

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:

Ameršek, L., 2016. Idejne zasnove odvajanja in čiščenja odpadnih voda v Občini Sevnica. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Drev, D., somentor Krzyk, M.): 52 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5790/>

Datum arhiviranja: 26-09-2016

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:

Ameršek, L., 2016. Idejne zasnove odvajanja in čiščenja odpadnih voda v Občini Sevnica. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Drev, D., co-supervisor Krzyk, M.): 52 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5790/>

Archiving Date: 26-09-2016

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:

LOVRENC AMERŠEK

**IDEJNE ZASNOVE ODVAJANJA IN ČIŠČENJA
ODPADNIH VODA V OBČINI SEVNICA**

Diplomska naloga št.: 329/VKI

**THE WASTE WATER DRAINAGE AND TREATMENT
IN MUNICIPALITY SEVNICA**

Graduation thesis No.: 329/VKI

Mentor:

doc. dr. Darko Drev

Somentor:

doc. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 13. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU,

Spodaj podpisani študent LOVRENC AMERŠEK, vpisna številka 26106104, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: IDEJNE ZASNOVE ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA V OBČINI SEVNICA

IZJAVLJAM

1. Obkrožite eno od variant a) ali b)

a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V/Na: Sevnica

Datum: 4.6.2016

Podpis študenta/ke:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.2(043.2)
Avtor:	Lovrenc Ameršek
Mentor:	doc. dr. Darko Drev
Somentor:	doc. dr. Mario Krzyk
Naslov:	Idejne zasnove odvajanja in čiščenja odpadnih voda v občini Sevnica
Tip dokumenta:	diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	52 str., 23 preg., 12 sl., 10 pril.
Ključne besede:	Sevnica, kanalizacijski sistem, hidravlično dimenzioniranje, MKČN, investicijski stroški, stroškovna primerjava variant

Izveček

V diplomskem delu so predstavljene idejne zasnove odvajanja in čiščenja odpadnih voda za posamezna naselja v Občini Sevnica, ki so še brez slednjih rešitev. V uvodnem delu je predstavljena zakonodaja na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda ter izhodišča za zasnovo kanalizacijskega sistema. Sledi analiza obstoječega stanja v občini s pregledom po posameznih naseljih. Osrednji del naloge predstavljajo variantne rešitve dimenzioniranih kanalizacijskih sistemov po posameznih naseljih oz. združitve le-teh v skupni kanalizacijski sistem. Analiziral sem sledeče variante: VARIANTA 1: kanalizacijski sistem s skupno malo čistilno napravo VARIANTA 2: kanalizacijski sistem s posameznimi- individualnimi malimi čistilnimi napravami. V zadnjem delu je predstavljena stroškovna ocena variant in primerjava za izbrane aglomeracije.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK: 628.2(043.2)
Author: Lovrenc Ameršek
Supervisor: Darko Drev, Ph.D.
Cosupervisor: Mario Krzyk, Ph.D.
Title: The waste water drainage and treatment in municipality Sevnica
Document type: Graduation Thesis – University studies
Scope and tools: 52 p., 23 tab., 12 fig., 10 sup.,
Keywords: Sevnica, sewer system, hydraulic dimensioning, small wastewater treatment plants, investment costs, cost comparison of variants

Abstract

This thesis presents outline plans of drainage and treatment waste water for individual settlements which are still without those solution in municipality Sevnica. In the introductory part it is presented legislation on the drainage and treatment of waste water and the starting point for the design of the sewage system. Followed by an analysis of the existing situation in the municipality of verification by individual towns. The central part represent variant solutions sized sewage systems in individual settlements or. merge them into the common sewer system. I analyzed the following variants: VARIANT 1: sewage system with common small wastewater treatment plant (further WWTP) VARIANT 2: sewage system with individual-small WWTP. The final section presents the cost estimate and comparison of variants for each agglomeration.

ZAHVALA

Za pomoč in podporo pri nastajanju diplomskega dela zahvaljujem mentorju doc. dr. Darku Drevu in somentorju doc. dr. Mario Krzyku.

Posebna zahvala gre moji babici in domačim, ki so mi skozi vsa leta študija stali ob strani, me finančno podpirali ter mi dajali vso potrebno podporo. Iskrena hvala tudi puncu za njeno skrb in potrpljenje.

ISKRENA HVALA!

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA	I
IZJAVA O AVTORSTVU,	II
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	III
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION	IV
ZAHVALA.....	V
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI.....	X
SLOVAR MANJ ZANANIH BESED IN TUJK.....	X
1 UVOD.....	1
2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA.....	3
2.1 <i>Pravni okvir na državnem nivoju.....</i>	3
2.2 <i>Pravni okvir na lokalnem nivoju</i>	5
3 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO KANALIZACIJSKEGA SISITEMA	7
3.1 <i>Objekti in naprave na kanalizacijskem omrežju.....</i>	10
3.2 <i>Načrtovanje in izgradnja kanalizacijskih sistemov.....</i>	10
3.3 <i>Preskušanje KS</i>	15
3.4 <i>Čiščenje odpadnih voda</i>	16
3.5 <i>Stroškovna primerjava</i>	21
4 ANALIAZA OBTOJEČE UREDITVE ODAVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA	22
4.1 <i>Splošno o občini Sevnica.....</i>	22
4.2 <i>Naravnogeografske značilnosti</i>	23
4.3 <i>Obstoječa ureditev odvajanja in čiščenja odpadnih voda.....</i>	26
4.4 <i>Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v Občini Sevnica.....</i>	29
4.4.1 <i>Osnovni program</i>	29
4.4.2 <i>Dodatni program</i>	30
4.4.3 <i>Izbor območij, za katere se izdelajo idejne zasnove kanalizacije.....</i>	31
5 ZASNOVA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA	35
5.1 <i>Podlage za načrtovanje</i>	35
5.2 <i>Dimenzioniranje KS</i>	35
5.3 <i>Določitev variant</i>	39
5.3.1 <i>KS Loka-Račica.....</i>	39
5.3.2 <i>KS Arto.....</i>	40

5.3.3	<i>KS Rogačice</i>	41
6	STROŠKOVNA PRIMERJAVA VARIANT	42
7	ZAKLJUČEK	46
VIRI	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Žagast vzdolžen profil (Maleiner, 2006)	9
Slika 2: Izvedba hišnega priključka (KSP Hrastnik, 2016)	14
Slika 4: Občina Sevnica (PISO)	22
Slika 5: Povprečna letna višina padavin za obdobje 1971-2000 v Občini Sevnica (Atlas okolja)	24
Slika 6: Hidrografija in VVO v Sevnici (PISO)	25
Slika 7: Obstoječi kanalizacijski sistem in čistilne naprave (PISO)	26
Slika 8: Iztok komunalne vode iz gospodinjstva v potok (lasten vir)	28
Slika 9: Aglomeracije v Občini Sevnica po Operativnem programu odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda (PISO)	29
Slika 10: Aglomeracija Loka - Račica (ID 11363) po operativnem programu (PISO)	32
Slika 11: Aglomeracija Arto (ID 11558) po operativnem programu (PISO)	33
Slika 12: Aglomeracija Rogačice (ID 11272) po operativnem programu (PISO)	34

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prednosti in slabosti mešanih in ločenih kanalizacijskih sistemov.....	7
Preglednica 2: Premer tlačnih cevi glede na št. gospodinjstev (EPA, 1991).....	9
Preglednica 3: Hierarhija omrežja kanalizacije	10
Preglednica 4: Premer cevi v odvisnosti od padca kanala (Slokan, Zorman, 2001).....	11
Preglednica 5: Širina jarka v odvisnosti od globine izkopa (SIST EN 1610).....	12
Preglednica 6: Minimalni horizontalni odmiki od ostalih komunalnih vodov (Tehnični pravilnik o objektih..., Uradni list RS, št. 47/09).....	15
Preglednica 7: Intervali vzorčenja za komunalne čistilne naprave (Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu..., Uradni list RS, št. 94/14 in 98/15)	19
Preglednica 8: Mejni parametri odpadne vode na iztoku ČN (Uredba o odvajanju in čiščenju..., Uradni list RS, št. 98/15)	20
Preglednica 9: Povprečna višina padavin na meteorološki postaji Lisca v obdobju 1981-2010 (Klimatološka povprečja..., 2015)	24
Preglednica 10: Količina prečiščene odpadne vode (Javno podjetje Komunala d.o.o. Sevnica, 2015).....	27
Preglednica 11: Seznam naselij iz osnovnega programa 8. stopnje na območju Občine Sevnica.....	30
Preglednica 12: Seznam naselij iz dodatnega programa 3. stopnje na območju Občine Sevnica.....	31
Preglednica 13: Število prebivalcev v Loki pri Zidanem Mostu in Račici (SURs, 2016).....	32
Preglednica 14: Število prebivalcev v naselju Arto (SURs, 2016).....	33
Preglednica 15: Število prebivalcev v naselju Rogačice (SURs, 2016)	34
Preglednica 16: Dejavnosti in njihova dodatna obremenitev z odpadno vodo v Loki	40
Preglednica 17: Projektantske cene na enoto KS	42
Preglednica 18: Strošek izgradnje KS Loka- Račica	43
Preglednica 19: Strošek izgradnje KS Arto.....	43
Preglednica 20: Strošek izgradnje KS Rogačice	44
Preglednica 21: R-group, cene MKČN	44
Preglednica 22: Strošek individualnega opremljanja aglomeracij.....	45
Preglednica 23: Stroškovna primerjava variant	45

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BPK ₅	Biokemijska potreba po kisiku po petih dneh
CČN	Centralna čistilna naprava
ČN	Čistilna naprava
DN	notranji premer cevi
EPO	ekološko pomembna območja
KPK	Kemijska potreba po kisiku
KS	kanalizacijski sistem
RČN	Rastlinska čistilna naprava
VVO	vodovarstvena območja

SLOVAR MANJ ZANANIH BESED IN TUJK

PE	Populacijski ekvivalent je enota za obremenjevanje vode izražena v BPK ₅ , in KPK. 1 PE predstavlja enakovrednost onesnaženju, kot ga povzroča odrasla oseba na dan (60 g BPK ₅ /dan in 120 g KPK/dan).
MKČN	Mala komunalna čistilna naprava je naprava namenjena za obdelavo komunalne vode do 2000 PE.

1 UVOD

Voda je s kemijskimi simboli zapisana kot H₂O in je z vidika kemije najpreprostejša spojina, hkrati pa predstavlja vir življenja kot del vsakega organizma in bioloških procesov v našem naravnem okolju. Praviloma ima voda v ekosistemu samočistilno sposobnost, brez katere vodni krog ne funkcionira. Z naraščanjem prebivalstva in razvojem dejavnosti pa povečane emisije bistveno presegajo naravne samočistilnosti vodotokov. Da se takšnim tveganjem izognemo oz. jih do največje mere omilimo, smo se s posnemanjem naravnih procesov samočiščenja naučili čistiti onesnaženo vodo na umeten način v ČN. Nastale odpadne vode zbiramo preko kanalizacijskega sistema in jih prečiščene vračamo v vodotoke. Gre za enak proces kot v naravi, ki se razlikuje le po intenziteti ter bistveno krajšem času čiščenja. Na ta način varujemo okolje pred onesnaženjem in sebi zagotavljamo zdrav bivalni prostor, posredno pa tudi neoporečno pitno vodo.

Vstop Slovenije v EU in uveljavitev njenega pravnega reda zahtevata ureditev odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode za celo državo. Zaostrena zakonodaja s časovnimi roki je zavezala vse občine, k intenzivni gradnji javnih kanalizacijskih sistemov, saj morajo biti ti zgrajeni do konca leta 2021 oziroma do 2023. Trendi na tem področju se spreminjajo v pozitivno smer, vendar ne dovolj hitro. Saj naj bi imeli po podatkih statističnega urada RS v letu 2012 le dobro polovico odpadnih voda prečiščenih na čistilni napravah, kar seveda ni optimističen trend.

Opremljanje naselij z javnim kanalizacijskim omrežjem običajno zahteva visoke investicijske ter obratovalne in vzdrževalne stroške. Še posebej to velja za Slovenijo kjer se srečujemo z razpršeno poselitvijo, ki jo zaznamujejo številna manjša naselja. To narekuje, da moramo pri zasnovi in načrtovanju kanalizacijskega omrežja preučiti več variant in na koncu izbrati tisto, ki se izkaže kot najbolj racionalna z vidika izgradnje, vzdrževanja in obratovanja. Skratka rdeča nit pri gradnji omrežja, je da s čim manjšimi sredstvi dosežemo čim večjo zaščito okolja in voda.

V ta namen sem izdelal idejno zasnovo za izbrana (nerešena) naselja v osnovnem državnem operativnem programu. To so Loka pri Zidanem Mostu z Račico, Arto in Rogačice.

Bistvo diplomske naloge predstavlja stroškovna ocena izgradnje kanalizacijskih sistemov v dveh variantah:

- Varianta 1 s skupno MKČN
- Varianta 2 s posameznimi- individualnimi MKČN

Vzporedno z gradnjo hidroelektrarn Boštanj in Blanca na spodnji Savi je Sevnica s pomočjo kohezijskih sredstev izgradilo kanalizacijsko omrežje s CČN. Nanjo je priključeno mestno središče Sevnice ter naselji Boštanj in Log. Z izjemo naštetih naselij ter Gabrijel, Kompolj in Orehovega, ostala naselja v občini nimajo urejenega odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda. Ta naselja imajo v večini primerov odpadne vode speljane v pretočne ali nepretočne greznice. V številnih primerih pa se le-te kanalizira direktno v bližnje vodotoke.

Uvodoma je v nalogi predstavljen pravni okvir na državnem in lokalnem nivoju ter izhodišča zasnove kanalizacijskega sistema. Sledi podrobna analiza naravnogeografskih značilnosti naselij. Pod drobnogled sem vzel vsa naselja, za katera je po zadnji novelaciji operativnega programa za Občino Sevnica zahtevano odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode iz šestih naselij do konca leta 2023. V ta krog spadajo naselja velikosti od 50 PE do 2000 PE s sešteto skupno obremenitvijo 2919 PE. Za dve naselji je že izvedena kanalizacija in čiščenje, eno naselje je v fazi projektiranja in pridobivanja projektne dokumentacije. Preostala naselja pa še čakajo na projektantsko obravnavo in določitev samih tras kanalizacijskega sistema ter tehnologije čiščenja.

