimenzij DN 75, DN 63 in DN 50, vrste PE 80 in s standardnim razponom dimenzij (SDR) 17. Pri dimenzioniranju je potrebno upoštevati dejanski premer tlačne cevi. Izdelane iz polietilena (PE) in so v skladu s standardom SIST ISO 4427 in SIST EN 12201.

Črpališča

Od ponudnika Grundfos sem izbral črpališča iz armiranega poliestra v skladu s SIST EN 12050-1 standardom. Premeri jaškov so velikosti 1000 mm, 1200 mm, 1400 mm pa tam do 3000 mm in maksimalna globine do 15 m. Dotočni kanal PVC ali drugih cevi je od DN 100 mm do DN 400 mm medtem, ko za tlačni cevovod premeri segajo od DN 40 do 150 mm. Izbrana je osnovna izvedba z eno komoro in s dvema črpalkama, kjer sekundarna služi za rezervo, v primeru okvare primarne črpalke. Glede na izbiro pokrova jaška, vzamemo v obzir izvajanje kmetijske dejavnosti in kmetijsko mehanizacijo, katera lahko manevrira tudi izven cestišča, zato so povsod pohodni jaški z nosilnostjo 250 kN in premerom 1000 mm. Za preprečitev zamašitev črpalk in tlačnega voda se preventivno na vtoku odpadne vode namesti lovilna košara. Vas črpališča so normirana na minimalno globino 2 m in izdelana iz polietilena visoke gostote (PEHD). Velikost črpalne komore sem določil na količini maksimalnega dotoka odpadne vode [m^3/h] in številom vklopa črpalke v eni uri.

Črpalke

Zaradi uporabnih razpredelnic za dimenzioniranje črpalk in široke ponudbe le-teh, sem izbral ponudnika Grundfos. Vse črpalke so namenjene za delovanje s prekinitvami, pri tem je maksimalno število zagonov 30 na uro.

Izbrane črpalke SLV z SuperVortex tekačem, kateri omogoča prehod dolgih vlaken in trdih delcev do 80mm. Črpalke ustvarjajo vrtinec in pri vsrkavanju vode trdi delci in vlakna ne pridejo v stik z tekačem, kar omogoča manjšo obrabo in daljšo življenjsko dobo. Hkrati pa ima večjo moč motorja in znatno večjo porabo električne energije. SEG črpalke imajo sekalni sistem, ki zmelje trde delce v manjše, tako da je mogoče uporabljati cevi z manjšim premerom. V primerjavi z SLV črpalkami ima

manjšo porabo električne energije. Pri izračunu višine črpanja je apliciran koeficient trenja $\lambda = 0,026$. Za H_{lok} izgube Steinman (1999) narekuje upoštevanje izgub na iztoku iz cevi $\xi_{iz} = 1$, po dve gladko zakrivljeni kolena 90° $\xi_{iz} = 0,4$, zaporni ventil $\xi_z = 0,3$ in nepovratno zaklopko $\xi_{za} = 1$.

Rastlinska čistilna naprava

Izbral sem rastlinsko čistilno napravo LIMNOWET®, s podpovršinskim tokom Slovenskega podjetja Limnos, z 20 letnimi izkušnjami na področju RČN. Za mehansko in delno biološko primarno čiščenje uporabimo več prekatno greznico, iz katere se odpadna voda steka v rastlinsko čistilno napravo. Podjetje Limnos priporoča volumen primarnega usedalnika, kot polovico dnevnega odtoka.

Za določitev površine RČN je sprejeto razmerje, da za 1 PE potrebujemo od 2 do 2,5 m² površine. Pravo razmerje med dolžino in širino je potrebno projektirati za vsako RČN posebej. Večja širina grede zmanjša površinski tok, medtem ko daljše grede omogočajo enakomeren pretok vode. Globina grede zavzema vrednosti od 0,3 do 1,2 m in je odvisna od gradbene površine, izbranih rastlinskih vrst in hidravličnega nagiba RČN. Pravilno dimenzioniran dotok omogoča razporeditev dotočne vode po celotni širini, spreminjanje pretoka, dostopnost za čiščenje v primeru mašenja. Na koncu rastlinske čistilne naprave vodo prestreza drenažna cev, položena na dnu grede in povezana z iztočno cevjo. Očiščena voda ponika v zemljo ali se odvaja v bližnji odvodnik. Zaradi izvajanja terciarnega čiščenja lahko vodo zbiramo v zbiralniku in uporabljamo za kmetijske namene v sušnih obdobjih. Za vodotesnost posteljice RČN se uporablja glina v povezavi z 10 mm polietilensko folijo. Izbrani medij (najpogostejše grušč) mora pri horizontalnih čistilnih napravah omogočati hidravlično prevodnost vsaj 10⁻³ m/s. Življenjska doba je cca od 15 do 25 let. (Griessler, 2013). Odločil sem se, da za obremenitev 1 PE uporabim 4,5 m² površine.

Čistilna naprava MBR

ČN MBR proizvajalec Martin System in Slovenskega ponudnika podjetja Comteh d.o.o. ima v ponudbi različne ČN, med katerimi je tudi sistem z membranski biološki reaktor. Za obremenitev do 180 PE so ČN MBR sestavljene iz 4ih rezervoarjev. V prvem se izvaja mehansko predčiščenje, ki je sestavljeno iz sedimentacije in flotacije. Uporablja se tudi za zbiranje odvečnega blata in služi kot lovilec olja in maščob ter kot anoksični del ČN. Mehansko prečiščena voda se prelija v druga dva aeracijska rezervoarja, kjer se izvaja biološke čiščenje z mikroorganizmi, katerim se zagotavlja zadostna količina kisika z cevniimi aeratorji, ki hkrati izvajajo mešanje. Sledi pretok v četrti rezervoar v katerem so nameščeni 4 siClaro FM –filterni modul. Pri prekomerni količini blata v aeracijskema rezervoarjema, se ta prečrpava v prvi rezervoar.

Pri obremenitvi 65 PE vsi štirje rezervoarji zavzemajo skupaj površino 15 m², medtem ko so dimenzije posameznega rezervoarja 3,5 m x 2,24 m. Za obremenitev 180 PE nisem pridobil podatkov velikosti rezervoarjev, zato sem njihovo velikost ocenil tako, da višina ostane 3,5 m premer pa se poveča na 3 m. Tako je skupna potrebna površina cca 28 m².

Za obremenitev 250 PE ponuja COMteh d.o.o. kontejnersko izvedbo ČN MBR. Napravo, ki je že sestavljena v "ladijskem" kontejneru je potrebno postaviti na predhodno zgrajen betonski temelj in urediti elektro-instalacije ter potrebna dela z dovodnimi in odvodnimi kanali. Izbrani model je AS –

ISO MBR 40 z dimenzijami 12,19 m x 2,44 m x 2,44 m. Potek čiščenja je enak kot pri manjši obremenitvi le, da ima kompleksnejše inštrumente za monitoring in kontrolno sobo.

Razlog za izbiro ČN MBR je visoka stopnja čiščenja in možnost ponovne uporabe odpadne vode v kmetijske namene ali pri izbiri membran z manjšimi porami tudi za hišna opravila kot pralna voda ali voda za zalivanje. Vsi trije modeli ČN zadostujejo pogojem standarda SIST EN 12566.

6. PREGLED ZASNOV ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA

Obravnavano območje je reliefno razčlenjenost zato sem se odločil za dve zasnovi. V prvi bodo vse tri vasi vezane na svojo individualno MKČN, katera bo locirana na bližnjem temu primernem zemljišču. V drugi zasnovi bosta vasi Božakovo in Želebej združeni na skupno čistilno napravo na vzhodni strani Božakovega. Rakovec je oddaljen cca. 2 km od ČN Božakovo in se ekonomsko ne splačala graditi KS, ki bi omogočal odvajanje odpadne vode na skupno ČN Božakovo.

Določene gospodinjstva ne bodo priključena na kanalizacijsko omrežje, saj je njihova oddaljenost od aglomeracije prevelika in priključitev povzroča nesorazmerno visoke ekonomske stroške glede na korist za okolje. Za ta gospodinjstva se predvideva čiščenje v individualnih čistilnih napravah.

Na obravnavanih območjih se nahajajo kmetijski objekti za vzrejo živine. Te ne bodo priključeni na javni kanalizacijski sistem, saj bi bilo potrebno dimenzionirati ČN in KS na veliko večje obremenitve, kar bi močno povečalo stroške. Gnojnica se bo še naprej zbirala v neprepustnih greznicah in se uporabljala za gnojenje njivskih površin. Pri gnojenju je potrebno upoštevati Uredbo o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Uradni list RS, št. 84/2005) in temeljne smernice za gnojenje, ki jih je podalo ministrstvo za kmetijstvo. Odvajanje in zbiranje padavinske vode je opisano v poglavju 8.

6.1 ZASNOVA I

6.1.1 Kanalizacijski sistem Želebej

Celotna vas pada proti reki Kolpi, zato je nameravana gradnja gravitacijskega kanalizacijskega sistema. Izjemo predstavlja hiše na severozahodu, kjer gravitacijsko odvajanje ne možno in bodo potrebna vgradnja črpališča in tlačnega voda. Kanalizacijski sistem ne bo zajemal ene stavbe na severu s hišno številko 13 in dveh na jugovzhodu s hišno številko 7 in 8, saj bi bili stroški izgradnje neopravičeni glede na korist za okolje. Tras kanalizacijskega voda poteka po javnih poteh in po zasebnem zemljišču.

Hidravlična obremenitev

Število prebivalcev

Po podatkih popisa prebivalstva iz zadnjih šestih let je vidno padanje tega. Vas nima predvidenega OPN projekta ali potenciala za razširitev, zato ne bomo upoštevali faktor 0,5 za letno rast prebivalstva. Uporabimo število prebivalcev iz popisa 2016.

$$A = A_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 45 P \cdot \left(1 + \frac{0}{100}\right)^{50} = 45 P$$

Količina odpadne vode glede na prebivalstvo

Določitev odtoka odpadne vode glede na porabo vode iz javnega vodovoda. Ker nimamo točnih podatkov porabe vode na prebivalca, izberemo normirano vrednost 150 [l/P/dan].

$$Q_h = 45P \cdot 150 \frac{l}{P \cdot \text{dan}} = 0,0781/s$$

Odtok tuje vode

Uporabimo Imhoff način določanja tuje vode, katera je 100 % povečan sušni odtok. Tako je:

$$Q_h = Q_t = 0,0781/s.$$

Celotna količina odtoka odpadne vode

V cevi se stekajo dotoki odpadne gospodinjske (q_h [l/s]) in tuje vode (q_t [l/s]).

$$Q_s = Q_h + Q_t = 0,156 l/s$$

$$Q_{max} = 0,468 l/s$$

$$Q_{sr} = 0,156 l/s$$

$$Q_{min} = 0,101 l/s$$

Skupna biokemijska obremenitev

$$G = 0,060 \frac{kg}{\text{preb. dan}} \cdot 45 P = 2,7 \frac{kg}{BPK_5 \cdot \text{dan}}$$

Opis KS

V primeru nepredvidene rasti prebivalstva je KS z $\Phi 200$ mm je zmožen odvajati vsaj 4 x večjo hidravlično obremenitev od sedanje. KS sestavlja glavni kanal ŽF 1.0 s dvema stranskima kanaloma ŽF 1.1 in ŽF 1.2 ter tlačni kanalom ŽT1. Situacija potka KS in vzdolžni prerezi posameznih kanalov, so prikazani vi prilogah od B5 do B7.

Kanal ŽF 1.0 služi kot zbirni kanal in se po javni poti razteza skozi celotno vas ter zaključi v čistilni napravi. Padci kanalov med revizijskimi jaški so med 19,6 ‰ in 66 ‰. Minimalne hitrosti odtoka so nad 0,4 m/s, razen na odseku ŽRJ9 – ŽRJ8 in ŽRJ8 – ŽRJ7, kjer je predvideno izpiranje z priključitvijo odvoda iz strešne površine.

Kanal ŽF 1.1 se priključi na kanal ŽF 1.0 preko jaška ŽRJ7 iz vzhodne strani in pri tem prečka lokalno cesto Želebej-Božakovo. Padci kanalov med jaški so med 68,5 ‰ in 88,1 ‰. Minimalne hitrosti so na odseku ŽRJ6 in PRJ5 le malo pod 0,4 m/s, za kar ne bo potrebno izpiranje med tem, ko so na drugih odsekih hitrosti odtoka v okviru predpisov. Zaradi velikega padca terena so v kanal ŽF 1.1 vstavljeni 4 kaskadni oz. prepadni jaški z vgrajeno fajfo za sušni odtok, z oznakami PRJ5, PRJ4, PRJ3 in PRJ2.

Kanal ŽF 1.2 ni vezan na zbirni kanal ŽF 1.0, ampak služi za odvajanje odpadne vode iz treh gospodinjstev in se izteka v črpališče ČŽ1, od koder odpadno vodo z tlačnim vodom ŽT1 DN50 črpamo v zbirni kanal ŽF 1.0. Namen te rešitve se je izogniti gradnji hišnih črpališč in omogočiti uporabnikom enake možnosti priključitve na KS. Padci posameznih kanalov so med 29,9 ‰ in 43,7 ‰. Zaradi majhnega dotoka so minimalne hitrosti na odseku ŽRJ4 – ŽRJ3 ter ŽRJ3 – ŽRJ2 pod 0,4 m/s, zato je predvideno občasno izpiranje. Za doseganje predpisane hitrosti bi bilo potrebno neracionalno povečevati padec kanalov.

Po tlačnim kanalom ŽT 1 se pretaka črpana odpadna voda iz črpališča ČŽ1 v jašek ŽRJ6 na zbirnem kanalu ŽF 1.0. Tlačnega kanal se dviguje z 32,4 ‰. Največja globina izkopa je 2,89 m, medtem ko na določenem mestu dosega globina samo 0,97 m in je potrebno tlačni vod zaščititi pred mehanskimi poškodbami. Kanal ŽT 1 se položi v isti izkop kot ŽF 1.2, z 50 cm min. horizontalnim odmikom.

Preglednica 11: Kanali na KS Želebej

Kanal	ŽF 1.0	ŽF 1.1	ŽF 1.2	ŽT 1
Dolžina [m]	296,71	82,74	72,15	32,4
Premjer [mm]	200	200	200	50

Črpališče

V črpališče ČŽ1 vgradimo 2x SEG.40.09.2.1.502 črpalki, s sekalnim tekačem. V črpalno komoro se steka odpadna voda iz treh gospodinjstev, kar je enako 9 PE. Zbiralna komora je dimenzionirana na maksimalni urni dotok in za polnitev potrebuje 1 h. Črpalka se vključi enkrat na uro in deluje 4,20 [min/h].

Preglednica 12: Karakteristike črpališča Želebej

Črpališče	$Q^{dot} \max [\frac{m^3}{h}]$	$V_k [m^3]$	$Q_c [l/s]$	$v [m/s]$	DN [mm]	L [m]	H _{geod.} [m]	H _č [m]
ČŽ1	0,338	0,338	1,34	0,88	50	96,03	4,7	7,09

ČN Želebej

Glede na demografijo vasi, rast prebivalstva v prihodnosti ni predvidena. Zaradi preventivnega varovanja ČN pred nepredvidljivimi obremenitvami v prihodnosti, izberem vrednost dimenzioniranja 65 PE. Čistilno naprava je predvidena na jugo zahodnem delu neposredno ob reki Kolpi, na kmetijsko ne-obdelovalnem območju. Leži izven poplavnih površin reke in je varovana z 20 m visoko rečnim bregom. V neposredni bližini se nahajajo stanovanjski in kmetijski objekti. Predvideni območje

postavitve ČN ima 730 m² proste površine za gradnjo. ČN je s strani Kolpe zakrita z gostim rastjem s severne strani pa s bližnjimi stavbami.

Leži na območju nature 2000, zato sem stopil v stik z Zavod RS za varstvo narave (ZRSVN), ki podaja strokovno mnenje in presojo sprejemljivosti vplivov posega z gradnjo ČN. Na sprejemljivost gradnje vpliva samo območje in življenjskih vrste, ki so prisotne na tem območju. Za isti poseg na različnih območjih lahko pridobimo popolnoma različne ocene vplivov. Tako so na Želebeju pod zaščito Natura 2000 ribje vrste in ptice ob rečni strugi. Gradnja ČN ni problematična, še posebej, ker trenutno ni urejeno odvajanje in čiščenje odpadne vode in bi izgradnja minimaliziral sedanje nekontrolirano onesnaževanje. Posledično bi delovala v korist narave in okolja ter samih ljudi.

RČN

RČN bo zavzemala cca. 293 m² površine. Ker je izbrana RČN s podpovršinskim tokom, neprijetne vonjave in mrčesa ne bo povzročal neprijetnosti. Odtok je neposredno speljan v ponikanje ali v zbiralnik za kasnejšo uporaba v kmetijske namene, kot zalivanje poljščin. Volumen primarnega usedalnika je minimalno 4,9 m³.

MBR

ČN bo zavzemala cca. 15 m², doda se še dodatnih 20 m² za manevrski prostor okoli ČN. Ker so neprijetne vonjave minimalizirane se lahko postavi bližje k stanovanjskim objektom. Iztočna voda iz ČN lahko ponika ali glede na kvaliteto čiščenja uporabi za kmetijske namene ali hišna opravila npr. pranje avta, zalivanje rož itd.

Slika 13: Predviden prostor za ČN v vasi Želebej



6.1.2 Kanalizacijski sistem Božakovo

Teren vasi po celotni dolžini pada proti vzhodu z manjšim dvigom terena v središču vasi. Kanalizacijski sistem je večinsko zasnovan z gravitacijskim odtokom in potekom trase delno po lokalni cesti ter javnih poteh delno po zasebnih zemljiščih. Gospodinjstvo na skrajno severnem delu s hišno številko 48, kakor tudi bližnja zapuščena hiša s hišno številko 8 ne bosta zajeti v kanalizacijski sistem. Ker je polaganje kanala BF 1.1 in BF 1.2 predvideno ob varovanih objektih kulturne dediščine je potrebno paziti, da se z izkopi ne ogrozi njihove statične stabilnosti.