Glede na precejšnje preostalo število aglomeracij (še 14 v dodatnem programu), ki jih bo potrebno po operativnem programu opremiti s kanalizacijskimi sistemi do konca leta 2023, bo morala občina nameniti velik del proračuna za izpolnitev teh zahtev. Čeprav bo zaradi obstoječe razpršene in redke poselitve še veliko prebivalcev primorano samoiniciativno reševati problem odvajanja in čiščenja odpadne vode. Kar pomeni, da morajo lastniki stavb na območjih, ki niso vključena v operativni program sami finančno poskrbeti za zbiranje in čiščenje odpadnih voda.

2 ZAKONODAJA NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA

Slovenija se je pred vstop v Evropsko unijo obvezala, da bo spoštovala Direktivo Sveta 91/271/EGS o čiščenju komunalne odpadne vode. Direktiva govori in daje datumske obveze samo za naselja večja od 2000 PE. Nastane problem pri skladnosti, saj imamo ravno v tem segmentu do 2000 PE zaradi značilne razpršene poselitve največ za urediti. Skratka za vsa manjša naselja se morajo države članice znajti po svoje in problematiko reševati po svojih najboljših zmožnostih. Najbolj optimalno je, da vse naložbe v komunalno infrastrukturo za doseganje skladnosti z EU zakonodajo, poleg reševanja problematike odpadnih voda, ustvarjajo še nova delovna mesta in gospodarsko rast.

Je pa iz strani EU podan standard EN 12566-3 za MKČN do 50 PE, ki določa zahteve, preskusne metode, ocenjevanja in označevanja za MKČN, ki so namenjene čiščenju surove odpadne gospodinjne vode. Standard določa, da morajo biti vsi prefabricirani elementi narejeni in sestavljeni na enem mestu od enega proizvajalca, da se lahko naprava testira kot celota. Če naprava ustreza temu standardu dobi simbolno oznako CE, kar pomeni da je narejena v skladu z Direktivo 93/68 ECC.

2.1 Pravni okvir na državnem nivoju

Zakon o varstvu okolja; ZVO-1 (Uradni list RS, št. 39/06, 49/06, 97/12 in 30/16)

Izhaja iz Evropske Direktive (Waste Water Directive 1991) in je krovni zakon na področju varovanja voda, na podlagi katerega so bili sprejeti številni podzakonski akti (uredbe, pravilniki, itd.), ki podrobneje urejajo varovanje podzemnih in površinskih voda pred onesnaženjem z organskih snovmi in hranili.

Odvajanje in čiščenje odpadnih voda sodi med obvezne gospodarske javne službe (149. člen ZVO-1), ki jih je na lokalnem nivoju dolžna zagotavljati občina. Ta mora pri izgradnji kanalizacijskega sistema upoštevati državna izhodišča in kriterije iz državnega Operativnega programa, tako glede stopnje opremljenosti naselij, kot tudi višine potrebnih finančnih sredstev.

Uredbo o razvrščanju objektov glede na zahtevnost gradnje (Uradni list RS št. 26/13)

Ta uredba šteje MKČN do 50 PE v skupino enostavnih objektov, za katere ni potrebno gradbeno dovoljenja. MKČN od 50 do 200 PE spadajo med konstrukcijsko nezahtevne objekte, kar pomeni, da potrebujemo gradbeno dovoljenje. Vse preostale naprave se uvrščajo pod manj zahtevne objekte. Priključki stavb na javno kanalizacijo, greznice in MKČN z zmogljivostjo do 50 PE ne predstavljajo objekte javne kanalizacije.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/2012)

Določa pogoje za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja in tipe naprav, za katere to dovoljenje ni potrebno. Tako dovoljenje ni potrebno za MKČN zmogljivostjo do 50 PE ali več, če se odpadna voda ne odvaja na VVO ali posredno v podtalnico. V uredbi se nahajajo priloge, ki definirajo mejne vrednosti onesnaževal in za katere vrste gre.

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

V veljavo je stopil s 1.1.2015. Prve meritve se izvedejo ob vsakem prvem zagonu nove ali obstoječe modificirane naprave. Za vse naprave se izvedejo meritve parametre KPK in BPK_5 in parametra celoten dušik in fosfor. Izjema so MKČN z zmogljivostjo manjšo od 50 PE, kjer se na iztoku meri samo KPK in izpolni poročilo v katerem se navede osnovne podatke o MKČN (lokacija, ime naselja,...). Na koncu poročila se navede še tip naprave, zmogljivost in kam se bo odvajala očiščena odpadna voda. Prav tako se obratovalni monitoring za slednje ne izvaja, za preostale nad 50 PE pa po določenih časovnih intervalih.

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje 2005-2017)

Je eden od ključnih izvedbenih aktov za doseganje ciljev iz Nacionalnega programa varstva okolja. Z njim so določena poselitvena območja (aglomeracije), za katere se mora v določenem roku zagotoviti odvajanje odpadne vode v javno kanalizacijo in čiščenje na MKČN. Za potrebe programa je bilo celotno ozemlje Slovenije razdeljeno enote velikosti 1 ha. Te so se na podlagi obremenjenosti in gostote poselitve združevale in nastale so posamezne aglomeracije. Da se je naselje uvrstilo v operativni program sta morala biti izpolnjena oba kriterija – obremenjenost z več kot 50 PE in gostota obremenitve več kot 20 PE/ha (10 PE/ha za občutljiva območja).

Pod drobnogled sem vzel območje poselitve Spodnjega Posavja, ki ga najdemo v Prilogi 2.12: Kartografski prikaz območij poselitve – Spodnje Posavje.

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15)

V veljavo je stopila s koncem leta 2015, v priloženih prilogah predpisuje mejne vrednosti emisij komunalne odpadne vode iz MKČN in komunalnih čistilnih naprav.

Bistvene spremembe so:

- 19. člen te uredbe daje možnost občini, da izloči aglomeracijo, če z ekonomsko analizo dokaže, da je izgradnja KS trikrat dražje, kot individualno opremljanje z MKČN.

- Zunaj aglomeracij je dovoljeno čiščenje odpadnih voda do 50 PE s pretočnimi greznicami in nadaljnjim čiščenjem – filtracijo ali infiltracijo.
- Pretočna greznica mora biti obvezno tri prekatna, vodotesna, odzračevana in s koristno prostornino 2 m³ na osebo. Prostornina prvega prekata mora dosegati polovico celotne greznice.
- Prehodni roki za ureditev kanalizacijskih sistemov (40. člen); za aglomeracije do 2000 PE na občutljivih področjih (VVO) do konca 2021, za preostala področja pa do konca leta 2023. Lastniki objektov izven aglomeracij morajo urediti odvajanje in čiščenje odpadnih vod v skrajnem roku do 31. decembra 2021.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 98/15)

Izvajalec javne službe mora ministrstvu konec vsakega leto najkasneje do 31. januarja, predložiti poročila o izvajanju monitoringa na MKČN za preteklo leto, ki jih za posamezno MKČN izdelale pooblašene osebe in so izdelane v skladu s predpisom, ki ureja prve meritve in obratovalni monitoring odpadnih voda. Izvajalec javne službe vodi podrobno evidenco o MKČN (zmogljivost in način čiščenja, lokacija, ravnanje z blatom). Določeno je tudi kako mora investitor izvesti priključek na javno kanalizacijo.

2.2 Pravni okvir na lokalnem nivoju

Veljavna zakonodaja je prestavila pristojnosti glede komunalnih odpadnih vod na lokalne skupnosti. Hkrati pa določa, da morajo lastniki v naseljih, kjer gostota poseljenost manj kot 10 PE/ha in obremenjenost pod 50 PE, sami poskrbeti za čiščenje le-teh.

Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Sevnica - OPN Sevnica (Uradni list RS, št. 94/12)

Odlok določa prioritete cilje prostorskega razvoja med katere spada tudi urejanje naselij z oskrbo vodo in z ustreznimi sistemi za odvajanje in čiščenje odpadnih voda ter zagotavljanje komunalno opremljenih stavbnih zemljišč v mestih in podeželskih naseljih. Usmerjen je tako, da bistveno pripomore k racionalnejšem umeščanju in izrabi obstoječe komunalne infrastrukture. V strateškem delu OPN najdemo tudi grafičen prikaz zasnove gospodarske javne infrastrukture in prikaz območij naselij in razpršene poselitve. OPN po namenski rabi opredeljuje 1807,5 ha stavbnih in 9779,47 ha kmetijskih zemljišč ter 391 ha območij voda.

Odlok o odvajanju in čiščenju komunalnih in padavinskih odpadnih voda na območju Občine Sevnica (Uradni list RS, št. 41/09 in 33/14)

Po 29. členu mora investitor na območju, ki ni opremljeno z javnim kanalizacijskim omrežjem, obvezno zgraditi MKČN oz. nepretočno greznico. Po vgradnji pa še pridobiti potrdilo in strokovno oceno o obratovanju, ki ju na stroške uporabnika izdelata izvajalec javne službe. Blato iz MKČN in nepretočnih greznic mora izvajalec prevzeti najmanj enkrat v treh letih. Izjema so tu kmetijska gospodarstva, ki lahko nastalo blato iz lastnih MKČN zmešajo z gnojevko in ga uporabijo za gnojenje kmetijskih površin.

Investitor mora po izgradnji MKČN ali greznice pridobiti strokovno oceno obratovanja.

Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda (Uradni list RS, št. 47/09).

S tem pravilnikom (v nadaljevanju: Tehnični pravilnik) se urejata tehnična izvedba in uporaba javnega kanalizacijskega omrežja ter kanalizacijskih objektov in naprav za odvajanje in čiščenje na območju Občine Sevnica. Tehnični pravilnik se mora v celoti upoštevati pri načrtovanju, projektiranju, gradnji in upravljanju kanalizacijskih sistemov ter drugih komunalnih voda. Akt upošteva slovenske (SIST, SIST EN, SIST ISO), evropske (EN) in mednarodne (ISO) standarde.

Pravilnika o dodeljevanju nepovratnih finančnih sredstev za sofinanciranje nakupa in vgradnje malih komunalnih čistilnih naprav ter izvedbo individualnih kanalizacijskih priključkov na javno kanalizacijo v Občini Sevnica (Uradni list RS, št. 14/10 in 22/14).

Določa pogoje in postopke za dodeljevanje denarnih sredstev za nakup in vgradnjo MKČN ter izvedbo kanalizacijskih priključkov v Občini Sevnica. Do sedaj je bilo na območju občine sofinanciranih že 54 MKČN. Obrazec za kandidiranje do upravičenih sredstev se nahaja na občinski spletni strani.

3 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

S pomočjo kanalizacijskih sistemov (v nadaljnjem besedilu: KS) odvajamo komunalno in padavinsko oz. meteorno odpadno vodo v urbanih in ruralnih naseljih. V komunalnih odpadnih vodah najdemo predvsem biološko razgradljive, nerazgradljive in strupene snovi (težke kovine), ki jih obvladujemo s pomočjo čistilnih naprav. Na ta način obvarujemo okolje in hidrosfero pred eutrofikacijo in širjenjem raznih epidemij.

Javne kanalizacijske sisteme delimo na mešane in ločene. Že samo ime pri obeh načinih pove, da pri ločenem v en KS odvajamo padavinsko, v drugega pa komunalno odpadno vodo, medtem pa pri mešanem sistemu obe odpadni vodi vodimo skupaj v en KS. Izbira KS pa je potrebna že v začetni fazi načrtovanja. Kot je navedeno spodaj imata oba sistema svoje prednosti in slabosti, ki jih moramo temeljito pretehtati glede na dane pogoje.

Preglednica 1: Prednosti in slabosti mešanih in ločenih kanalizacijskih sistemov

Mešan KS		Ločen KS	
Prednosti	Slabosti	Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none">➤ nižja cena➤ preprosta izvedba➤ manjša skupna dolžina kanalov➤ potreben en priključek na parceli➤ visoka gostota poselitve➤ samodejno izpiranje kanalov	<ul style="list-style-type: none">➤ zaradi potrebnih razbremenilnikov slabša zaščita odvodnikov➤ predimenzioniranje črpališč in ČN➤ delovanje ČN manj zanesljivo➤ možne poplave kletnih prostorov oz. nižje ležečih etaž➤ odpade alternativna odvodnja	<ul style="list-style-type: none">➤ dobra zaščita odvodnikov➤ zanesljivejše delovanje ČN in črpališč➤ manjše dimenzije ČN in črpališč➤ pogosta praksa za naselja z < 1000 prebivalci in MKČN➤ za velike količine padavinske vode	<ul style="list-style-type: none">➤ višja cena ter obratovalni in vzdrževalni stroški➤ zapletenost sistema➤ potrebna dva priključka na parceli➤ napačni priključki

Dopustne koncentracije emisij v odpadni vodi morajo ustrezati veljavnim vrednostnim, ki jih najdemo v uredbi (Uradni list RS, št. 98/15).

V primeru, da koncentracije presegajo mejne vrednosti, Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda (Uradni list RS, št. 47/09) v 33. členu zahteva, da mora uporabnik pred izpustom zagotoviti predčiščenje ali katero drugo tehnološko rešitev, da zadosti pravilniku.

V osnovi ločimo KS na težnostno ali gravitacijsko odvajanje ter odvajanje s črpanjem. Slednje je lahko podtlačno (vakuumsko), ki se uporablja pri razgibanem reliefu, visoki podtalnici ter sezonski uporabi (turizem). Iz ekonomskega vidika, če seveda okoliščine dopuščajo je najbolje, da se kanalizacija gradi z gravitacijskim odvodom in manjšimi padci primarnih zbirnih kanalov v smeri padca terena. Pri tem pa moramo zagotoviti ustrezno hitrost, da fekalna voda ne zastaja v ceveh. Če to ni mogoče, je potrebno predvideti intervalno izpiranje kanalov s strani upravljavca ali strešnih površin.

Vakuumska ali podtlačna kanalizacija

Potrebni plitvi izkopi, pod cono zmrzovanja, saj kanali ne potrebujejo vzdolžnega padca in posebnega temeljenja. Lahko pa tudi nadzemno, ker odpadna voda miruje le v najnižjih delih sistema. Za obratovanje sistema je potrebna električna energija, kot glavno značilnost pa lahko izpostavimo male premere cevi (od 90 mm do 250 mm) iz PEHD, zvarjene z električnimi spojkami.