Hidravlična obremenitev

Prebivalstvo ne narašča, ampak raste in pada glede na določeno leto. Zaradi osebnega poznavanja stanja in predvidenega razvoja vasi v OPN, sem se odločil, da apliciram koeficienta 0,5 % za izračun letnega naraščaja. Pri tem sem še upošteval možnosti za razvoj turizma. Uporabljeno število prebivalcev je pridobljeno iz popisa prebivalstva 2016. KS dimenzioniramo na dobo 50 let.

Število prebivalcev

$$A = A_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 130 P \cdot \left(1 + \frac{0}{100}\right)^{50} = 167 P$$

Količina odpadne vode glede na prebivalstvo

Določitev odтока odpadne vode glede na porabo vode iz javnega vodovoda. Ker nimamo točnih podatkov porabe vode na prebivalca, izberemo normirano vrednost 150 [l/P/dan].

$$Q_h = 167 P \cdot 150 \frac{l}{P \cdot \text{dan}} = 0,29 l/s$$

Odtok tuje vode

Uporabimo Imhoff način določanja tuje vode, katera je 100 % povečan sušni odtok. Tako je:

$$Q_h = Q_t = 0,29 l/s$$

Skupna količina vode

V cevi se stekajo dotoki odpadne gospodinjske (q_h [l/s]) in tuje vode (q_t [l/s]).

$$Q_s = Q_h + Q_t = 0,58 l/s$$

$$Q_{\max} = 1,74 l/s$$

$$Q_{sr} = 0,58 l/s$$

$$Q_{\min} = 0,376 l/s$$

Skupna biokemijska obremenitev

$$G = 0,060 \frac{\text{kg}}{\text{preb. dan}} \cdot 167 P = 10,02 \frac{\text{kg}}{\text{BPK}_5 \cdot \text{dan}}$$

Opis KS

KS Božakovo tvorijo zbirni kanal BF 1.0, dva stranska kanala BF 1.1 in BF 1.2 ter tlačni kanal BT 1. Situacija potka KS in vzdolžni prerezi posameznih kanalov, so prikazani vi prilogah od B8 do B12.

Kanal BF 1.0 se razteza vse od zahodne do vzhodne strani vasi, kjer se priključi na ČN. Minimalne hitrosti odtoka so na začetku voda med jaškoma BRJ20 – BRJ18 zaradi majhnega dotoka in padca pod 0,4 m/s, zato je predvideno občasno izpiranje z priključitvijo odvoda iz strešne površine. Prehod kanala iz javne poti na lokalno cesto poteka po strmini, kjer uporabimo dva kaskadna oz. prepadna jaška PRJ13 in PRJ11. Pri poteku voda po zasebni površini na severu vasi se uporabi prepadni jašek PRJ6, kakor tudi pred vtokom v ČN vgradimo prepadna jaška PRJ3 in PRJ2. Na razgibanem terenu so padci kanalov od 27 ‰ do 90,2 ‰ pred ČN.

Kanal BF 1.1 je speljan po lokalni cesti, kjer je začetni jašek BRJ9 postavljen na najvišjo točko, ki omogoča gravitacijsko odvajanje. Pri prehodu iz lokalne cest na zasebno površino se s prepadnimi jaški PRJ5, PRJ4, PRJ2, PRJ1 poveže z zbirnim kanalom BF 1.0 na prepadnem jašku PRJ3. Minimalne hitrosti v kanalih so od 0,41 m/s do 1,34 m/s medtem ko padci kanalov dosegaajo od 44,6 ‰ do 94,9 ‰, z izjemo odseka BRJ3 – PRJ2 kjer je zaradi konfiguracije terena padec 114 ‰, ki pa ni problematičen zaradi majhnih pretokov.

Kanal BF 1.2 se začne z jaškom BRJ5 ob cerkvi sv. Marije Magdalene in se na jugovzhodu izteka v črpališče ČB 1. Padci cevi so od 7,2 ‰ do 88,2 ‰. Hitrost v kanalih so od 0,41 m/s do 0,83 m/s in zadostujejo pogojem minimalne hitrosti.

Kanal BF 1.3 je neposredno povezan s črpališčem ČB1, v katerega odvaja odpadno vodo pod povprečnim padcem kanal 14,37 ‰ iz 4 gospodinjstev, kar je skupaj 18 PE. S to rešitvijo preprečimo nepotrebno gradnjo hišnih črpališč in omogočimo vsem uporabnikom enake pogoje priključitve na KS. Kanal na delu BRJ1- ČB1 ne izpolnjene pogoje min. hitrosti, zato bo potrebno občasno izpiranje kanala, s priključitvijo odtoka strešne padavinske vode na primarni jašek.

Tlačni kanal BT 1.0 povezuje črpališče ČB1 in kanal BF 1.1, s katerim se poveže na jašku PRJ7. Kanal BT 1.0 se položi v isti izkop kot BF 1.3, z min. horizontalnim odmikom 50 cm od kanala BF 1.3

Preglednica 13: Kanali na KS Božakovo

Kanal	BF 1.0	BF 1.1	BF 1.2	BF 1.3	BT 1
Dolžina [m]	619,73	216,32	185,76	114,87	150,81
Premier [mm]	200	200	200	200	75

Črpališče

V črpališče ČB1 se steka odpadna voda iz enajstih gospodinjstev, kar je enako 50 PE. Pri maksimalnem urnem dotoku, se črpalna komora napolni v 30 min.

V črpališče vstavimo po dve SEG.40.09.2.1.502 črpalki, ki se vklopita dvakrat na uro in črpata 11.13 min.

Preglednica 14: Karakteristike črpališča Božakovo

Črpališče	$Q^{\dot{max}} [\frac{m^3}{h}]$	$V_k [m^3]$	$Q_{\dot{c}} [l/s]$	$v [m/s]$	DN [mm]	L [m]	H _{geod} [m]	H _č [m]
ČB1	1,87	0,935	2,80	0,82	75	150,81	1,2	3,35

ČN Božakovo

ČN dimenzioniram na 30 let z 0,5% rasti prebivalstva.

$$A = 130 P \cdot \left(1 + \frac{0,5}{100}\right)^{30} = 150 P$$

Zaradi preventivnega preprečevanja preobremenitve ČN, izberem velikost 180 PE. Izbrana ČN je predvidena na vzhodu ob lokalni cesti Božakovo – Rakovec. Leži na kmetijskih površinah z veliko prostora za izgradnjo, ki je hkrati tudi območja varstva naravnih vrednot. V ta namen in zaradi bližine turistične poti Vidovec, se uredi zunanji videz ČN. Oddaljenost od najbližje stanovanjske objekta je cca 300 m, kar preprečuje vsakršen negativni vpliv. V preventivne namene postavimo izbrano ČN na oddaljenosti vsaj 40 m od lokalne ceste.

Slika 14: Predviden prostor za ČN v vasi Božakovo



RČN

Potrebna velikost ČN je 810 m². Odtok iz ČN se lahko odvaja v bližnji cestni ponikalnik padavinskih vod ali preko lokalne ceste v bližnji potok Vidovec. Volumen primarnega usedalnika je minimalno

13,5m³. RČN se zlije z naravo je prijetna na pogled, omogoča sonaravno rabo ter ne ogroža obstoja naravnih vrednot in ne ovira njihovega varovanja.

MBR

ČN bo zavzemala cca. 28 m² površine z dodatnimi 36 m² manevrskega prostora okoli ČN. Zaradi visoke stopnje čiščenja in odstranjevanja patogenih bakterij se iztok usmeri v podzemni zbiralnik za nadaljnjo uporabo, višek pa odteka v potok Vidovec. Z namenom pridobitve sonaravnega videza in prekritjem rezervoarjev, zasadimo okoli naprave živo mejo.

6.1.3 Kanalizacijski sistem Rakovec

Vas Rakovec sem razdelil na severni in južni del, ločena z lokalno cesto. Topografija terena prikazuje padec obeh javnih poti proti jugu oz. reki Kolpi, kjer je predviden gravitacijski sistem. Lokalna cesta se dviga po celotni dolžini med obema javnima potema, tako bo potrebno črpališče na koncu severozahodne javne poti. Kanalizacijski sistem ne zajema ob-cestnih vzhodnih zidanic, katere trenutno ne služijo prebivanju in bi gradnja predstavljala nesorazmerne stroške glede na korist za okolje.