Ta sistem je primeren predvsem za:

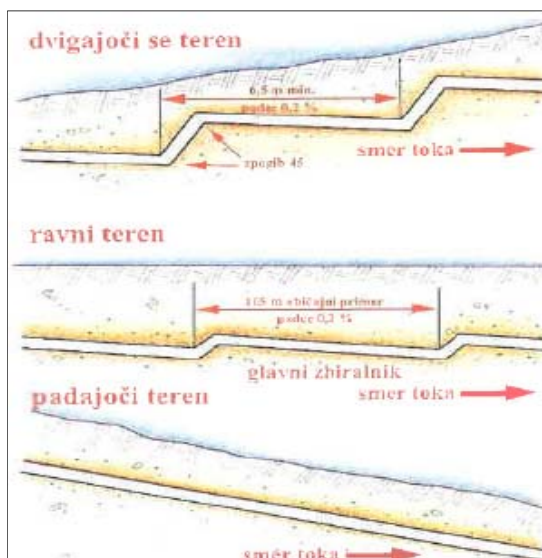
- ravninska območja,
- območja z visoko podtalnico,
- skalnata območja,
- redko poseljena območja,
- nekoherentna, slabo nosilna tla (barjanska tla, močvirja),
- EPO, VVO.

Cevni podtlak je med 0,6 in 0,7 bara, kar povzroči da se odpadna voda giblje s hitrostjo do 6 m/s. Tako ne potrebujemo dodatnega izpiranja kanalov, saj ne prihaja do usedanja usedlin. Cevi so položene v značilnem žagastem vzdolžnem profilu, ki je sestavljen iz dolgih odsekov z rahlimi padci in kratkimi strmimi vzponi »lifti« visokimi do 30 cm.

Minimalen padec je 2 ‰, maksimalen pa 1000 ‰ oz. polaganje pod vertikalnim kotom (www.brezovica.si/get.php?id=7754). Vakuumska kanalizacija sestoji iz vakuumskih cevovodov, vstopnih jaškov (hišni priključek z batnimi ali membranskimi ventili) in vakuumske postaje. Vzporedno vakuumskim cevovodom je mogoče položiti tudi vodovodno ali plinsko napeljavo, saj zaradi podtlaka v cevi nemogoč iztok odpadne vode. Tudi v primeru deformacij in poškodb podtlak v ceveh preprečuje iztekanje, zato ne potrebujemo dodatnih zaščitnih con (<http://www.roevac.de>).

Z vidika hidravlike je sistem omejen na topografijo, tako da maksimalna višina črpanja znaša do 6 m. Običajno so vakuumske postaje, kjer se proizvaja vsa črpalna energija zasnovane za vzdrževanje vakuuma v sistemu tako, da delujejo 3 do 5 ur/dan (EPA, 1991).

Sistem deluje tako, da ko se v vakuumskem jašku nabere zadostna količina odplak iz hišne kanalizacije, se vakuumski ventil samodejno odpre in odpadno vodo izsesa v vakuumski cevovod.



Slika 1: Žagast vzdolžen profil (Maleiner, 2006)

Tlačna kanalizacija

Tlačni vodi se najpogosteje uporabljajo v kombinaciji z gravitacijskim vodom. Pri tlačni kanalizaciji se mora vsem hišnim priključkom in posameznim centralnim črpalniščem dovajati energija. Zato je ta sistem energetsko zelo potraten, obstaja pa tudi večja verjetnost zastoja sistema zaradi okvare črpalk. Da ne prihaja do prekomernega usedanja delcev, mora sistem vsaj enkrat na dan doseči hitrost 0,8 m/s (Bijol, 2010).

Preglednica 2: Premer tlačnih cevi glede na št. gospodinjstev (EPA, 1991)

Premer cevi		Število gospodinjstev
(mm)	(in)	
50	2	6
75	3	60
100	4	120
150	6	240
200	8	560

3.1 Objekti in naprave na kanalizacijskem omrežju

Kanalizacijski sistem sestavlja kanalizacijsko omrežje, objekti in naprave za čiščenje odpadne vode ter interna kanalizacija, ki je sestavni del vsakega objekta v lasti uporabnika.

Javno kanalizacijsko omrežje tvorijo :

- revizijski in priključni jaški,
- RBDV; razbremenilniki dežnih voda,
- črpališča odpadnih voda,
- ČN in MKČN,
- peskolovi, sistemi za monitoring...

Omrežje se običajno hirararhično razvršča na:

Preglednica 3: Hierarhija omrežja kanalizacije

Sekundarno omrežje	Primarno omrežje	Magistralno omrežje
<ul style="list-style-type: none"> ➤ navezava na primarno omrežje ➤ lahko se zaključi tudi z MKČN 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ kanalizira odpadno vodo iz vsaj dveh sekundarnih omrežij ➤ zaključi s ČN ali navezavo na magistralno omrežje 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ kanalizira odpadno vodo iz najmanj dveh primarnih omrežij in vsaj dveh naselij ➤ zaključi se v centralni ČN

3.2 Načrtovanje in izgradnja kanalizacijskih sistemov

Pri načrtovanju kanalizacijskega sistema je potrebno upoštevati naslednje (Kolar, 1983):

- da je mogoč priključek vseh obstoječih uporabnikov,
- da je mogoče sistem ustrezno širiti z rastjo naselja in omogočiti priključevanje predvidenih uporabnikov,
- ustrezna varnost in zanesljivost obratovanja,
- življenjska doba sistema vsaj 50 let,
- da so skupni stroški sistema v amortizacijski dobi v okviru materialnih možnosti.

Pri načrtovanju in gradnji KS se upošteva nacionalni standard SIST, ki sledi evropskim standardom EN in nemškimi smernicami DWA (ATV-A 118, 127, 131). Osrednja standarda s področja KS sta:

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

- SIST EN 752:2009, Sistemi za odvod odpadne vode in kanalizacijo zunaj zgradb.

Po izgradnji KS je potrebno preizkusiti tesnost z zračnim ali vodnim postopkom. Vsak novozgrajen in dograjen vod na KS pa je potrebno evidentirati v kataster komunalnih naprav, kar znatno olajša nadaljnje aktivnosti na sistemu. Za vsak objekt, ki se veže na javno kanalizacijo omrežje, se mora pred izdajo gradbenega dovoljenja od izvajalca javne službe pridobiti soglasje za priključitev na javno kanalizacijo.

Projektiranje in gradnja kanalizacije poteka vedno od spodnjega (dolvodnega) konca navzgor.

Kanalizacijske cevi

Najpogosteje vgrajujemo plastične kanalizacijske cevi HDPE (bolj poznane kot PEHD) in PVC, ki so enostavne za transport, polaganje in kemično odporne. Cevi iz tradicionalnih materialov (beton, AB, duktilna litina) se večinoma uporabljajo za posebne zahteve kot so npr. velike tlačne obremenitve, večji premeri cevi (profili > DN 300). Tehnični pravilnik (Uradni list RS, št. 47/09) določa, da je minimalna hitrost odpadne vode v cevi 0,4 m/s pri srednjem pretoku, najvišja pa 3 m/s oz. občasno tudi 6 m/s, če karakteristike cevi to dopuščajo. Pri mešanem sistemu je dovoljena polnitev 70 %, pri ločenem pa 70 % za meteorne in 50 % za odpadne vode. Priporočena globina kritja cevi je vsaj 2 do 3 m (minimalno 1,2 m), za padavinsko vodo pa 0,8 m. Minimalen premer cevi javne kanalizacije znaša 250 mm (mešani sistem), pri ločenem 200 mm. Pri tlačnih vodih pa 80 mm. Največja globina kanala je do 8 m.

Preglednica 4: Premer cevi v odvisnosti od padca kanala (Slokan, Zorman, 2001)

Premer cevi [mm]	200	250-350	400-500	550-1000	>1000
Padec kanala [%]	3-100	2-50	1-30	0,5-10	0,2-6

Cevi se polagajo na predhodno komprimirano posteljico (15 cm), kjer se jih v plasteh obsuje in zasuje z nekoherentnim materialom, da se jih zaščiti pred mehanskimi poškodbami in zmrzovanjem. Na mestu, kjer so terenske obremenitve prevelike, se na podlagi statičnega izračuna cev zaščiti z betoniranjem..

Potrebna širina izkopa za varno polaganje cevi je odvisna od potrebne globine, kar prikazuje spodnja preglednica. V primeru, da nam karakteristike terena ne dopuščajo takšnega razmerja, se najpogosteje poslužujemo jeklenega opaža z razpirači.

Preglednica 5: Širina jarka v odvisnosti od globine izkopa (SIST EN 1610)

Globina jarka [m]	Najmanjša širina jarka [m]
< 1	/
1 < 1,75	0,8
1,75 < 4	0,9
> 4	1

Revizijski jaški (RJ)

Se uporabljajo za vstop v kanal, zračenje, pregled in čiščenje kanala, pa tudi za združevanje kanalskih vej, ki jih moramo obvezno napraviti v le-teh. Nameščajo se, kjer kanalizacijski vod menja smer, padec, prečni profil. Razdalje med jaški so običajno 100 premerov kanalske cevi, vendar ne več kot 50 m za neprehodne in 100 m za prehodne kanale. Njihov minimalni premer je za globine do 1,8 m praviloma 800 mm, za večje globine pa 1000 do 1200 mm. V prehodne kanale se v stene jaškov vgrajujejo vstopne lestve (Slokan, Zorman, 2001).

Pokrovi so iz litega železa z luknjami za zračenje, dimenzij Φ 600 mm z napisom »KANALIZACIJA«. Posteljica pod RJ je običajno betonirana ali komprimirana s peskom.

➤ Kaskadni jaški

Se gradijo v primeru, ko je kota dotoka in iztoka kanala večja od 0,5 m. Skratka vgrajujemo jih tam, kjer je padec terena večji od padca kanala. Od RJ se razlikuje po tem, da višjo dotočno cev povežemo z dnom jaška in sicer z dodatnim cevnim spojem, ki odvaja celoten sušni odtok.

Črpališča

Na mestih kjer ni mogoče odvajati odpadnih voda gravitacijsko, se gradijo črpališča s katerimi dvignemo odpadno vodo na višji nivo. Črpališča in črpalke morajo biti konstruirane tako, da ne pride do zamašitev in drugih motenj delovanja. Poznamo centrifugalne, batne in polžaste, ki prečrpavajo vodo do višinske razlike 5 m. Zmogljivost črpalke je odvisna od pretoka in črpalne višine, ki jo izračunamo s pomočjo spodnjih enačb (Panjan, 2005).

$$H_{\check{c}} = \left[\lambda \frac{L}{D} + \Sigma \xi + 1 \right] \frac{v^2}{2g} + H_{geod}, \quad (1)$$

Kjer pomenijo:

$H_{\check{c}}$ črpalna višina [m],

λ koeficient trenja [/],

L	dolžina cevi [m],
D	premer cevi [m],
$\Sigma\xi$	vsota koeficientov vseh lokalnih izgub na odseku [/],
v	hitrost toka tekočine v cevi [m/s],
g	težni pospešek [g= 9,81 m/s ²],
H _{geod}	višinska razlika [m].

Moč črpalke izračunamo z enačbo:

$$N_{\check{c}} = \frac{Q_{\check{c}} \cdot H_{\check{c}} \cdot g}{\eta_{\check{c}}} \quad (2)$$

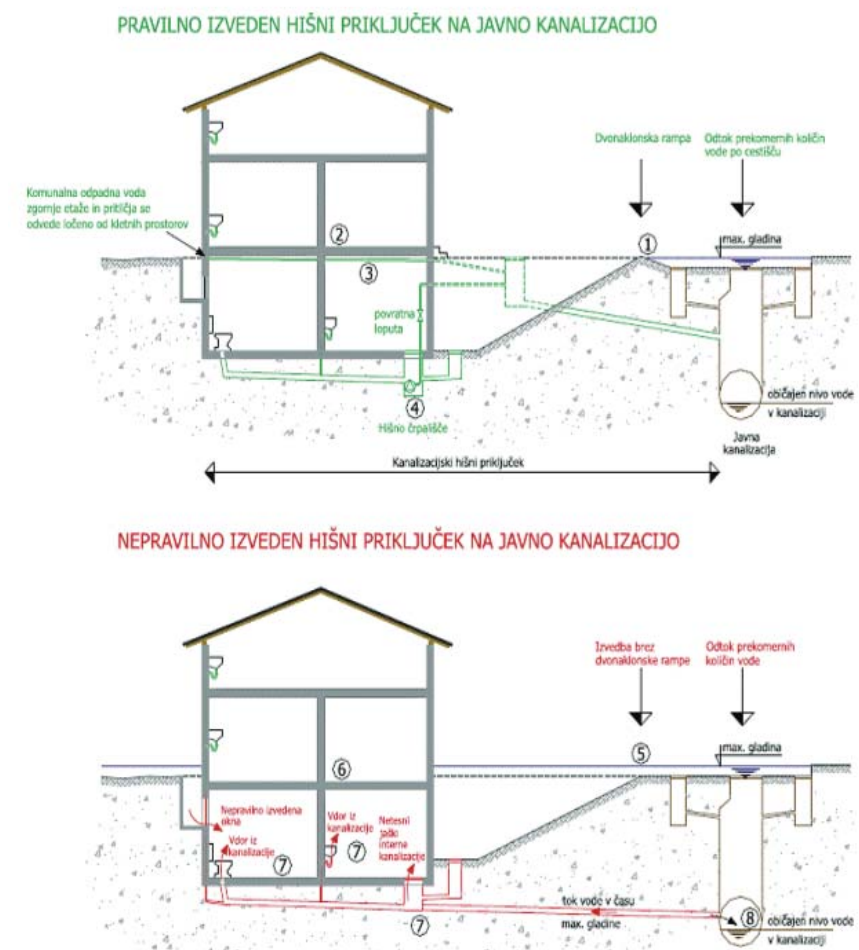
Kjer pomenijo:

N _č	moč črpalke [kW],
Q _č	pretok skozi črpalno [m ³ /s],
H _č	črpalna višina [m],
η _č	izkoristek.

Kanalski priključki

➤ Priključek hišne kanalizacije

Priklop hišne kanalizacije na javni kanal izvedemo s cevmi premera najmanj DN 150 mm (pogosto DN 200 mm) in vsaj 2 % padca. Priključimo ga pod kotom 45° v smeri toka vode v javnem kanalu in 45° v vertikalni smeri nad niveleto gladine stalnega pretoka v javnem kanalu. Odpadne vode iz kletnih prostorov lahko neposredno odvajamo le pod pogojem, da je iztok vsaj 10 cm nad koto pokrova RJ na javnem kanalu. V primeru, da iztok ne sovпада je potrebno odpadno vodo iz kletnih prostorov interno prečrpavati. Pogosto pred priključkom na javni KS vgradimo nepovratno zaklopko, katera prepreči poplavitve objekta. Na spodnji sliki lahko vidimo situacijo s pravilno in nepravilno izvedbo.



Slika 2: Izvedba hišnega priključka (KSP Hrastnik, 2016)

➤ Cestni požiralniki

Služi za odvajanje vode iz utrjenih cestnih površin in parkirišč. Običajno so izdelani v kombinaciji s peskolovom, da ne prihaja do mašitev. Minimalna globina peskolova je 0,9 m do največ 2 m od odtočne cevi. Za odtok se uporabi cevi DN 200 mm s padcem 2 ‰ (2 ‰). Običajno jih zaradi večje varnosti pred poškodbam nameščamo ob vozišče. Za odvod padavinske vode, ki priteče iz dvorišč in streh je primernejši požiralnik z vtočno rešetko oziroma rozeto.

➤ Razbremenilnik

Se uporabljajo pri mešanih KS, omogočajo da del padavinskega odtoka odvedemo preko prelivne stene naravnost v vodotok. Tako dosežemo cenejšo gradnjo kanalov manjših dimenzij in enakomernejši dotok na ČN. So pa nekoliko bolj zahtevni za dimenzioniranje in izvedbo, saj je potrebno zagotoviti, da ne pride do prevelikega prelivanja onesažene vode v vodotok.

Križanje kanalov z drugimi vodi

Kanalizacijo polagamo praviloma pod druge komunalne vode (obvezno za vodovod) in ima zaradi zagotavljanja ustreznega padca prednost pri gradnji pred drugimi vodi, saj se morajo ti prilagajati kanalizaciji. Medsebojno križanje vodov je pravokotno, izjemoma se lahko izvede tudi pod kotom 45°.

Tehnični pravilnik (Uradni list RS, št. 47/09) predpisuje tudi kakšni naj bodo vertikalni (min 0,4 m) in horizontalni svetli odmiki med kanalizacijo in drugimi kanali in pogoje izgradnje podzemnih in nadzemnih prečkanj.

Preglednica 6: Minimalni horizontalni odmiki od ostalih komunalnih vodov (Tehnični pravilnik o objektih..., Uradni list RS, št. 47/09)

Komunalni vod	Globina komunalnega voda v odvisnosti od lege kanalizacijskega kanala	Odmik [m]
Vodovod	Manjša ali enaka (fekalni in mešan vod)	1
Vodovod	Manjša ali enaka (meteorni vod)	0,5
Javni toplovod	Večja ali enaka	0,5
Plinovodi, elektrokabli, kabli javne razsvetljave	Večja ali enaka	1,0

Minimalen horizontalni odmik od podzemnih temeljev ali objektov je 1,5 m, od dreves pa 2 m. V posebnih primerih so lahko odmiki tudi manjši (>0,4 m), izjemoma tudi 0,2 m vendar se morajo zagotoviti dodatni zaščitni ukrepi.

3.3 Preskušanje KS

KS je potrebno natančno preskušati in presojeti med samo gradnjo, rekonstrukcijo in obnovo. Za katero vrsto preskusa se odločimo je odvisno od tega, ali gre za novogradnjo ali rekonstrukcijo obstoječega sistema.

Izvajajo se naslednji preskusi in presoje:

- preskus tesnosti z vodo (SIST EN 1610) se uporablja za tlačne sisteme, kjer cevi napolnimo z vodo do določenega tlaka pustimo mirovati za določen čas. Sistem je vodotesen, če tlak v tem času ni padel za več kot je to določeno,
- preskus tesnosti z zrakom (SIST EN 1610) se izvede med dvema RJ, kjer v obeh zatesnimo vtok in iztok in sistem napolnimo z zrakom ter spremljamo padec tlaka v cevi,

- preskus infiltracije,
- pregled pohodnih kanalov,
- pregled s TV kamero,
- določitev sušnega odtoka,
- kontrola dotokov v sistem,
- kontrola dotoka na čistilno napravo.

3.4 Čiščenje odpadnih voda

Poznamo več različnih načinov čiščenja odpadnih voda. Razlikujemo jih po tehnološkem postopku, učinku, tehnični zahtevnosti in seveda sami ceni. Skupno vsem čistilnim napravam je doseganje prepisanih mejnih parametrov.

Zato je potrebno pri zasnovi upoštevati:

- sestavo odpadne vode,
- značilnosti lokacije (višina podtalnice, poplavna območja, temperatura,..)

Objekti in naprave so projektirani za dobo 50 let za gradbene objekte in 30 let za elektro in strojno opremo. Hkrati se mora dopustiti možnost kasnejše dograditve in enostavne rekonstrukcije.

Kot osnovno enota obremenitve ČN je določena s populacijskim ekvivalentom (PE). Predpostavimo lahko, da so ČN z obremenitvijo manjšo od 2000 PE zaradi svojih kompaktnih zmogljivosti primerne za večji decentralni del Slovenije.

Stopnje čiščenja

Prva stopnja ali izločanje suspendiranih snovi

Pri to stopnjo se opravi še predhodno čiščenje grobih snovi. Mehansko čiščenje z drobljenjem in odstranjevanjem grobih primesi z grobimi in finimi grabljami ter peskolovi, da ne prihaja do kasnejših mehanskih poškodb strojne opreme. V številnih primerih lahko to fazo čiščenja opravijo obstoječe (pretočne) greznice. Nato sledi dejansko prva stopnja z izločanjem neraztopljenih delcev onesnaženja (suspendiranih snovi) z usedanjem, plavljenjem in precejanjem skozi mikro sita kjer je razmak med segmenti manjši od 2 mm.

Druga stopnja ali izločanje biorazgradljivih snovi

Bolje poznana kot biološko čiščenje, kjer se biološki procesi vršijo s pomočjo bakterij, drugih mikroorganizmov in tudi rastlinskih vrst (ločje, alge, trstika...) ob tem nastaja ti. aktivno blato. V tej fazi čiščenja se odstranjuje raztopljeno organsko onesnaženje, ki v okolju povzroča pomanjkanje kisika. Ker so ključni nosilci čiščenja živi organizmi je potrebno zagotoviti zadostne aerobne pogoje.

Tretja stopnja ali izločanje hranil dušika in fosforja

In odstranjevanje težko razgradljivih organskih in anorganskih snovi ter težkih kovin (svinec, kadmij, cink itd.). S to stopnjo čiščenja se preprečuje eutrofikacija odvodnikov, predvsem stoječih kot so naravna in umetna jezera, ribniki ter zadrževalnike (akumulacije).

Tehnološki postopki

1) Čistilne naprave z anaerobnimi in delno biološkimi postopki:

- Greznice; fekalno vodo iz nepretočne greznice se lahko čisti samo na CČN (>10 000 PE)
- Emšer oz. Imhoffov usedalnik,
- Lagune,
- Ponikovalni vodi,
- RČN.

Rastlinske čistilne naprave veljajo za najstarejše oblike čiščenja odpadnih voda, kateri začetki segajo v staro Grčijo. Poznane so tudi kot glavne predstavnice ekoremediacije; ekotehnologije, ki zagovarja enostavno zgradbo, energetske varčnosti in izkoriščanje naravnih zakonitosti. Najprimernejše so za naselja do 1000 PE. Ključni nosilci čiščenja v RČN so mikroorganizmi, substrat ter močvirske rastlinske vrste. Gre za preprosto naprave brez elektro in strojne opreme, ki posnema naravne procese čiščenja. RČN je sestavljena iz usedalnika in treh gred (filtrirna, čistilna, polirna) napolnjenih z gramozom in zasajene z močvirskim rastlinjem (ločje, trsje), ki uporabijo hranila v odpadni vodi za svojo rast. Čistilna sposobnost je v vseh gredah enaka. Zaradi bujne rasti je potrebno rastlinje enkrat letno kositi, načeloma pa se po petnajstih letih zamenja tudi substrat v filtrirni gredi, ker se v njej zadrži največji delež onesnaženja. Substrat v RČN je mineralnega izvora (glina in peščene naplavine-prod). Ni občutljiva na neenakomerne obremenitve in ima neomejeno življenjsko dobo. Še posebej je ta tip naprave zaradi sonaravnega izgleda (brez smradu) in izjemnega učinka čiščenja primeren za zavarovana in občutljiva območja. Cenovni razred RČN je od 350 – 400€/PE.

2) Čistilne naprave s pritrjeno biomaso:

- Precejalniki,
- Biodiski.

Za precejalnike je značilno, da so izredno občutljivi na neenakomerne obremenitve in še manj na ti. zastrupitve, ker potrebujejo daljše časovno obdobje za normalizacijo ter regeneracijo. Zato so za vzdrževanje nekoliko zahtevnejši, tako da moramo za nemoteno delovanje izredno paziti na vtočne parametre. V primerjavi z prezračevalnimi bazeni pa ti ustvarijo bistveno manj odvečnega blata. Nizko obremenjeni precejalniki lahko dosegajo visoke učinke čiščenja nad 95 % BPK₅.

3) Čistilne naprave z lebdečo biomaso:

- Kontinuirne naprava z aktivnim blatom,
- SBR (sekvenčni biološki reaktorji),
- MBR (membranski biološki reaktorji).

Pri SBR tehnologiji gre za mehansko-biološki proces, ko odpadna voda priteče v primarni usedalnik se prečrpa v aeracijski bazen, sledi vklop odzračevanje, da se prične sama oksidacija organskega onesnaženja. Po končanem ti. biološkem postopku se zračenje in mešanje prekine, voda se umiri in nastalo biološko blato se začne usedati (vidne oblačne strukture v usedalniku), nato sledi še izpust očiščene vode. Del odvečnega aktivnega blata se vrača v proces čiščenja. Pri večji CČN naj bi bilo na dnu za uspešno delovanja 1,5 do 2 m aktivnega blata. Če je v usedalniku preveč blata in se ga ne zadosti odvaja, ta splava na površje. Za večjo racionalizacijo delovanja nekateri upravljalci CČN povratno vodo, ki prihaja skupaj z odvečnim blatom uporabijo za pranje grabelj na predhodni fazi.

MBR ali tehnologija »terciarnega čiščenja«

MBR naprava je sestavljena iz primarnega usedalnika in reaktorja v katerem je membranski modul za čiščenje odpadne vode. Pred iztokom se voda še mikrofiltrira in je skoraj sterilna. To omogočajo zelo majhne velikosti por (0,04 mikrona) membrane. Takšno mikrobiološko očiščeno vodo, ki je tudi navidezno zelo čista se lahko ponovno uporabi za zalivanje, pranje in namakanje. Naprava je zaradi svoje visoke učinkovitosti čiščenja še posebej primerna za VVO in ostala občutljiva območja.

Ključne prednost pred ostalimi tipi so:

- Do 10x večji učinki čiščenja KPK in BPK₅ zaradi gosto koncentrirane biomase, posledično je potrebno manj prostora za vgradnjo,

- Za primer visoke podtalnice ali druge omejitve, obstaja možnost modularne postavitve »ladijski kontejner«,
- Minimalni prirasti aktivnega blata in s tem manjši stroški manipulacije,
- Mikrobiološko prečiščena voda brez fekalnih mikroorganizmov,
- Možnost takojšnje ponovne uporabe prečiščene vode.

Glede na številne tipe čistilnih naprav in različne tehnologije čiščenja se ne da izbrati neko najboljšo »univerzalno« ampak lahko izberemo samo bolj ali manj primerno komunalno čistilno napravo za dane pogoje na izbrani lokaciji. Na koncu, ko izberemo tip in samo tehnologijo čiščenja moramo v zakup vzeti še dejstvo, da gre za »živ« sistem, ki ga je potrebno stalno spremljati. Se ne gre 100 % zanašati na vse pametne tehnologije, ki so vgrajene v naprave, da nas daljinsko obveščajo o delovanju. Ampak lahko s preprostimi indikatorji kot je naprimer prekomeren smrad iz MKČN sami zaznamo, da je nekaj z napravo narobe.

Meritve in obratovalni monitoring

Za boljšo predstavo kaj, koliko in katere parametre je potrebno meriti najdemo v spodnjih preglednicah.

Preglednica 7: Intervali vzorčenja za komunalne čistilne naprave (Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu..., Uradni list RS, št. 94/14 in 98/15)

Zmogljivost ČN [PE]	Prve meritve [število meritev med poskusnim obratovanjem]	Občasne meritve [število meritev na leto]	Čas vzorčenja [ure]
< 50	1 meritev	/	Trenutni vzorec
=> 50 < 200	2 meritvi	2 meritvi vsako drugo leto	2
=> 200 < 1.000	2 meritvi	2 meritvi vsako leto	2
=> 1.000 < 2.000	2 meritvi	3 meritve vsako leto	6
=> 2.000 < 10.000	4 meritve	prvo leto obratovanja 12 meritev ⁽³⁾	24
		vsako naslednje leto 4 meritve	
=> 10.000 < 50.00	4 meritve	12 meritev vsako leto	24
=> 50.000	4 meritve	24 meritev vsako leto	24

⁽³⁾ Za prvo leto obratovanja se šteje prvo koledarsko leto po pridobitvi uporabnega dovoljenja.

Preglednica 8: Mejni parametri odpadne vode na iztoku ČN (Uredba o odvajanju in čiščenju..., Uradni list RS, št. 98/15)

Parameter	Izražen kot	Enota	Zmogljivost ČN izražena v PE				
			<50 PE	do 2000 PE	2001 do 10000	10001 do 100000	nad 100000
BPK ₅	O ₂	mg/l	/	30	25	20	20
KPK	O ₂	mg/l	200	150	125	110	100
Neraztopljene snovi	TSS	mg/l	/	/	35	35	35
Amonijev dušik	N	mg/l	/	/	10	10	5
Celoten dušik	N	mg/l	/	/	15	15	10
Celoten fosfor	P	mg/l	/	/	2	2	1

Učinek čiščenja pri napravah večjih od 2000 PE mora biti nad 80 %. (KPK) in nad 90 % (BPK₅). Pri celotnem dušiku in fosforju pa se mora dosežati učinek nad 80 %. Po podatkih nekaterih upravljavcev CČN zadostuje da merijo samo KPK in amonijev dušik, če naprava ni obremenjena z industrijsko odpadno vodo ali pa ima slednja ustrezno urejeno predhodno čiščenje. Pogosto se pri večjih CČN pojavijo težave z neraztopljenimi snovmi in amonijem, kar rešujejo, da vpihujejo več zraka.