Hidravlična obremenitev

Število prebivalcev

Po podatkih popisa prebivalstva iz zadnjih šestih let opazimo nihanja od 2 do 4 prebivalcev, zato ne bomo upoštevali faktor 0,5 za letno rast prebivalstva. Uporabimo število prebivalcev iz popisa 2016. KS dimenzioniramo na dobo 50 let.

$$A = A_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 45 P \cdot \left(1 + \frac{0}{100}\right)^{50} = 45 P$$

Količina odpadne vode glede na prebivalstvo

Določitev odtoka odpadne vode glede na porabo vode iz javnega vodovoda. Ker nimamo točnih podatkov porabe vode na prebivalca, izberemo normirano vrednost 150 [l/P/dan].

$$Q_h = 45P \cdot 150 \frac{l}{P \cdot \text{dan}} = 0,0781/s$$

Odtok tuje vode

Uporabimo Imhoff način določanja tuje vode, katera je 100 % povečan sušni odtok. Tako je:

$$Q_h = Q_t = 0,0781/s.$$

Skupna količina vode

V cevi se stekajo dotoki odpadne gospodinjske (q_h [l/s]) in tuje vode (q_t [l/s]).

$$Q_s = Q_h + Q_t = 0,156 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = 0,468 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{sr}} = 0,156 \text{ l/s}$$

$$Q_{\min} = 0,101 \text{ l/s}$$

Biokemijska obremenitev

$$G = 0,060 \frac{\text{kg}}{\text{preb. dan}} \cdot 45 P = 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{BPK}_5 \cdot \text{dan}}$$

Opis KS

KS Rakovec je sestavljen iz treh zaporednih kanalov, izmed katerih je srednji tlačni. Situacija poteka KS in vzdolžni prerezi posameznih kanalov so prikazani v prilogah od B15 do B17.

Kanal RF 1.1 odvaja odpadno vodo na severnem delu vasi. Začne se na severozahodu vasi z jaškom PRJ 4 in po javni poti pada proti lokalni cesti, kjer se izteka v črpališče ČR 1. Padci v začetnih kanalih dosegajo vrednosti do 97,5 ‰, medtem ko kanal pred iztokom v črpališče 20,2 ‰. Pogoji min. hitrosti odpadne vode so izpolnjene v vseh odsekih kanala.

Tlačni kanal RT 1.0 poteka po lokalni cesti ter povezuje črpališče ČR 1 in kanal RF 1.0 v katerega se izteka v jašku RR 11.

Kanal RF 1.0 se začne z jaškom RR1, na najvišji točki južnega dela vasi in poteka po javni poti do iztoka v ČN. Padci dosegajo vrednosti od 17,7 ‰ do 97,1 ‰. Minimalne hitrosti so izpolnjene v vseh odsekih kanala.

Preglednica 15: Kanali na KS Rakovec

Kanal	RF 1.0	RF 1.1	RT 1.0
Dolžina [m]	294,76	135	49
Premjer [mm]	200	200	63

Črpališče ČR1

V črpališče ČR1 se steka odpadna voda iz štirih gospodinjstev, kar je enako obremenitvi 13 PE. Pri maksimalnem urnem dotoku se črpalna komora napolni v 1 uri. Vstavimo po dve črpalki SEG.40.09.2.50B. Črpalka se vključi enkrat na uro in deluje 3,38 min.

Preglednica 16: Karakteristike črpališča Rakovec

Črpališče	$Q^{\text{dot}}_{\max} [\frac{m^3}{h}]$	$V_k [m^3]$	$Q_{\check{c}} [l/s]$	$v [m/s]$	DN [mm]	L [m]	H _{geod.} [m]	H _č [m]
ČR1	0,486	0,486	2,4	1,0	63	49	4,2	5,55

ČN Rakovec

Čistilna naprava je predvidena na jugu vasi in leži na kmetijski površini. Ima iste karakteristike kot ČN Želebej. Iztok iz ČN je usmerjen v ponikanje, ali pa se očiščena voda zbira in uporabi v nadaljnje namene. Zaradi oddaljenosti od glavne ceste in nenačrtovanega širjenja vasi, zunanjega videza ČN ne urejamo. Dimenzije ČN MBR in RČN so opisane v poglavju 6.1.1.

6.2 ZASNOVA II

6.2.1 Kanalizacijski sistem Božakovo – Želebej

Zasnova kanalizacijskega sistema Božakovo – Želebej temelji na skupni ČN v vasi Božakovo. Zaradi konfiguracije terena bo potrebno celotno odpadno vodo iz vasi Želebej prečrpavati na Božakovo. Ker sta vasi zaporedni, ostane KS Božakovo v isti zasnovi kot pri individualni zasnovi. Predhodno dimenzionirane cevi KS Božakovo s premerom 200 mm bodo zadoščale za pretok dodatne količine odpadne vode. Pri vasi Želebej se poleg črpališča ČŽ1 dodajo tri dodatna črpališča ČŽ2, ČŽ3 in ČŽ4 povezana z tlačnim vodom ŽBT in se odstrani kanal ŽF 1.1. Razlog prvotnega zbiranja celotne odpadne vode na eno črpališče in kasnejše prečrpavanje je omogočanje vsem uporabnikom enake pogoje priključitve na KS.

Hidravlična obremenitev

Število prebivalcev

Upoštevamo iste obremenitve kot pri individualni zasnovi, tako je:

$$A = 45 \text{ PE} + 167 \text{ PE} = 212 \text{ PE}.$$

Skupna količina odpadne vode

$$Q_{\max} = 2,208 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{sr}} = 0,736 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max} = 0,861 \text{ l/s}$$

Biokemijska obremenitev:

$$G = 0,060 \frac{\text{kg}}{\text{preb. dan}} \cdot 212 \text{ P} = 12,72 \frac{\text{kg}}{\text{BPK}_5 \cdot \text{dan}}$$

Opis KS

Kanalizacijski vod ŽF 1.0 se skrajša za 39,05 m, saj je črpališče Č2 postavljeno na jugozahodu pri zadnji stanovanjski hiši. V črpališču ČŽ2 se zbira odpadna voda iz celotne vasi in se črpa po tlačnem vodu dolžine 164,8 m in naklonom 56 ‰ v črpališče ČŽ3, ki leži na severovzhodni strani. Cca 90 ‰ tlačnega voda v razdalji ČŽ2 – ČŽ3 je položenega v isti izkop kot ŽF 1.0. Iz ČŽ3 se po 68,71 m dolgem tlačnem vodu z naklonom 117 ‰ odpadna voda črpa v ČŽ4, od koder se po 162,39 m dolgem tlačni vodu z naklonom 117 ‰, vtaka v jašek BRJ20 na kanalu BF 1.0 kanalizacijskega sistema Božakovo. Z odstranitvijo kanala ŽF 1.1, se stanovanjski objekti, ki so predhodno odvajali v le-ta

kanal povežejo na ŽF 1.0 in črpališče ČŽ4. Situacija potka KS in vzdolžni prerez tlačnega voda, sta prikazana v prilog od B13 in B14.

Preglednica 17: Kanali na KS Božakovo – Želebej (zasnova II)

Kanal	ŽF 1.0	ŽF 1.2	ŽT 1	BF 1.0	BF 1.1	BF 1.2	BF 1.3	BT 1	ŽBT
Dolžina [m]	257,66	72,15	32,4	619,73	216,32	185,76	114,87	150,81	419,38
Premier	200	200	50	200	200	200	200	75	90/65/75

Črpališča

Preglednica 18: Karakteristike črpališč Božakovo – Želebej (zasnova II)

Črpališče	$Q^{dot}_{max} [\frac{m^3}{h}]$	$V_k [m^3]$	$Q_{\check{c}} [l/s]$	$v [m/s]$	DN [mm]	L [m]	H _{geod} [m]	H _č [m]
ČŽ1	0,338	0,338	1,34	0,88	50	96,03	4,7	7,09
ČŽ2	1,68	0,84	5,9	1,20	90	188,99	10,45	15,26
ČŽ3	1,68	0,84	3,3	1,37	63	68,71	8,40	11,88
ČŽ4	1,68	0,84	3,8	1,11	75	164,80	18,6	22,85
ČB1	1,87	0,935	2,80	0,82	75	150,81	1,2	3,35

Črpališče ČŽ1 ostane isto kot pri individualni zasnovi, medtem ko se v črpališče ČŽ2 položita dve črpalki SLV.80.80.40.4.50D. Črpalna komora črpališča ČŽ2 potrebuje za napolnitev pri danem dotoku 30 min medtem ko črpalka črpa dvakrat na uro in deluje 4,75 [min/h]. Poleg ostalih linijskih in točkovnih izgub sem za tlačni vod TŽ2 dodal še $\xi = 0,4$ za dve dodatni koleni 90°. Črpališča ČŽ3 in ČŽ4 sta dimenzionirana na isti dotok kot črpališče ČŽ2. V črpališče ČŽ3 sta vstavljeni po dve črpalki SEG.40.15.2.1.502. Črpalka deluje 8,4 [min/h]. Črpališče ČŽ4 je opremljeno z črpalkama SLV.65.80.30.2.50D, kjer črpalka dela 7,3 [min/h].

ČN Božakovo - Želebej

ČN je dimenzionirana na seštevek individualnih zasnov. Tako dobimo skupno potreba po ČN velikosti 247 PE. Izberem velikost 250 PE. ČN bo postavljena na istem mestu kot pri individualni zasnovi za vas Božakovo.

RČN

Površina RČN bo zajemala 1125 m², z volumnom primarnega usedalnika je minimalno 18,8 m³. Odtok bo speljan v ponikanje.

MBR

Uporabi se kontejnersko izvedbo ČN MBR z površino cca. 30 m² in dodatnimi 30 m² manevrskega prostora. Zardi visoke stopnje čiščenja in odstranjevanja patogenih bakterij ter večje količine iztočne vode se iztok usmeri v podzemni zbiralnik za nadaljnjo uporabo, višek pa odteka v potok Vidovec. Kontejnerska izvedba ČN je s svojim zunanjim izgledom neskladna z naravnem okoljem Božakovega. V rešitev tega problema se zgradi kozolec preko ČN in v ospredju se zasadi nizko grmičevje za lepši sonaravni videz.