Za male komunalne čistilne naprave (MKČN) kapacitete do 50 PE se zahteva samo to, da na iztoku KPK ne presega 200 mg O₂/L in še to samo ob prvem zagonu. Za MKČN od 50 do 2000 PE se zahteva na iztoku KPK 150 mg O₂/L in BPK₅ 30 mg O₂/L. To so po mojem mnenju za oba primera premajhne mejne vrednosti, še posebej če upoštevamo, da se bo teh naprav glede na strukturo poselitve in posledičnega izpada iz javnega komunalnega opremljanja številnih območij, vgradilo statistično največ. In če upoštevamo še dejstvo, da gre v številnih primerih za občutljiva vodovarstvena in ranljiva območja, ni moč pričakovati bistveno drugačne »slike« kot je sedanja.

V izogib temu scenariju bo potrebno po mojem mnenju za zgoraj omenjene MKČN dodati tudi mejne parametre za dušik in za določene izjeme tudi za fosfor ter obvezno vmesno vzorčenje po nekaj letih delovanja za MKČN pod 50 PE. Saj smo izredno vodnata država, z bogato podtalnico in številnimi površinskimi vodami, kar bi s tako koncentriranimi in nekontroliranimi točkovnimi izpusti iz MKČN močno poslabšali že tako alarmantno stanje.

3.5 Stroškovna primerjava

Na splošno je v zadnjih letih opaziti padanje cene MKČN. Cene izgradnje kanalizacijskih sistemov in črpališč pa niso padle. Prav tako se ni znižala cena zemljišč. Pri rastlinski čistilni napravi (RČN) se porabi relativno veliko zemlje (3 - 5 m²/PE), kar lahko predstavlja pri večjih čistilnih napravah precejšen strošek. To je lahko tudi ena izmed pomembnejših postavk pri ceni izgradnje. Primerjava pomeni primerjavo različnih variantnih rešitev izgradnje kanalizacijskih sistemov in čistilnih naprav. Pri tem morajo biti navedeni stroški izgradnje in stroški obratovanja. Izbira tehnologije je prav tako pomembna in če želimo zagotoviti učinkovito čiščenje, bomo izbrali takšne tehnologije, ki v prvi vrsti to omogočajo.

Pri izgradnji se torej odločamo ali:

- več MKČN in krajše kanalizacijsko omrežje
- ali skupno malo ČN z dolgim kanalizacijskim omrežjem.

4 ANALIZA OBTOJEČE UREDITVE ODAVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA

4.1 Splošno o občini Sevnica

Občina Sevnica leži v vzhodnem delu Slovenije ob rekah Save in Mirne v Spodnjeposavski statistični regiji, bolje poznani pod imenom Posavje. Na severu meji na občino Šentjur, na jugu poteka meja z občinama Škocjan in Trebnje po dolenskih gričih. Na vzhodu pa v celoti meji na občino Krško. Na zahodu, na desnem bregu Save sega do občin Litije in Radeč, na levem bregu Save pa meji na občini Radeče in Laško. Meri 272 km² in se po površini med slovenskimi občinami uvršča na 12. mesto. Občino sestavlja deset krajevnih skupnosti: Blanca, Boštanj, Krmelj, Primož, Studenec, Šentjanž, Tržišče, Zabukovje, Loka pri Zidanem Mostu in Sevnica. Gre za prevladujočo podeželsko, z gričevjem poseljeno pokrajino. Med kulturnimi znamenitostmi je pomembnejši Sevniški grad in arheološko najdišče Ajdovski gradec, med naravnimi znamenitostmi pa avtohtono rastišče pontske azaleje in avtohtono rastišče encijana. V sklop Nature 2000 spada severovzhodni del območja Zabukovje (Bohor), Boštanj (Raja peč, Kamenški potok) in Studenec (Ajdovska peč).



Slika 3: Občina Sevnica (PISO)

Demografske in prostorske značilnosti

Sredi leta 2016 je imela občina v 118 naseljih 17.510 prebivalcev, ki živijo v 6836 gospodinjstvih (na dan 1.1.2016, Občina Sevnica). Po številu prebivalcev se med slovenskimi občinami uvrstila na 24. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine je

živelo povprečno 64 prebivalcev; torej je gostota naseljenosti manjša kot v celotni državi (101 prebivalcev na km²). Iz teh podatkov lahko vidimo, da je občina razmeroma razpršeno poseljena in ruralnega značaja. Osrednje poselitveno jedro predstavlja mesto Sevnica z Boštanjem. Poseljenost je najvišja v dolini reke Save in reke Mirne. V zadnjih letih je opaziti padanje števila prebivalcev, kar je v veliki meri posledica odseljevanja mlade populacije v večja mestna središča in oddaljenosti do avtocestnih povezav. Slednje predstavlja tudi največji razvojni primanjkljaj. Ima pa območje razvejano železniško povezavo z Ljubljano, Mariborom, Celjem, Zagrebom ter Novim mestom. Podobo občine zaznamujeta tudi hidroelektrani HE Blanca in Boštanj, ki sta bistveno spremenili podobo reke Save (hidromorfološka spremenjenost).

4.2 Naravnogeografske značilnosti

Relief in pedologija

Gre za zelo raznolik in razgiban teren, saj gre za stičišče predalpskega, dinarskokraškega in panonskega sveta. Tako na območju najdemo apneniško-dolomitne strukture ter rjave prsti na nekarbonatnih-karbonatnih kamninah, laporju in flišu ter peščeno-prodnato in glineno podlago ob reki Savi. Povprečna nadmorska višina (v nadaljnjem besedilu: m.n.v.) je 371 m. Osrednji del občine zajema Spodnjesavsko dolino, od Loke pri Zidanem mostu do Blance. Sava občino deli na severovzhodni štajerski del in jugozahodni dolenski del. Gre za ozko dolino, ki s ploskimi terasami ustvarja ugodne razmere za intenzivno kmetijstvo, še posebej pri Loki, Kompolju in Blanci (Cizelj, 2006).

Severno od Save vzporedno s tokom se dvigajo grebeni Zasavski hribov, ki presegajo 900 m.n.v. zato so tu v glavnem gozdnate površine in košenine. Proti vzhodu se teren postopoma dviguje proti Bohorju, med Savo in Bohorjem poteka gosto naseljen gričevnat pas od 200 do 400 m.n.v. Na prisojnih legah imamo vinorodni pas, sadovnjake, njive in travnike, osojne pa so poraščene z gozdovi. Od jugozahoda proti severovzhodu v smeri Sevnice poteka Mirnska dolina. Dolina Mirne se pri Tržišču precej zoži tako, da je v dolini prostor le za cesto in železnico. Zaključi se v Boštanju kjer se reka Mirna izliva v Savo. Na levi strani Mirnske doline se nahaja Posavsko hribovje s strmimi pobočji na 500 m.n.v., kjer prevladuje predvsem ekstenzivno kmetijstvo. V preteklosti pa je bilo območje znano po premogovništvu. Desna stran Mirnske doline predstavlja Krško hribovje, ki dosega do 550 m.n.v. Za ta relief so značilni kraški pojavi, predvsem vrtače in podzemne jame (Cizelj, 2006).

Podnebje

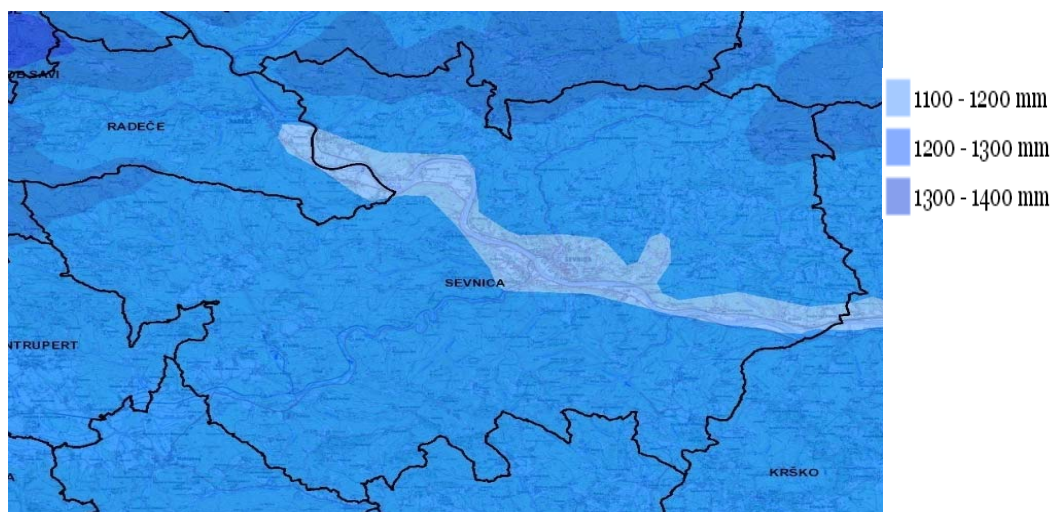
Občina Sevnica ima značilno zmerno celinsko podnebje s celinskim padavinskim režimom, značilnim za velik del Slovenije. Na območju stojijo štiri meteorološke postaje: Sevnica,

Malkovec, Kal pri Krmelju in Lisca. Pri tem nekoliko odstopajo podatki z glavne meteorološka postaja Lisca (943 m.n.v.). V večji meri sem se posluževal okoljskega atlas (ARSO), ki omogoča preglednejši kartografski prikaz podnebnih razmer. Tako je bila povprečna letna temperatura od 8 do 11 °C. Povprečne temperature v najhladnejših mesecih se gibljejo od -2 do 0 °C. Najnižje temperature v januarju segajo tudi do – 24 °C. Snežna odeja se zadržuje v povprečju 25 dni. (Atlas okolja).

Preglednica 9: Povprečna višina padavin na meteorološki postaji Lisca v obdobju 1981-2010 (Klimatološka povprečja..., 2015)

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	LETO
Višina padavin [mm]	48	57	74	80	106	137	112	129	123	115	90	73	1146

Iz preglednice vidimo, da največ padavin pade v juniju, najmanj pa januarja in februarja. Za potrebe naloge so uporabni tudi podatki v Atlasu okolja. Na spodnji grafiki vidimo, da ob samem vznožju Save pade najmanj padavin, v okolici pa se te dvignejo do 1300 mm, na skrajnem severnem delu tudi do 1400 mm.

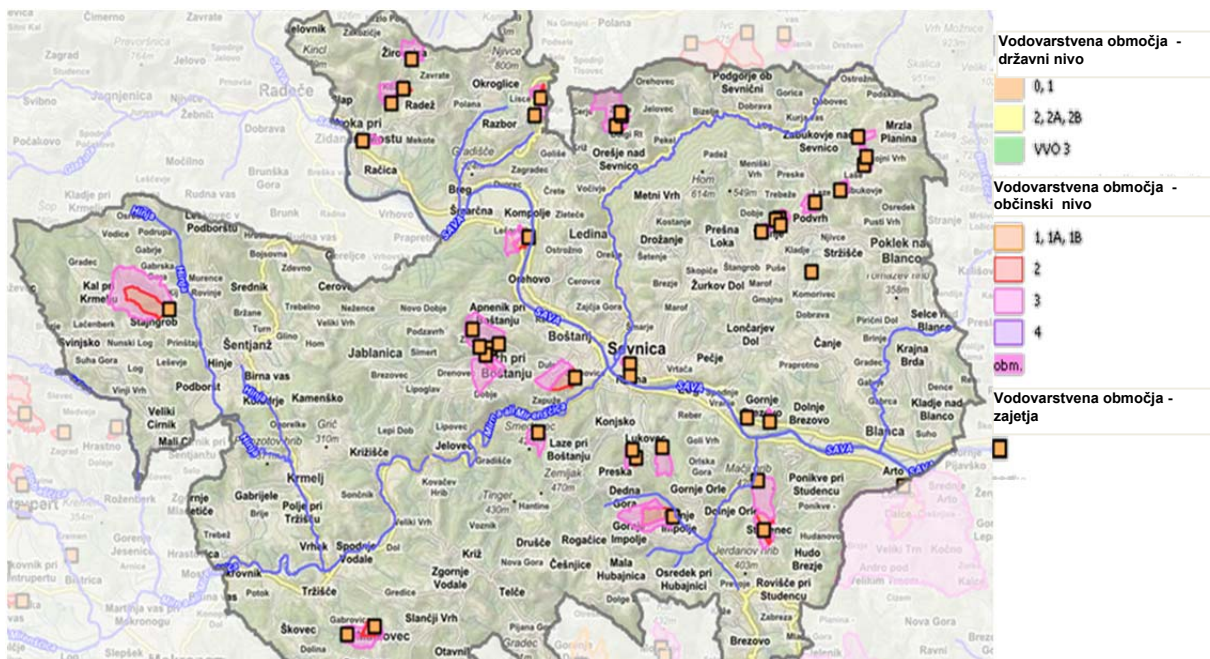


Slika 4: Povprečna letna višina padavin za obdobje 1971-2000 v Občini Sevnica (Atlas okolja)

Hidrologija

Na območju občine se je zaradi prevladujočih neprepustnih kamenin oblikovala površinska rečna mreža z značilnim predalpskim tipom porečja. Glavni odvodnik, ki prečka celotno občino predstavlja reka Sava v katero se izlivata dva večja vodotoka, reka Mirna na desni ter Sevnica na levi strani. Sicer na območju najdemo še številne manjše pritoke oz. potoke na levem bregu (Žirovniški, Podvinski, Drožanjski, Florjanski, Vranjski, Čanjski in potok

Blanščica). Z desnega brega pa se v Savo izlivajo Kobilski, Impoljski in Štaginski potok. Gre za precejšno hidrografske razvejanost vodotokov z nizkimi pretočnimi vrednostmi, kjer pogosto predstavljajo hidravlični medij za odvod meteornih in odpadnih voda.



Slika 5: Hidrografija in VVO v Sevnici (PISO)

Na območju se od 1991 izvajajo hidrološke meritve na reki Mirni in Sevnični, medtem ko se na potokih in hudournik te ne izvajajo. Slednji sta nazadnje močno narasli in poplavljali 21. in 22. avgusta 2005, kjer je pretok Mirne znašal $89 \text{ m}^3/\text{s}$ (v avgustu 2010 ponovno ekstrem $135 \text{ m}^3/\text{s}$, običajen pretok znaša $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$), Sevnične pa $70 \text{ m}^3/\text{s}$, (največji v zgodovini merjenja, običajen pretok $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$). Sama poplavna varnost občine se je bistveno izboljšala z izgradnjo hidroelektrarn HE Boštanj in HE Blanca, in ureditvijo zajeznih pritokov (Sevnična, Drožanjski in Florjanski potok).

Na območju občine se nahajajo tudi številna vodna zajetja, kjer je 22 vodnih virov pitne vode varovanih z VVO in za pet virov sprejet odlok o zaščiti. Večja VVO območja najdemo predvsem na desnem bregu Save (Slika 6), gre za območja kjer se prepletata apneniški in dolomitni kraški relief, kjer se vsako najmanjše onesnaženje hitro odrazi na kakovosti podtalnice.

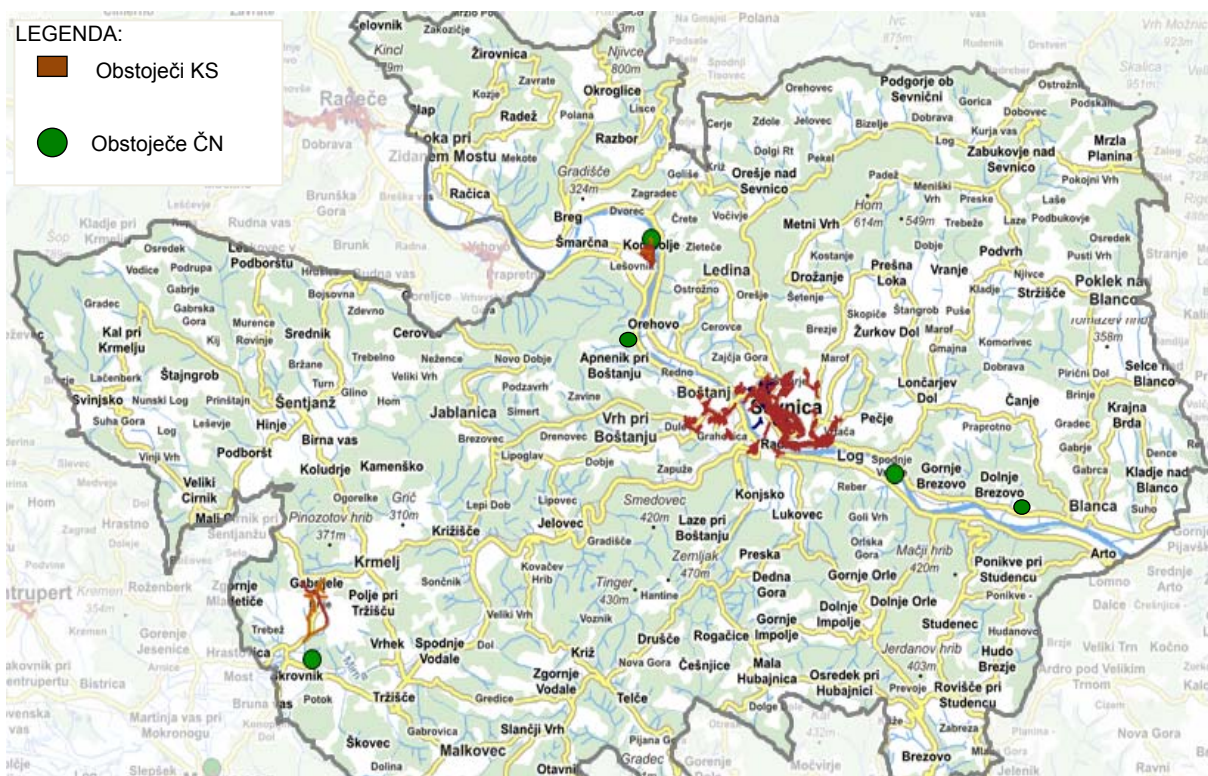
Na podlagi poročila »Ocena stanja rek v Sloveniji v letu 2011« je operativni monitoring pokazal da imajo vsa površinska vodna telesa v Sevnici dobro kemijsko in ekološko stanje.

4.3 Obstoječa ureditev odvajanja in čiščenja odpadnih voda

Na območju Občine Sevnica je izvajalec javne službe čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode Komunala d.o.o. Sevnica.

Trenutno izvajalec javne službe upravlja s tri kanalizacijske sisteme:

- **kanalizacijski sistem Sevnica-Boštanj;** vključuje javni kanalizacijski sistem v naseljih Sevnica, Boštanj, Dolenji Boštanj, Radna in Log. Predvsem gre za mešan kanalizacijski sistem speljan na CČN Sevnica.
- **kanalizacijski sistem Gabrijele;** odvaja odpadne vode iz tega naselja do RČN Bazga
- **kanalizacijski sistem Kompolje;** odvaja odpadne vode iz tega naselja do ČN Kompolje



Slika 6: Obstoječi kanalizacijski sistem in čistilne naprave (PISO)

Kanalizacijsko omrežje se je v občin pričelo intenzivneje graditi vzporedno z gradnjo hidroelektrarn in zajezev spodnje Save s pomočjo evropskih sredstev. Le 30 % prebivalcev ima urejeno odvajanje odpadnih voda, kar precej zaostaja za pokritostjo z vodovodnimi sistemi, kjer se skoraj 80 % občanov oskrbuje s pitno vodo iz javnih vodovodov.

Trenutno izvajalec javne službe upravlja 5 čistilnih naprav in sicer Centralno čistilno napravo (CČN) Sevnica na Logu, rastlinsko čistilno napravo (RČN Bazga) Gabrijele, čistilno napravo

Kompolje, RČN Lisca (49 PE) in Studenec in čistilno napravo Orehovo, ki je bila 2013 dokončana vendar je še v fazi priključevanja uporabnikov, ter skupna kupna čistilna naprava Dolnje Brezovo, ki je bila zaključena konec leta 2014.

Preglednica 10: Količina prečiščene odpadne vode (Javno podjetje Komunala d.o.o. Sevnica, 2015)

Čistilna naprava	Zmogljivost ČN [PE]	ŠT. OSEB	ŠT. PRIKLJUČKOV		Trenutna obremenjenost [%]
			Gospodinjstva	Gospodarstvo	
CČN Sevnica ⁽¹⁾	9900	5 163	1 291	265	70
RČN Gabrijele	500	128	41	-	26
ČN Kompolje	115	63	17	-	55
ČN Orehovo	300	-	-	-	-
ČN Dolnje Brezovo	1500	-	-	-	-
SKUPAJ		5 354	1 358	262	

- ni podatka s strani upravljavca

⁽¹⁾ pod kanalizacijski sistem Sevnica je vključena kanalizacija na Lisci

CČN Sevnica je edina opremljena s septično postajo za sprejem gošč in vsebin iz greznic. Dolnje Brezovo je namenjena odvajanju in čiščenju odpadnih vod naselja Dolnje Brezovo (180 PE naselje) ter industrijskih odpadnih vod tovarne INPLET pletiva d.o.o, ki ima sedaj tudi vlogo upravljavca. Prečiščena odpadna voda iz vseh zgoraj naštetih naprav odteka v reko Savo in Mirno (RČN Gabrijele).

Monitoring pri obstoječih ČN kažejo na dobro učinkovitost čiščenja, le ČN Kompolje odstopa, kjer iztok presega referenčne vrednosti za KPK, celotni fosfor in dušik. Razlog naj bi bil vdor padavinskih vod ob nalivih in mešan sistem odpadnih vod uporabnikov (Žičkar, 2013). Potrebna ureditev in postavitve ustreznih razbremenilnikov dežnih voda ali prevezava na ČN Orehovo. Vse obstoječe ČN v občini z izjemo RČN uporabljajo SBR tehnologijo čiščenja.

Po besedah pristojnih na Občini za okolje in prostor »bodo še v bodoče podpirali sonaravne načine čiščenja«.

Komunala ima trenutno v evidenci 78 malih komunalnih čistilnih naprav do 50 PE, kar pomeni, da ima urejeno čiščenje odpadnih voda 60 objektov v občini (Javno podjetje Komunala d.o.o. Sevnica, 2015).

V občini se nahajajo tudi ČN, ki niso v upravljanju Komunale:

- RČN Studenec; namenjena čiščenju odpadne vode za naselje Studenec, ki se sanira. Površina gred 1500 m² in zmogljivostjo 600 PE.
- ČN Impoljca; naprava obratuje in je namenjena čiščenju odpadnih voda Doma upokojencev in oskrbovancev Impoljca Sevnica.
- ČN HE Boštanj; napravo upravlja Termoelektrarna Brestanica d.o.o., Komunala Sevnica pa opravlja nalogo izvajalca javne službe odvajanja in čiščenja komunalnih in padavinskih voda.

V preostalih naseljih in vaseh imajo gospodinjstva urejeno odvajanje odpadnih voda tako, da se le-te nekontrolirano kanalizira iz greznic oz. direktno v najbližje vodotoke (Slika 8). Številne greznice niso zgrajene v skladu s predpisi in standardi, hkrati pa se praznjenje slednjih ne izvaja v skladu s predpisi občine, saj se gošče pogosto odvaža na neprimerna območja.



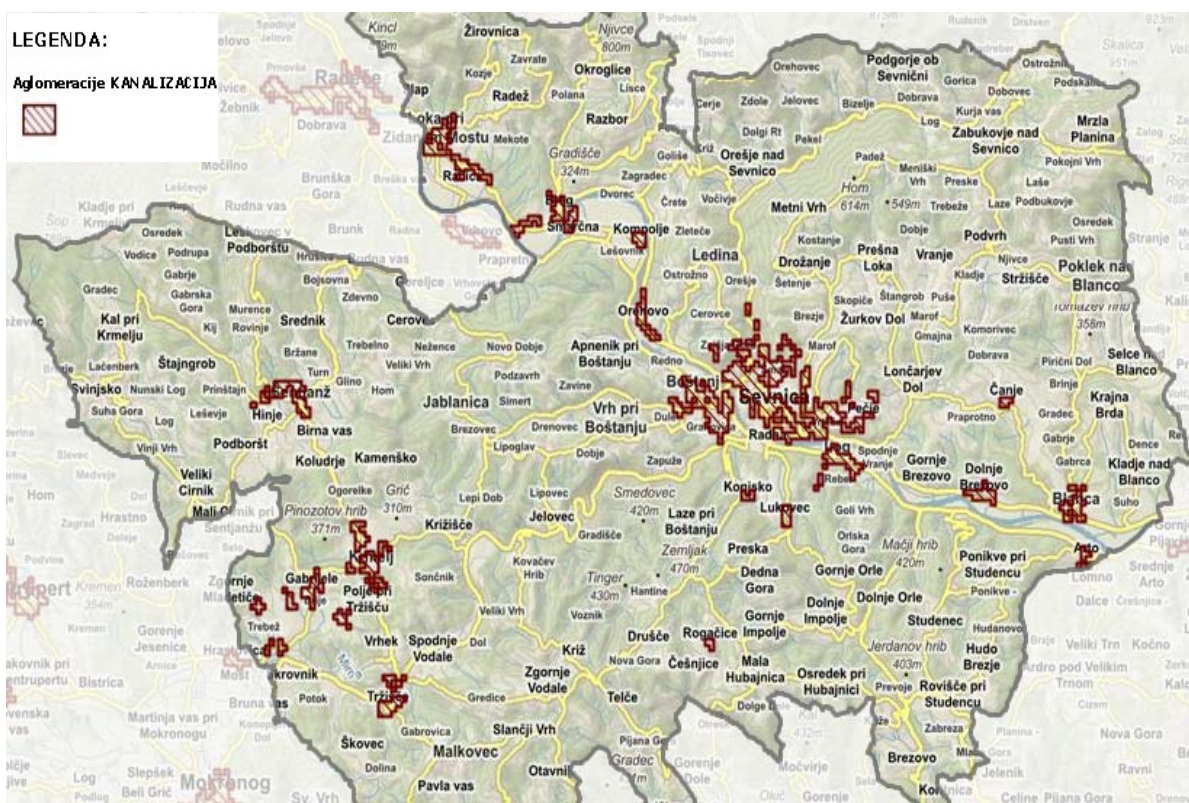
Slika 7: Iztok komunalne vode iz gospodinjstva v potok (lasten vir)

4.4 Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v Občini Sevnica

Na podlagi sprejete novelacije Operativnega programa odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode za celotno državo, ki jo je sprejela Vlada RS v letu 2010. Občina Sevnica izdelala novelacijo omenjenega dokumenta, da se podrobneje preveri tehnične in ekonomske kriterije za izvedbo javnih kanalizacijskih sistemov. Izdelana je bila karta aglomeracij, katere morajo biti po obstoječi zakonodaji opremljene z javno kanalizacijo. Posamezne aglomeracije, so razdeljene v osnovni in dodatni program, kateri morajo biti po novi zakonodaji realizirani do konca 2023.

4.4.1 Osnovni program

Občina ima eno območje poselitve, ki je uvrščeno v osnovni program 4. stopnje (skupina 6.1.4). Območja poselitve z obremenitvijo med 2.000 in 15.000 PE ki ne ležijo na prispevnih občutljivih območjih, so morala bi biti opremljeni z javno kanalizacijo do 31. decembra 2015. Gre za ožje že izvedeno območje mesta Sevnica (ID 11509 Sevnica) s skupno obremenitvijo 6214 PE.