7. PRIKAZ IN PRIMERJAVA STROŠKOV POSAMEZNIH ZASNOV

Izračuni stroškov dobave in izgradnje za posamezno zasnovano kanalizacijskega sistema so prikazani v prilogah od A 11 do A 14, medtem ko za ČN v preglednicama 18 in 19. Za boljši vpogled v celotne stroške so prikazani tudi obratovalni in vzdrževalni stroški KS in ČN, ki se nahajajo v prilogah od A 5 do A 10.

7.1 Stroški izvedbe komunalnega sistema

Opis potrebnih izvedbenih del za komunalni sistem sem pridobil iz projekta kanalizacija in čistilna naprava v vasi Dane, ki ga je projektiral biro Matrika ZVO d.o.o. med drugim so cene pridobljene pri podjetju Gramel gradbeništvo, inženiring in storitve d.o.o. Za določitev opisov in cen pripravljalnih del sem si pomagal z drugimi diplomskimi nalogami (Govejšek, 2013) (Voh, 2013), prav tako sem po prej navedenima diplomama povzel stroške pridobitev soglasja za delo na izbranih območjih kot za izdelavo potrebne projektne dokumentacije.

Zemeljska dela

Stroški zemeljska dela, katera vključujejo odstranitev asfalta, strojni izkop jarka za polaganje cevi z dodatno širino dna 40 cm na vsako stran cevi. Količino izkopanega materiala do globine 2 m in globine od 2 m do 4 m kakor tudi potreben material za posteljico v debelini 15 cm, zasip ob in nad cevjo v debelini 30 cm, tampon v debelini 32 cm in končni zasip, sem pridobil z izpisi podatkov programa Sewer+. Podatki so bili podani v m³. Širina dna jarka je premer cevi + 0,4 m na vsako stran cevi, za nemoteče manevriranje delavcev. Križanje KS z vodovodnim sem preveril na internetni strani PISO in ocenil večji izkop na vsako stran cevi z namenom preventivne zaščite cevi pred delavnimi poškodbami s strani gradbene mehanizacije. Čeprav so stene izkopa po celotni globini pod kotom 70°, se upošteval in ocenil montiranje zaščitnega opaža v globini večji od 2 m. Zemljinu na obravnavanih območjih so posplošene v IV kategorijo: skala v razpadu (preperele stene, razpadli skrilavec) in V kategorijo: srednje trda stena (apnenec, lapor). Pri zasipu jarka so vrednosti normirane na 65 % zasipa z izkopanim materialom in 35 % mešanice, sestavljene iz 50 % dobavljenega materiala in 50 % izkopa.

Montažna dela

Montažna dela obsegajo stroške nabave in vgradnje PVC cevi, revizijskih jaškov različnih globin in kaskadnih oz. prepadnih jaškov. Zaradi majhnega števila revizijskih jaškov z globino temena nad 3,5 m sem jih pri stroških upošteval v skupini globine do 3,5 m. Cene dobave so pridobljene pri podjetju Zagožen preko osebnega stika.

Ureditve vozišča

Stroški ureditve vozišča zajemajo dobavo in vgradnjo asfaltne nosilne plasti v debelini 5 cm in krovne plasti v debelini 3 cm. Tampon se vgradi po celotni dolžini jarka v debelini 32 cm.

Stroški zaključnih del

Stroški zaključnih del so računani na meter voda in zajema čiščenje in izpiranje kanalizacije, preizkus vodotesnosti, video snemanje kanalizacije, pridobivanje soglasja za traso in zemljišče ter izdelava projektnih izvedbenih del (PID) ter vpis v kataster gospodarske javne infrastrukture. Pri preskusu neprepustnosti je upoštevana tudi tlačni vod.

Črpalke, črpališča in tlačni vod

Stroški črpal in črpališč podjetja Grundfos so prikazani pod skupno ceno. Vsa črpališča so izvedena iz poliestrskih jaškov visoke gostote istega modela in vsebujejo enako hidrostat. sondo, držalo sonde, plovec, krmilno omarico in pohodni jašek. Glede črpal je SLV model enkrat dražji od SEG modela. Za tlačni vod so cene pridobljene pri podjetju Zagožen in se razlikujejo glede na dimenzije.

7.2 Cene čistilnih naprav in zemljišča

Rastlinska čistilna naprava

Ceno RČN sem pridobil preko osebnega stika s podjetjem Limnos d.o.o. Prikazane so okvirne cene izgradnje RČN s zemeljskimi in montažnimi deli ter elektroinstalacijami brez nadzora in izdelave projektne dokumentacije. V ceno je všteta dobava in vgradnja pretočne greznice.

Preglednica 19: Okvirne cene RČN (Vir: Limnos d.o.o.)

Obremenitev	Cena RČN
65 PE	33.000,00 €
180 PE	77.000,00 €
250 PE	100.000,00 €

Cena RČN je brez DDV in vključuje: pulzni jašek, čistilne module, dotočne cevi v modul, iztočne cevi v modulu, fazonski kosi za povezavo cevi, rastline, vzorčevalni jašek, mehanski filter za usedalnik.

Čistilna naprava MBR

Ker se za vsako območje ČN MBR dimenzionira na zeleno stopnjo čiščenja, delavni volumen, potrebne naprave za kontrolo itd. je problematično določiti cene za zelene obremenitve. Ceno so pridobljene s strani podjetja Comteh d.o.o. in prikazujejo okvirne cene za izgradnjo delujoče naprave. Velikosti 65 PE in 180 PE sta klasični izvedbi medtem ko je 250 PE kontejnerska izvedba, zato temu primerna cena. Cene ne vključujejo DDV.

Preglednica 20: Okvirne cene ČN MBR (Vir: Comteh d.o.o.)

Obremenitev ČN MBR	Cena ČN MBR
65 PE	45.000,00 €
180 PE	93.000,00 €
250 PE	250.000,00 €

Zemljišče za izgradnjo ČN

Čistilne naprave predvidoma ležijo na kmetijskih zemljiščih in urejenih zelenih površinah. Cene za m² sem pridobil v prostorskem informacijskem sistemu občin (PISO). Na Božakovem je cena površine predvidenega območja postavitve 1,11 €/m². Parcelni številki sta 71 in 64. V vasi Želebej je predvidena čistilna naprava na kmetijsko gozdnem zemljišču s parcelno številko 3464/1 in ceno 1.36 €/m². Čistilna naprava v vasi Rakovec je določena na kmetijskem zemljišču s parcelno številko 2343 in ceno 1.02 €/m². Pri stroških za nakup zemljišča nisem upošteval stroška za pridobitev soglasja za nakup zemljišča.

7.3 Stroški obratovanja in vzdrževanja

Pomembno je omeniti, da obratovanje in vzdrževanje naprav in elementov mora izvajati v skladu z navodili za obratovanje in vzdrževanje proizvajalca.

Pri obratovalnih stroških sem upošteval porabo el. energije za vse vgrajena črpalke in ČN z pripadajočimi črpalkami in ostalimi elektronskimi napravami potrebnimi za delovanje. Zajeti so stroški amortizacije po enačbi za 30 letno dobo ČN in črpališč ter 50 letno dobo za kanalizacijske vode (Rakar, A. 1994).

Rakar (1994) določa stroške dela, kot potrebne delavce za izvajanje oskrbe oz. vzdrževanja komunalnih vodov. V našem primeru, ko je velikostni razred naselja do 2000 PE, je maksimalno število proizvodnih delavcev na 10000 m omrežja 1.10 delavca. Vrednost sem množil z dolžino celotnega voda in minimalno bruto plačo v Sloveniji leta 2016, ki znaša 790,73 €.

Za črpališča in ČN MBR izračunamo porabo el. energije za celotno leto obratovanja in amortizacijo za dobo 30 let. Cena el. energije je povzeta iz spletne strani ponudnika Petrol.

RČN

Stroški vzdrževalnih del na RČN so pridobljeni pri podjetju Limnos d.o.o. in so cca 800 €/leto. Vključujejo odvoz blata iz primarnega usedalnika in potrebna dela v okolici ČN. Stroški za odvoz blata in izvajanja meritev na ČN so povzeti po diplomski nalogi (Jerman, 2010).

Čistilna naprava MBR

Za normalno delovanje je potreben 1 delavec za do 2 uri na teden, kateri kontrolira delavne parametre čistilne naprave in izvaja morebitna servisna dela. Dvakrat letno je potreben odvoz blata in terminsko čiščenja membrane.

7.4 Stroški posameznih zasnov

V spodnjih preglednicah so prikazane glavne postavke okvirnih rekapitulacij za posamezno zasnovo. Podrobni izračuni so prikazani v prilogah od A11 do A14.

7.4.1 Zasnova I: KS Želebej, Božakovo, Rakovec

Preglednica 21: Skupni stroški KS Želebej (zasnova I)

OKVIRNI STROŠKI IZGRADNJE		
Stroški KS:	148.601,13 €	
Čistilna naprava:	RČN	MBR
Cena ČN:	33.000,00 €	45.000,00 €
Cena zemljišča za ČN:	397,80 €	47,60 €
Skupaj:	181.998,93 €	193.648.73 €
OKVIRNI LETNI OBRATOVALNI IN VZDRŽEVALNI STROŠKI		
El. energija črpališča:	695,05 €	
Stroški dela:	543,41 €	
Amortizacija kanalov in črpališča:	3.457,63 €	
Čistilna naprava:	RČN	MBR
Vzdrževalna dela:	880,00 €	820,00 €
El. energija ČN	/	4.137,85 €
Meritve, vzorčenje in vodenje obratovalnega dnevnika:	15.000,00 €	15.000,00 €
Amortizacija:	990,00 €	1.350,00 €
Skupaj:	21.566,09 €	26.003.94 €
Celotni stroški:	203.565,02 €	219.652,67 €

Preglednica 22: Skupni stroški KS Božakovo (zasnova I)

OKVIRNI STROŠKI IZGRADNJE		
Stroški KS:	332.660,32 €	
Čistilna naprava:	RČN	MBR
Cena ČN:	77.000,00 €	93.000,00 €
Cena zemljišča za ČN:	834,72 €	71,04 €
Skupaj:	410.495,04 €	425.731.36 €

se nadaljuje ...

... nadaljevanje preglednice 22

OKVIRNI LETNI OBRATOVALNI IN VZDRŽEVALNI STROŠKI		
El. energija črpališča:	1,841.53 €	
Stroški dela:	1.343,86 €	
Amortizacija kanalov in črpališča:	7.138,82 €	
Čistilna naprava:	RČN	MBR
Vzdrževalna dela:	880,00 €	2.620,00 €
El. energija ČN	/	4.760,35 €
Meritve, vzorčenje in vodenje obratovalnega dnevnika:	15.000,00 €	15.000,00€
Amortizacija ČN:	2.310,00 €	2.790,00 €
Skupaj:	28.514,21 €	35.494,56 €
Celotni stroški:	439.009,25 €	461.225,92 €

Preglednica 23: Skupni stroški KS Rakovec (zasnova I)

OKVIRNI STROŠKI IZGRADNJE		
Stroški KS:	102.510,90 €	
Čistilna naprava:	RČN	MBR
Cena ČN:	33.000,00 €	45.000,00 €
Cena zemljišča za ČN:	298,86 €	35,7 0€
Skupaj:	135.809,76 €	147.545,97 €
OKVIRNI LETNI OBRATOVALNI IN VZDRŽEVALNI STROŠKI		
El. energija črpališča:	532,74 €	
Stroški dela:	499,71 €	
Amortizacija kanalov in črpališča:	2.535,83 €	
Čistilna naprava:	RČN	MBR
Vzdrževalna dela:	880,00 €	820 €
El. energija ČN:	/	4.137,85 €
Meritve, vzorčenje in vodenje obratovalnega dnevnika:	15.000,00 €	15.000,00 €
Amortizacija ČN:	990,00 €	1.350,00 €
Skupaj:	21.566,09 €	24.876,94 €
Celotni stroški:	157.375,85 €	172.422,9 €

7.4.2 Zasnova II: KS Božakovo – Želebej

Preglednica 24: Skupni stroški KS Božakovo – Želebej (zasnova II)

OKVIRNI STROŠKI IZGRADNJE		
Stroški KS:	560.277,24 €	
Čistilna naprava	RČN	MBR
Cena ČN:	100.000,00 €	250.000,00 €
Cena zemljišča za ČN:	1,248,75 €	66,00 €
Skupaj:	661.525,99 €	810.343,24 €
OKVIRNI LETNI OBRATOVALNI IN VZDRŽEVALNI STROŠKI		
Električna ene. črpališča:	10.226,42 €	
Stroški dela:	2.238,62 €	
Amortizacija kanalov in črpališč:	13.819,57	
Čistilna naprava	RČN	MBR
Vzdrževalna dela:	880,00 €	2.620,00 €
Meritve, vzorčenje in vodenje obratovalnega dnevnika	30.000,00 €	30.000,00 €
El. energija ČN:	/	8.194,81 €
Amortizacija ČN:	3.000,00 €	7.500,00 €
Skupaj:	60.164,61 €	74.599,42 €
Celotni stroški:	721.690,6 €	884.942,66 €

7.5 Primerjava stroškov

V spodnji preglednici imamo primerjavo dveh različnih zasnov vasi Božakovo in Želebej. V drugem stolpcu so prikazani stroški izgradnje KS skupaj z ČN za zasnovo I, kjer je vsaka vas vezana na svojo ČN. V tretjem stolpcu so predstavljeni stroški pri zasnovo II, kjer sta obe vasi povezani na ČN v vasi Božakovo. Zaradi istih tehničnih karakteristik, ne glede na obremenitev PE, sem pri primerjavi uporabil RČN. Pri obremenitvi PE sem samo za vas Božakovo upošteval rast prebivalstva v 50-ih letih. Poraba vode je normirana na 150 l/PE/dan. Stroški izgradnje glede na količino odpadne vode je rezultat deljenja stroškov izgradnje KS in ČN z potrošeno vodo v 50-ih letih. Z delitvijo letnih obratovalnih in vzdrževalnih stroškov z letno porabo vode, pridobimo stroške letnega obratovanja in vzdrževanja na m³ odpadne vode. Stroške izgradnje na PE delimo s 50 in rezultat seštejemo z letnim obratovanjem in vzdrževanjem na PE, ta seštevek delimo z vsemi meseci v letu, s tem pridobimo skupne mesečne stroške na PE. Za celotne mesečne stroške na m³ odpadne vode seštejemo izgradnjo na m³ in letno obratovanje in vzdrževanje na m³. Celotni stroški za 50 let so seštevek stroškov letnega obratovanja in vzdrževanja pomnoženega s 50 in izgradnje KS. Cene so brez DDV-ja.

Preglednica 25: Stroškovna primerjava zasnove I in zasnove II

	Zasnova I	Zasnova II
Stroški	Individualna ČN Božakovo in Želebej	Skupna ČN Božakovo - Želebej
Izgradnja KS [€]	592.493,97	661.525,99
PE	212	212
Izgradnja na PE [€]	2.794,78	3.120,41
Izgradnja na m ³ odpadne vode [€]	1,02	1,14
Letno obratovanje in vzdrževanje [€]	50.080,30	60.164,61
Letno obratovanje in vzdrževanje na PE [€]	236,23	283,80
Letno obratovanje in vzdrževanje na m ³ odpadne vode [€]	4,31	5,18
Skupni mesečni stroški na PE	24,34	28,85
Celotni mesečni stroški na m ³ odpadne vode [€]	5,33	6,32
Celotni stroški v 50 letih [€]	3.096.508,97	3.669.756,49
Stroškov izgradnje [%]	20 %	18 %
Stroški obratovanja in vzdrževanja [%]	80 %	82 %

Iz tabele je razvidno, da je zasnova I cenejša v vseh pogledih in sicer na dolgi rok za 573.245,50 €.

8. ODVAJANJE PADAVINSKIH VODA

Problematika padavinskih voda

Padavine v oblike dežja ali snega ustvarjajo površinski odtok z odtekanjem z utrjenih, slabo prepustnih in prepustnih površin. V primeru, ko padavinskega odтока ni mogoče ponikniti po naravni poti, pride do zastajanja vode na površini in potrebno je izvesti umetno ponikanje ali speljati odtok v kanalizacijski sistem.

Pri ponikanju padavinskih voda je kvaliteta pomembna. Padavinska voda je povečini onesnažena z mineralnimi snovmi in organskimi primesmi, s katerimi pride v stik na utrjenih površinah. Med drugim se lahko onesnaži že pri prehodu skozi ozračje z vpijanjem plinov in raznih snovi (Panjan, 2005). Pri odtekanju padavinskih voda iz streh, parkov, vrtov, dvorišč itd. se ta neznatno onesnaži in je potreben le peskolov za odstranitev večjih delcev pred ponikanjem. Medtem ko padavinska voda iz cestišč, parkirišč, industrijskih površin itd., moramo predhodno odstraniti mehanske delce ter olja in maščobe (Butler, 2003). Zaradi naštetih problemov je potrebno izbrati pravilno način odvajanja padavinskih voda. Lahko jih odvajamo v površinske ali stoječe vode, pri čem moramo poskrbeti za določeno stopnjo predhodnega čiščenja vode, da ne pride do preobremenitve odvodnika. Možen je odvod v morje in zbiranje padavinske vode v zbiralnikih s potrebnim kasnejšem odvažanjem (Panjan, 2005).

S ponikanjem na naravnih površinah, ki je hkrati tudi najbolj okolju prijazen način, vrnemo vodo nazaj v zemlino, s tem povečujemo zaloge podtalnice in zmanjšamo obremenitev bližnjih odvodnikov. Prav tako zmanjšamo obremenitev čistilne naprave in mešanega kanalizacijskega sistema.

Opisi različnih rešitve odvajanja padavinskih voda

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/2012) določa za odpadno vodo iz streh neposredno ali posredno odvajanje v vode, kadar ima lastnik to možnost. Lahko se uredi zbiranje vode in nadaljnjo uporabo za dejavnosti, ki ne zahtevajo visoke kvalitete vode kot so: splakovanje stranišča, zalivanje, pranje perila itd.