Slika 8: Aglomeracije v Občini Sevnica po Operativnem programu odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda (PISO)

Vsa naselja v spodnji preglednici bodo morala biti opremljena z javno kanalizacijo in ustreznim čiščenjem komunalnih odpadnih voda do konca leta 2021. Po operativnem programu sodijo v osnovni program 8. stopnje (skupina 6.1.8) »Območja poselitve, ki so obremenjena med 50 in 2000 PE in gostoto več kot 20 PE/ha ali več kot 10 PE/ha na občutljivih območjih.« Gre za šest naselij s sešteto skupno obremenitvijo 2919 PE, kjer sta aglomeraciji Boštanj in Kompolje že izvedeni in v upravljanju Komunale d.o.o Sevnica. Krmelj ima že izdelano projektno dokumentacijo. Se pravi, da je potrebna ureditev KS za preostala tri naselja (Loka-Račica, Arto in Rogačice) z obremenitvijo 783 PE.

Preglednica 11: Seznam naselij iz osnovnega programa 8. stopnje na območju Občine Sevnica

Skupina 6.1.8	ID aglomeracije	Krajevna skupnost	Ime aglomeracije	PE	Skupaj PE	PE/ha
936	11066	Boštanj	Boštanj	880	1 144	17,88
937	11141	Krmelj	Krmelj	697	906	21,57
938	11363	Loka pri Zidanem Mostu	Loka - Račica	476	619	13,17
939	11558	Studenec	Arto	77	100	16,68
940	11337	Boštanj	Kompolje	66	86	10,73
941	11272	Primož	Rogačice	49	64	21,23

PE – obremenitev stalno prijavljenih prebivalcev [PE]
Skupaj PE - dodatna obremenitev zaradi preseljevanja oseb iz različnih vzrokov [PE]

4.4.2 Dodatni program

Po operativnem programu sodijo v dodatni program 3. stopnje (skupina 6.2.3) »Območja poselitve, ki so obremenjena med 50 PE in 450 PE, gostoto obremenjenosti med 10 PE/ha in 20 PE/ha«, ki jih moramo opremiti z javno kanalizacijo in ustreznim čiščenjem komunalnih voda do 31.12.2023. V tem programu je trenutno za aglomeracijo Log že izvedena kanalizacija v upravljanju komunale, medtem ko je Orehovo v zaključni fazi priključevanja uporabnikov.

Preglednica 12: Seznam naselij iz dodatnega programa 3. stopnje na območju Občine Sevnica

Skupina 6.2.3	ID aglomeracije	Krajevna skupnost	Ime aglomeracije	PE	Skupaj PE	PE/ha
469	11126	Šentjanž	Šentjanž	306	398	12,83
470	11546	Sevnica	Log	259	337	12,95
471	11560	Blanca	Blanca	208	270	12,29
472	11351	Boštanj-Loka pri Zidanem Mostu	Šmarčna-Breg	184	239	10,87
473	11158	Tržišče	Tržišče	172	224	10,16
474	11535	Blanca	Dolnje Brezovo	158	205	13,69
475	11323	Sevnica	Orehovo	138	179	10,55
476	11106	Krmelj	Gabrijele	132	172	10,73
477	11353	Loka pri Zidanem Mostu	Šentjur na Polju	90	117	10,64
478	11277	Boštanj	Lukovec	87	113	14,14
479	11103	Tržišče	Polje pri Tržišču	71	92	11,54
480	11110	Tržišče	Pijavice	67	87	12,44
481	11282	Boštanj	Konjsko	65	85	16,90
482	11111	Tržišče	Zgornje Mladetiče	60	78	15,60
483	11109	Tržišče	Spodnje Mladetiče	49	64	12,74
484	30378	Blanca	Čanje	43	56	11,18

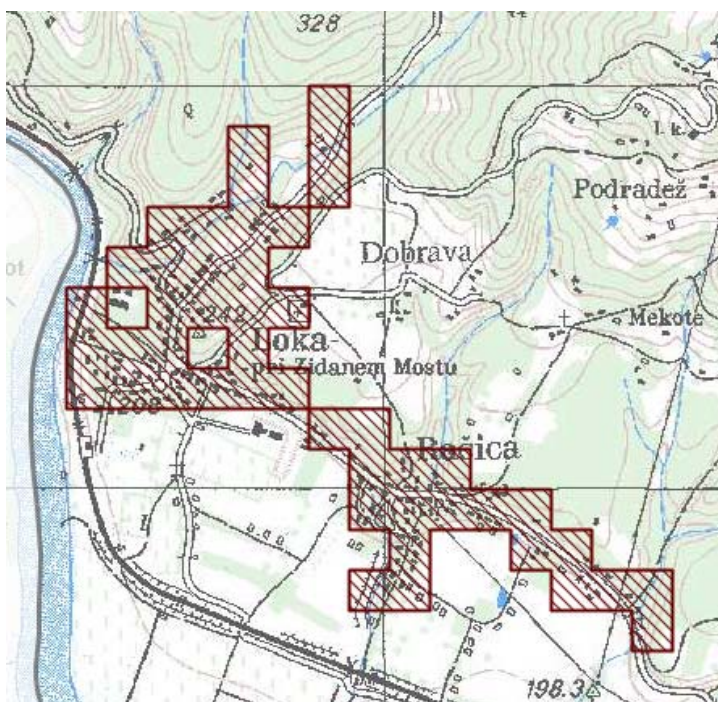
V ostalih naseljih in individualnih stavbah, ki ne dosegajo predpisanih kriterijev (>50 PE in > 10 PE/ha), po zakonodaji javna kanalizacija ne bo zgrajena. Operativni program zanje določa individualno urejanje v skladu z veljavni predpisi.

4.4.3 Izbor območij, za katere se izdelajo idejne zasnove kanalizacije

Glede na dolg seznam naselij iz obeh programov sem v diplomski nalogi izdelal idejne zasnove odvajanja in čiščenja odpadnih voda za vsa naselja iz osnovnega programa (Preglednica 11), saj je skrajni rok za izvedbo 31.12.2021. V ta namen sem v spodnjih vrsticah podrobneje pregledal posamezna poselitvena območja (aglomeracije) iz Operativnega programa.

Poselitveno območje Loka pri Zidanem Mostu - Račica

Naselji ležita na levem bregu reke Save. Skozi naselji vodi regionalna cesta Radeče – Breg. Prebivalci obeh naselij imajo urejeno javno vodooskrbo iz sistema Loka – Račica. Pozidane in poseljene površine (stanovanjski, kmetijski in poslovni objekti) se nahajajo ob prometnicah, ostale pa so pretežno obdelovalne in travnate površine ter sadovnjaki. Na SZ delu Loke pri Zidanem Mostu in na SV ter V delu Račice se razprostirajo gozdne površine. V Loki pri Zidanem Mostu se nahaja tudi nekaj poslovnih objektov: gasilsko društvo, dva gostinska lokala, dom upokojencev, osnovno šolo, župnija in druge manjše storitvene dejavnosti. V Račici je le nekaj storitvenih dejavnosti. Na severnem delu naselja Loka pri Zidanem Mostu je locirana naravna vrednota Žirovski potok. Znotraj slednjega naselja se nahaja tudi VVO (I., II. in III.- stopnje; občinski nivo). Na spodnji strani državne ceste 1192 in vse do reke Save se razprostira območje kulturne dediščine (Park dvorca Loka, Loško-Račiško polje in Cerkev sv. Helene.)



Slika 9: Aglomeracija Loka - Račica (ID 11363) po operativnem programu (PISO)

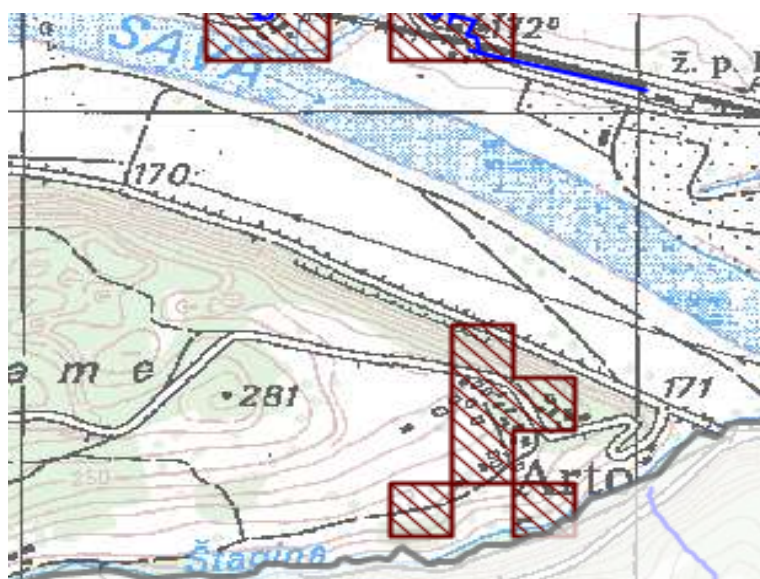
Preglednica 13: Število prebivalcev v Loki pri Zidanem Mostu in Račici (SURs, 2016)

Leto popisa	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Št. prebivalcev Loka pri Zidanem Mostu	300	499	496	486	503	503	502	503	500
Št. prebivalcev Račica	220	208	206	202	190	191	192	197	203

Po popisu leta 2016 je bilo v naselju Loka pri Zidanem Mostu 108 gospodinjstev s povprečno 2,8 prebivalca na gospodinjstvo. V Račici pa skupno 82 gospodinjstev s povprečno 2,4 prebivalca na gospodinjstvo. Skupna velikost aglomeracije je 47 ha.

Poselitveno območje Arto

Naselje se nahaja desnem bregu Save, znotraj krajevne skupnosti Studenec. Pod naseljem poteka regionalna cesta Impoljca – Brestanica, skozi samo naselje poteka lokalna cesta Arto – Ponikve pri Studencu in lokalna cesta Grad Impoljca – Studenec – Rovišče. Naselje Arto sestoji iz dveh poselitvenih območij, in sicer Grad Impoljca in Arto, ki meji z občino Krško. Grad Impoljca se oskrbuje s pitno vodo iz javnega vodovoda Impoljca, Arto pa iz javnega vodovoda Primož. V naseljih se večinoma nahajajo stanovanjski in kmetijski objekti ter dva poslovna objekta (vinska klet Zajc in DUO Impoljca s industrijsko ČN). Na obeh poselitvenih območjih poleg pozidanih in poseljenih površin, najdemo še obdelovalne in travnate površine, v okolici pa gozd. Na jugovzhodu ob potoku Štagina se nahaja VVO na občinskem nivoju drugega in tretjega reda, ker se na vrhu gozda nahaja vodno zajetje.



Slika 10: Aglomeracija Arto (ID 11558) po operativnem programu (PISO)

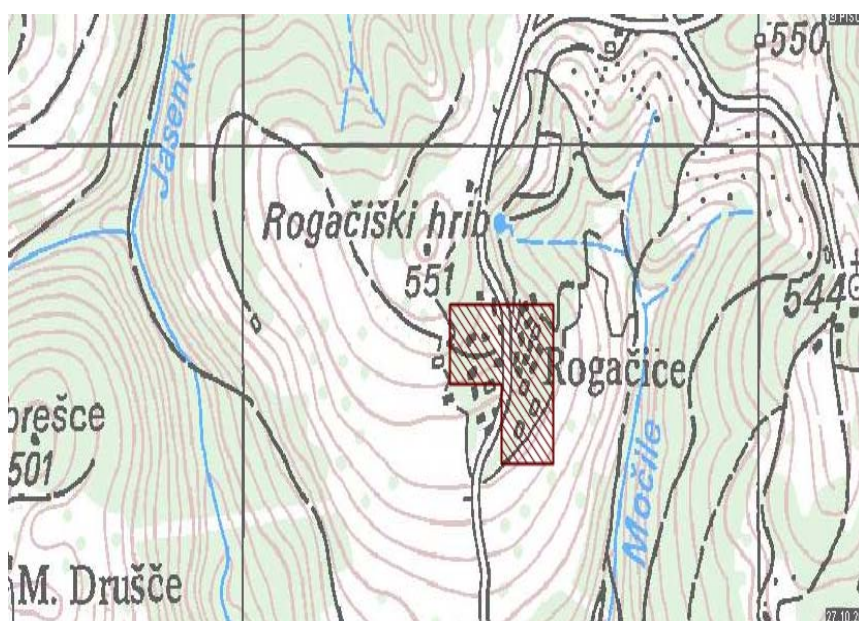
Preglednica 14: Število prebivalcev v naselju Arto (SURs, 2016)

Leto popisa	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Št. prebivalcev Arto	374	369	367	363	360	362	365	372	396

Po popisu leta 2016 je bilo v naselju Arto 45 gospodinjstev s povprečno 2,3 prebivalca na gospodinjstvo. Velikost aglomeracije Arto je 5,99 ha.

Poselitveno območje Rogačice

Naselje se razprostira ob lokalni cesti Primož – Laze pri Boštanju in spada pod KS Primož. Skozi naselje poteka javna pot Gmajna - Rogačice – Češnjice, ki je povezana z zgoraj omenjeno lokalno cesto. Vodooskrba poteka iz javnega vodovoda Primož. V vasi ob cesti najdemo pozidane in poseljene površine v okolici pa kmetijske površine. Gre za tipično vas, kjer najdemo stanovanjske in kmetijske objekte ter večjo gospodarsko skladišče. Znotraj poselitve ni VVO ali naravovarstvenih območij, izjema je le naravna vrednota potok Jesenk.



Slika 11: Aglomeracija Rogačice (ID 11272) po operativnem programu (PISO)

Preglednica 15: Število prebivalcev v naselju Rogačice (SURs, 2016)

Leto popisa	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Št. prebivalcev Rogačice	52	48	47	45	45	41	40	39	39

Po popisu leta 2016 je bilo v naselju Rogačice 11 gospodinjstev s povprečno 3,5 prebivalca na gospodinjstvo. V popisu 2011 je bilo 13 gospodinjstev. Rogačice veljajo za najgostejše naseljeno naselje v Sevnici, vendar lahko iz slednjega podatka in zgornje preglednice opazimo stagnacijo prebivalstva, kar se bo v prihodnjih letih še stopnjevalo. Velikost aglomeracije je 3 ha.

5 ZASNOVA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

5.1 Podlage za načrtovanje

Pri zasnovi mreže kanalov sem si pomagal s podlogami (TTN5, DOF050 in DMV0050) ki sem jih dobil na Geodetskem zavodu v Ljubljani. Situacije in vzdolžne profile sem zrisal s pomočjo programa Urbano Canalis (Autodesk platforma). Program lahko s pomočjo podatkov DMV interpolira sam teren.