Ob stanovanjskih in kmetijskih objektih je vgradnja zbiralnika deževnice preudarna odločitev iz ekonomskega in okoljevarstvenega vidika. Zbiralni rezervoarji so izdelani iz polietilena in so običajno vkopani v zemljo. Kadar uporabljamo vodo v hiši (kotlički, pralni stroj), moramo temu prilagoditi vodovodne inštalacije. Deževnica odteka iz bližnjih streh v žlebove in vstopi v zbiralnik skozi dovodno cev. V primeru, ko je zbiralnik poln, se odvečna voda prelije preko prelivne cevi v ponikanje ali kanalizacijo. Za črpanje in uporabo vode iz zbiralnika za zalivanje ali pranje avtomobila potrebujemo črpalko, medtem ko za uporabo v hiši vgradimo hidrofor. Pred samim vtokom v zbiralnik je priporočena uporaba filtra za zadrževanje večje umazanije.

Za ponikanje deževnice se najpogosteje uporabljajo ponikalni oz. infiltracijski jarki in ponikalnice oz. vpojne jame. Infiltracijski jarek je linearni izkop, podložen s geotekstilno tkanino in zapolnjen s kamninskim polnilom, v katerega položimo drenažne cevi. Površina je prekrita s travo. Običajna vpojna jama je podzemna struktura krožne oblike, grajena iz perforiranih armirano betonskih ali

plastičnih materialov. Zapolnjena je z polnilom, ki ima dobro prepustnost. Primerne so za uporabo na območjih s prepustno zemljinjo. Priporočen odmik je vsaj 5 m od temeljev zgradb in cest. Poleg odstranjevanja deževnice ponikalnice in infiltracijskih jarkov omogočajo zmanjšanje onesnaženja vode z mehansko filtracijo, absorpcijo in biokemijsko aktivnostjo (Butler, 2004). Primer ponikalne jame na Božakovem je prikazan na sliki 15.

Slika 15: Ponikalna jama v vasi Božakovo



Vedno bolj na popularnosti pridobivajo ponikalni bloki in ponikalna polja. Bloki so izdelani iz polipropilena, so visoko prepustni in pravokotne oblike. Uporabljajo se za začasno shranjevanje in ponovno uporabo padavinskih in talnih voda ali neposredno ponikanje le-te. Lahko jih sestavljamo glede na potrebno velikost. Pred vstopom padavinske vode v ponikalni sistem je potrebno zagotoviti vsaj mehansko čiščenje s peščenimi ali drugimi filtri. Ta vrsta ponikalnih sistemov omogoča hitro in prilagodljivo realizacijo, brez večjih posegov v okolje (www.zagozen.si).

Odvajanje padavinske vode na obravnavanem območju

Obravnavano ruralno območje obkrožajo kmetijske in travnate površine, slednje so tudi znotraj vasi. Utrjene površine predstavljajo lokalno cesto, javne poti in dvorišča, iz katerih je površinski odtok pogosto speljan v obcestne mulde oz. koritnice ali poleg na ponikalno travnato površino.

V vaseh uporabljajo številna gospodinjstva za zbiranje strešne deževnice rustikalne zbiralnike t. i. šterne, od katerih so ene stare tudi čez 100 let. Zbrana voda se uporablja za zalivanje rož, pranje avta in za čiščenje okolice. Pri novogradnjah so že opazni industrijski zbiralniki s primernimi čistilnimi napravami za zagotavljanje višje kvalitete vode. Tako bi glede na željeno kvaliteto čiščenja dogradili obstoječe šterne s filtri za mehansko čiščenje večjih nečistoč in peščenim filtrom z aktivnim ogljem za odstranitev organskih onesnažil. S tem bi pridobili vodo visoke kvalitete, ki bi se med drugim uporabljala za napajanje živine. Pri objektih brez zbiralnika deževnice, se ta naknadno vgradi. Strešna

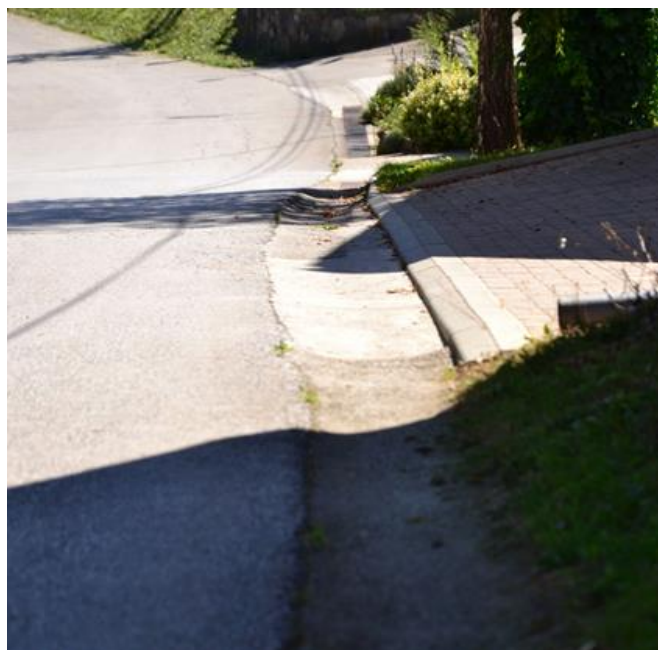
voda se lahko uporablja tudi za WC splakovalnik. Na sliki 16 je prikazana šterna z zbiranjem padavinske vode in vgrajenim hidroforom, ki črpa vodo v WC splakovalnik.

Slika 16: Urejeno zbiranje padavinske vode v šterna



Ob postavitvi kanalizacijskega sistema se hkrati uredijo koritnice, v katere se odvaja odtok z utrjenih površin in padavin s strešnih površin, ki se ne zbirajo za uporabo. Koritnice gravitacijsko odvajajo padavinsko vodo izven naselja v infiltracijski vodnjak, naravno akumulacijo ali vpojne jame. Pred odtokom vode v eno od rešitev, se ta spelje skozi usedalnik, kjer se nabirajo pesek, mulj ter ostale nesnage, ki jih voda pobere na utrjenih površinah. Zaradi preventivnih razlogov, sledi še pretok skozi lovilec olj in maščob, saj je voda iz dvorišč velikokrat onesnažena z različnimi čistili in olji. V primeru, da dvoriščna voda ne odteka v skupne koritnice, se uredi individualno čiščenje in ponikanje na bližnjih naravnih površinah.

Slika 17: Koritnica v vasi Božakovo



9. ZAKLJUČEK

Glede na reliefno površino in oddaljenost med vasmi so idejne rešitve za odvajanje in čiščenje odpadne vode v vaseh Božakovo, Želebej in Rakovec razdeljene na dve zasnovi. Cilj pri projektiranju je bil odvajati čim večjo količino odpadne vode z gravitacijskim načinom. Tako imamo v prvi zasnovi vse tri vasi vezane na individualne čistilne naprave, locirane v bližini vasi. V drugi zasnovi sta Božakovo in Želebej vezani na skupno čistilno napravo, ki je locirano na vzhodu Božakovega. Pri tem se odpadna voda iz Želebeja črpa v glavni zbirni kanal na Božakovem. Sam kanalizacijski sistem se pri zasnovi II le malo razlikuje od zasnove I. V vasi Želebej je dodan tlačni vod in tri dodatna črpališča ter odstranjen severovzhodni stranski kanal, medtem ko v vasi Božakovo situacija ostane ista. Zaradi oddaljenosti vasi Rakovec sem se odločil, da ostane samo v individualni zasnovi, saj bi povzročila priključitev kanalizacijskega sistema na čistilno napravo Božakovo nesorazmerne stroške glede na korist za okolje.

Pri primerjavi skupnih stroškov za zasnovo I in zasnovi II so vidni višji stroški za samo izgradnjo komunalnega sistema s RČN, kakor tudi višji letni obratovalni in vzdrževalni stroški. Okvirna cena dveh individualnih RČN je za 1/10 dražja kot skupna RČN, medtem ko so zaradi enkrat večjih stroškov meritev, vzorčenja in vodenje, so stroški vzdrževanja in obratovanja skoraj enaki. Opazimo, da so glavni razlog višjih skupnih stroškov dodatna pohodna črpališča iz poliestra z vstavljenimi kvalitetnimi in dragimi črpalkami, kar dodatno povzroči večji strošek obratovanja in vzdrževanja ter strošek amortizacije. Upoštevati moramo tudi dodatne stroške zemeljskih del, saj je dolžina kanalskih vodov pri zasnovi II za približno 330 m daljša. Če bi uporabil za primerjavo čistilno napravo MBR, bi bili stroški zasnove II še večji, saj so cena in vzdrževalni in obratovalni stroški kontejnerske izvedbe MBR znatno večji. Glede na pridobljene rezultate se kot finančno primernejša izkaže zasnova I z individualnimi čistilnimi napravami.

Za vse kanalizacijske vode sem prikazal hidravlične izračuni po retenzijski metodi, z uporabo Manningove enačbe. Izpisi so povzeti po programu Sewer+, zato sem za primerjavo vrednosti sam izračunal hitrosti odpadne vode v glavnih kanalih in višino polnitve kanala po Colebrook. Opazna so manjše deviacije rezultatov, kar bi lahko smatrali kot normalno.

Zaradi veliko naravnih površin in minimalne količine padavinske vode, ni bilo potrebe po gradnji ločenega kanalizacijskega sistema. Strešna deževnica se bo predhodno očistila in zbirala v industrijskih zbiralnikih ali štirnah, za ponovno uporabo v kmetijstvu ali za dela okoli hiše. Odtok padavinskih vod iz dvorišč in cest je usmerjen v občestne koritnice ter se gravitacijsko odvaža v odvodnik ali v ponikalnice. V primeru, da ni možen odvod v koritnice, se uredi individualno čiščenje in ponikanje.

Namen in cilj diplomske naloge je spoznati in razumeti procese, potrebne podatke ter metode raziskovanja in izdelave kanalizacijskega sistema za odvajanje in čiščenje odpadne vode. Cilj je bil dosežen. Poleg pridobljenega znanja o delovanju in izvedbi komunalnega sistema sem se pri izdelavi diplomske naloge naučil uporabljati program za projektiranje komunalne mreže Sewer+. Za dejansko aplikacijo prikazanih rezultatov bi bili potrebni bolj natančni podatki tako o cenah naprav na kanalizacijskem sistemu kot o terenskih podatkih. Terenske točke ne prikazujejo dejanskega trenutnega stanja, zato bi morali izvesti meritve za pridobitev najnovejših geodetskih podatkov terena.

10. VIRI

Atlas okolja. 2016.

<http://gis.arso.gov.si> (Pridobljeno 3. 7. 2016.)

Berdajs, A., Bertancelj, J., Gruden, T. idr. 1998. Gradbeni priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 509 str.

Butler, D. Davies, J.W. 2004. Urban Drainage. London, New York, Spon Press: 543 str.

Comteh d.o.o. 2016. www.comteh.si (Pridobljeno 25. 7. 2016.)

Geopedia. 2016.

<http://www.geopedia.si/> (Pridobljeno 16. 5. 2016.)

Govejšek, M. 2013. Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda v občini velike Lašče. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Govejšek): 98 str.

Gray, N.F. 1999. Water Technology: An introduction for Scientists and Engineers. Great Britain, Second Edition. Tunbridge Wells: 584 str.

Griessler Bulc, T. 2013. Okoljske tehnologije in ekoremediacije. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta: 81 str.

Horvat, M. 2000. Primerjava postopkov, učinkov in stroškov čiščenja za različne tipe malih čistilnih naprav od 50 do 1000 PE. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Horvat): 75 str.

Jerman, B. 2011. Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda iz naselij Vrh pri Ljubnu, Mali Podlben, Dolnje in Gornje Marševo. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba B. Jerman): 108 str.

Kanalizacija in čistilna naprava Dane. 2015. Projekt za izvedbo (PZI). Ljubljana, Matrika ZVO d.o.o.: ločena paginacija.

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

Komunala Metlika d.o.o. 2015. Letno poročilo 2015. Metlika.

<http://www.komunala-metlika.si/Db/333%20LETNO%20POROCILO%202015.pdf>
(Pridobljeno 12. 7. 2016.)

Kurbus, T. 2008. Razvoj visoko učinkovitega postopka čiščenja odpadnih vod v šaržnem biološkem reaktorju. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo (samozaložba T. Kurbus): 117 str.

Limnos d.o.o. 2016

<http://www.limnos.si> (Pridobljeno 28. 6. 2016.)

Občina Metlika 2016. <http://www.metlika.si> (Pridobljeno 20. 6. 2016.)

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v Občini Metlika. 2013. Metlika. http://www.metlika.si/Upload/Operativni%20program_2.pdf (Pridobljeno 17. 7. 2016.)

Panjan, J. 2004. Količinske in kakovostne lastnosti voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 74 str.

Panjan, J. 2005. Osnove zdravstveno hidrotehnične infrastrukture. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 289 str.

PISO – Prostorski informacijski sistem občin. 2016.

<http://www.geoprostor.net> (Pridobljeno 28. 6. 2016.)

Pleničar, M. (ur.), Ogorelec, B. (ur.), Novak, M (ur.). 2009. Geologija Slovenije. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije: 612 str.

Plut, D. 1988 Belokranjske vode. Novo mesto, Dolenjski muzej: 199 str.

Radjenović, J., Matošić M., Mijatović, I. idr. 2007. Membrane Bioreactor (MBR) as an Advanced Wastewater Treatment Technology.

http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/RADJENOVIC%202008%20MBR%20as%20an%20Advanced%20Wastewater%20Treatment%20Technology.pdf (Pridobljeno 25. 6. 2016.)

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

Roš, M. Zupančič, D., G., 2010. Čiščenje odpadnih voda. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja: 330 str.

Slokan I. 2003. Nizke gradnje: temeljenje, vodovod, kanalizacija. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 175 str.

Steinman, F. 1999. Hidravlika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: str 295.

Štefanič, V. 2012. Možnosti turističnega razvoja v občini Metlika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta (samozaložba V. Štefanič): 95 str.

Vlašič, A. 2010. Politicnogeografska analiza obmejnosti na primeru občine Metlika. Univerza v Ljubljani. Filozofska fakulteta, oddelek za geografijo (samozaložba A. Vlašič): 91 str.

Vrhovec, S. 2008. Možnost uporabe rastlinskih čistilnih naprav na zaščitene območjih. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (samozaložba S. Vrhovec): 85 str.

Ostali viri

Comteh d.o.o., Šoško, S. 2016. Določitev okvirnih cen za čistilne naprave MBR. Osebna komunikacija. (Pridobljeno 6. 7. 2016.)

GRAMEL gradbeništvo, inženiring in storitve d.o.o. Leščanec, B. 2016. Določitev stroškov izgradnje kanalizacijskega sistema. Osebna komunikacija. (Pridobljeno 20. 7. 2016.)

Grundfos Ljubljana, d.o.o. Pajk, D. 2016. Določitev okvirnih cen črpališč in črpalk. Osebna komunikacija. (Pridobljeno 4. 8. 2016.)

Limnos d.o.o. Vrhovšek, M. 2016. Določitev okvirnih cen rastlinskih čistilnih naprav. Osebna komunikacija. (Pridobljeno 22. 7. 2016.)

Ocena stanja rek v Sloveniji v letih 2012 in 2013. 2016.
http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poročila/Poročilo%20REKE%202012%20in%202013_2.pdf (Pridobljeno 18. 6. 2016.)

Slika delovanja čistilne naprave MBR. 2016.
<http://mena-water.de/7-1mbr.htm> (Pridobljeno 10. 8. 2016.)

Slika rastlinske čistilne naprave s pod površinskim tokom. 2016.
<http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/semi-centralised-wastewater-treatments/h> (Pridobljeno 5. 8. 2016.)

Zavod RS za varstvo narave, OE Novo mesto. Simčič, M. 2016. Subjektivna ocena postavitve čistilne naprave na območju Natura 2000. Osebna komunikacija. (Pridobljeno 3. 8. 2016.)

Statistični podatki

Arhivski hidrološki podatki, povprečne mesečne padavine za obdobje 1961-2011. 2016.
ARSO. 2016.
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/time-series/> (Pridobljeno 12. 6. 2016.)

Povprečni mesečni vodostaj in temperatura, povprečni mesečni pretok reke Kolpe.

ARSO. 2016.

http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php (Pridobljeno 22. 6. 2016.)

Število prebivalcev, gospodinjstev, popis, stavbe in stanovanja na obravnavanih območjih.

Statistični urad Republike Slovenije.

SURS. 2016.

<http://www.stat.si> (Pridobljeno 19. 6. 2016.)

Standard

SIST EN 1610:2001, Gradnja in preskušanje vodov in kanalov za odpadno vodo.

Zakoni, uredbe, pravilniki

Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Metlika. Uradni list RS, št. 31-1233/2013: 3822.

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

Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot. Uradni list RS, št. 111-4623/2004: 13173.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda.

Uradni list RS, št. 94-3849/2014: 10507 in Uradni list RS, št. 98-3858/2015: 12341.

Tehnični pravilnik o javni kanalizaciji. Uradni list RS, št. 75-4086/2010: 10892.

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

Uradni list RS, št. 64-2582/2012: 6392

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode. Uradni list RS, št. 98-3842/2015: 12234.

Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla.

Uradni list RS, št. 84-3646/2005: 8709.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območje Natura 2000).

Uradni list RS, št. 49-2277/2004: 6409.

Uredba o stanju površinskih voda. Uradni list RS, št. 14-437/2009: 1757.

Zakon o graditvi objektov (ZGO). Uradni list RS, št. 102-4398/2004: 12358.

Zakon o ohranjanju narave (ZON-UPB2). Uradni list RS, št. 96-4233/2004: 11541.

Zakon o prostorskem načrtovanju (ZPNačrt). Uradni list RS, št. 33-1761/2007: 4585.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1-UPB1). Uradni list RS, št. 39-1682/2006: 4151.

Zakon o vodah (ZV-1). Uradni list RS, št. 67-3237/2002: 7648.