5.2 Dimenzioniranje KS

V zasnovi sem KS sistem dimenzioniral na porabo vode, ki se pričakuje ob koncu n-tega leta. V idejni zasnovi se zaradi majhnosti naselij uporabijo cevi nazivnih premerov 200 in 250 mm iz PEHD. Minimalne hitrosti fekalne vode v cevi se gibljejo od 0,4 m/s do 3 m/s, da ne pride do zastajanja in kasnejših mašitev in poškodb cevi. Minimalna globina kanalov za odpadno vodo je 1,2 m, da se omogoči odvod iz pritličij, slednje pa ne zadostuje za kleti, kjer se črpanje rešuje z individualnim prečrpavanjem. Debelina posteljice pod revizijskimi jaški (DN 1000) je 40 cm, pod cevmi pa 15 cm.

Hidravlični izračuni za izbrana naselja in njihove glavne odvodne kanale sem dodal v obliki preglednic na koncu naloge v prilogah.

Izračun hidravlične obremenitve

Osnova za izračun je letna potrošnja vode, ki niha po mesecih in je soodvisna od tipa in velikosti naselja.

Za celoten kanalizacijski sistem se izdela hidravlični izračun:

- z poznanimi enačbami se izračuna količina odpadne vode
- določi količino tuje vode,
- izračuna količino meteorne vode.

Upošteva se naslednje dotoke (Panjan, 2005):

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

Kjer pomenijo:

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

q_h odpadna voda iz gospodinjstev [l/s],

q_i industrijska odpadna voda [l/s],

q_t tuja voda [l/s].

Prognoza števila prebivalcev je navadno podana z urbanističnim planom. Te prognoze se za manjša ruralna naselja ne izdelujejo zato se za takšna naselja uporabi letni prirast (p) 0,5 %, prognoza pa določi po naslednji formuli (4) (Panjan, 2005):

$$A = A_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad (4)$$

Kjer pomenijo:

A prognozirano število prebivalcev čez n let [P],
 A_0 trenutno število prebivalcev [P],
 p letna rast prebivalstva [%],
 n amortizacijska doba.

Za določitev dotoka komunalne odpadne vode iz gospodinjstev je potrebno upoštevati stanje čez 50 let, kolikor je amortizacijska doba kanalov. Za določitev odpadne vode iz posameznih gospodinjstev se uporablja (Panjan, 2005):

$$q_h = A \cdot n_p \quad (5)$$

Kjer pomenijo:

q_h dotok odpadne vode iz gospodinjstev [l/s],
 A število prebivalcev čez n let [P],
 n_p norma porabe vode na prebivalca [l/(P·dan)]

Po podatkih STAT se poraba vode na člana gospodinjstva od 2002 bistveno ne spreminja: v zadnjih letih se je skupna količina porabljene vode povečala za 0,2 %, tj. na 85,4 milijona m³ vode oz. na 42 m³ vode na prebivalca ali približno na 117 l/(P·dan), v jugovzhodni Sloveniji in Spodnjeposavski regiji pa 33 m³ oz. 90 l/(P·dan). Med slednje spada tudi Sevnica, zato sem za normo porabe vode (n_p) izbral vrednost 150 l/(P·dan).

Pri dimenzioniranju KS upoštevamo tudi tujo vodo, ki prihaja v sistem sušnega odtoka (drenažna voda, padavinska voda in voda iz drugih vodnih virov). Tehnični pravilnik in Imhoff določata, da je količina tuje vode je 100 % povečan sušni odtok.

Za sušni odtok upoštevamo Q_{\max} , Q_{\min} , in Q_{sr} . Izračunamo jih tako, da najprej skupni sušni odtok q_s [l/s] izrazimo z drugačnimi enotami v obliki dnevnega odтока Q_d [m_3 /dan].

$$Q_{\max} = Q_d/8 \dots \dots \dots \text{maks. urni dotok [l/s]} \quad (6)$$

$$Q_{\min} = Q_d/37 \dots \dots \dots \text{min. urni odtok [l/s]} \quad (7)$$

$$Q_{\text{sr}} = Q_d/24 \dots \dots \dots \text{srednji urni odtok [l/s]} \quad (8)$$

Ob deljenju Q_d z imenovalcem dobimo vrednosti v m_3/h (ne delimo s 24, temveč le z 8, 37 ali 24) in nato pretvorimo v l/s. Dobljene vrednosti veljajo za odsek cevi pred iztokom v ČN.

»Kontrolo minimalne hitrosti po odsekih se opravi z Manningovo enačbo in tabelo koeficientov polnitve za okrogle cevi« (Slokan, Zorman, 2001). Pri kateri se glede na kot polnitve, srednji pretok in premer cevi izračuna dejanska hitrost. Če so hitrosti v cevi pri sušnem odtočju manjše od 0.4 m/s, ne prihaja do samoizpiranja. Zato določimo potrebno čiščenje kritičnih odsekov s strani upravljavca (vsaj 2x letno).

Računanje biokemijske obremenitve

Biokemijska obremenitev je količina organske snovi, ki se nahaja v odpadni vodi, katero mikroorganizmi razkrajajo s pomočjo kisika. Izražamo jo z BPK₅ na dan. Zaradi različnih dnevnih ritmov ta zelo varira.

$$G = g \cdot A_p$$

Kjer pomenijo:

- G celotna biokemijska potreba po kisiku [g/dan] BPK₅,
- g dnevna biokemijska potreba po kisiku enega prebivalca [g/(P·dan)] BPK₅,
- A število prebivalcev po n letih [P].

Amortizacijska doba ČN znaša 30 let, na kar je potrebno paziti že pri sami zasnovi naprav.

Črpališče

Za potrebni črpališči sem izbral prefabricirana jaška iz armiranega poliestra slovenskega proizvajalca (Regeneracija). Proizvajalec izdeluje črpališča s premerom od DN 1200 do DN 3000 ter poljubne globine do 15 m, s povoznimi ali pohodnimi pokrovi. Premer dotočnega kanala je lahko od 100 do 400 mm, medtem ko so dimenzije iztočnega kanala odvisne od zmogljivosti potopnih črpalk (DN 40 do 150). Minimalna velikost črpališča in nivo za vklop črpalke se izračuna glede na kapaciteto in dotok odpadne vode.

Črpalka

Glede na širok izbor črpalk na trgu sem za potrebe diplome predvidel črpalki Č1 ($H_{\check{c}} = 5,5$ m) in Č2 ($H_{\check{c}} = 8,8$ m). Številni proizvajalci preko internih aplikacij ponujajo možnost modifikacije glede konstrukcije črpalke, pogojev obratovanja in porabe energije.

Predvidene ČN posameznih variant

Na tržišču je veliko ponudnikov MKČN, zato se je potrebno pred vgradnjo dobro pozanimati o delovanju in kasnejšem vzdrževanju naprav. V mojem primeru sem se osredotočil predvsem na MKČN, ki so plod domačega znanja in tehnologij. Tako sem za eno od naselij predvidel RČN, ki se po dosedanjih izkušnjah (RČN Bazga) upravljavca primerne in enostavne za čiščenje gospodinjskih odpadnih vod v manjših naseljih brez industrije. Za preostali naselji sem pa izbral SBR čistilni napravi.

5.3 Določitev variant

Za vsa izbrana naselja je predviden ločen KS in ker gre za manjša naselja, je predvidena vgradnja skupne MKČN. V naseljih imajo večinoma že urejeno odvodnjavanje meteornih voda v meteorne kanale. Zasnova KS poteka predvsem po javnih poteh in robovih javnih cest.

VARIANTA 1: kanalizacijski sistem s skupno malo čistilno napravo,

VARIANTA 2: kanalizacijski sistem s posameznimi- individualnimi MKČN.

Vsako posamezno gospodinjstvo si zagotovi odvajanje in čiščenje odpadne vode na individualni način. Za gospodinjstvo se predvidi MKČN za 4-6 PE. Kar je več kot zadosti glede na obstoječo statistiko števila prebivalcev.

5.3.1 KS Loka-Račica

Za celotno aglomeracijo je predvidena MČN na najnižji ravninski točki ob reki Savi. Skupna dolžina gravitacijskega kanalizacijskega sistema je 3388,82 m z dvema črpališčema. Za vse kanale se predvidi cevi fi 200, razen za glavnega zbirnega K 2.0, ki vodi do ČN sem izbral fi 250. Situacijo KS sem zrisal v Prilogi B1.

Hidravlična obremenitev

Skupno v Loki in Račici prebiva 703 prebivalcev. V OPN predvideva razširitev naselij in tudi sam potencial ob državni cesti je še precejšen. Posledično za prirast prebivalstva na letni ravni predpostavim 0,6 %. V računu se upošteva dodatna obremenitev zaradi dejavnosti v naselju (dom upokojencev, šola, vrtec, pošta). Ocene v spodnji preglednici, ki sem jo izdelal na podlagi normativov obremenitev za dimenzioniranje MKČN (Panjan, 2005) dodajo dodatnih 210 PE. Računsko to pomeni čez 50 let 1158 PE, maksimalni urni dotok $Q_{\max} = 12,6$ l/s, minimalni $Q_{\min} = 2,61$ l/s in srednji $Q_{\text{sr}} = 4,02$ l/s.

Preglednica 16: Dejavnosti in njihova dodatna obremenitev z odpadno vodo v Loki

Dejavnost	Št. uporabnikov, zaposlenih	Obremenitev [PE]
osnovna šola	37 učencev	4
vrtec	30 otrok	3
dom upokoјencev	222 ležišč	200
Pošta z banko	5	3
Skupaj		210

Čistilna naprava

Za čistilno napravo se predvidi biološka mala čistilno napravo za 1200 PE. Predvidena biokemijska obremenitev znaša 69,5 kg BPK₅ na dan Izberem SBR REG 100 čistilno napravo z desetimi enotami podjetja R-group. Efluent iz MKČN je potrebno speljati v reko Savo.

5.3.2 KS Arto

Ker gre za strnjeno naselje s padcem proti reki Savi in je rešitev pravzaprav jasna že na prvi pogled. Predviden KS je v celoti gravitacijski dolžine 972,74 m, ki poteka delno po občinski cesti skozi naselje, zatem pa po slabšem neobdelanem kmetijskem zemljišču do MKČN. Situacija KS Arto se nahaja v Prilogi B4.

Hidravlična obremenitev

Samo naselje Arto ima po podatkih komunale 68 odjemalcev vode . Po moji oceni je sedaj v aglomeraciji 21 gospodinjstev z 70 prebivalci. OPN ne predvideva širitve naselja. Zato sem za letni prirast upošteval 0,5 % letno rast prebivalstva, se pravi, da bo število PE čez 50 let enako 90 PE.

$$A = 70 \cdot \left(1 + \frac{0,5}{100}\right)^{50} = 90 \text{ PE}$$

Odtok odpadne vode

Po podatkih komunale je bilo v letu 2014 v naselje prodano 1700 m³ pitne vode, kar pomeni, da je norma porabe vode $n_p = 68 \text{ l/(P·dan)}$. Vendar sem v dejanskem izračunu upošteval normativ 150, ker je realno da občani koristijo še interne napeljave.

$$q_h = A \cdot n_p = 90 \text{ P} \cdot 150 \frac{1}{\text{P·dan}} = 0,16 \text{ l/s}$$

Skupna količina odpadne vode potem znaša, če je delež tuje vode 100 % povečan sušni odtok. Maksimalni urni dotok $Q_{\max} = 0,96$ l/s, minimalni $Q_{\min} = 0,21$ l/s in srednji $Q_{\text{sr}} = 0,32$ l/s.

Čistilna naprava

Vzamem potrebno velikost RČN za 100 PE podjetja Liviplant ob potoku Štagina, ki bo služil tudi kot odvodnik očiščene odpadne vode nadalje v Savo. Ta tip naprave sem izbral iz dveh razlogov. In sicer zato, ker se bo očiščena odpadna voda iztekala posredno v akumulacijski bazen HE Blanca je obvezno zagotoviti še terciarno čiščenje in bližina deponije izkopenega proda iz Save ob poglobljanju rečnega dna. Se pravi je dejanski strošek nabave substrata za filtrirne grede odpade. Hkrati pa zaradi rednega vzdrževanja akumulacije na HE (izkopavanje odvečnega prodnega toka) odpadejo tudi stroški, ki nastanejo ob potrebnih menjavi substrata v gredah, saj se lahko uporabi ta odvečni prod. Se pravi imamo popolno win-win situacijo. Za postavitve je potreben prostor (3 m^2 na PE) cca 300 m^2 zemljišča, ki ga je ob vznožju naselja dovolj. Predvidena biokemijska obremenitev znaša $5,4 \text{ kg BPK}_5$ na dan.

5.3.3 KS Rogačice

Pri tej aglomeracije gre za manjše strnjeno naselje na pobočju tako da je celotni kanalizacijski vod gravitacijski dolžine $547,8 \text{ m}$ s cevjo glavnega kanala $\text{fi } 200$. Ker gre za vaško območje in okoli kmetijska zemljišča sem predvidel malo daljši vod kot bi ga lahko sicer, da se sem prišel do nerodovitnega in slabšega zemljišča. Situacija se nahaja v Prilogi B6.

Hidravlična obremenitev

V naselju Rogačice po zadnji statistiki prebiva 39 prebivalcev. Po moji oceni in podatkih o oskrbi s pitno vodo je sedaj v samem naselju 49 prebivalcev. Ker naselje leži na hribovitem odročnem območju ni pričakovati širitve naselja. Zato sem za letni prirast v izračunu upošteval le $0,5 \%$ letno rast prebivalstva, kar pomeni, da bo število PE čez 50 let enako 63 PE. Maksimalni urni dotok $Q_{\max} = 0,65$ l/s, minimalni $Q_{\min} = 0,14$ l/s in srednji $Q_{\text{sr}} = 0,22$ l/s.

Čistilna naprava

Za čistilno napravo se predvidi biološka mala čistilno napravo za 70 PE. Predvidena biokemijska obremenitev znaša $3,77 \text{ kg BPK}_5$ na dan Izberem SBR REG 75 čistilno napravo podjetja R-group. Efluent je potrebno speljati v bližnji potok Močile, ki se nahaja v dolini pod čistilno napravo, kot glavni odvodnik se lahko uporabi obstoječi meteorni kanal ob cesti.

6 STROŠKOVNA PRIMERJAVA VARIANT

V idejni zasnovi prvi varianti za posamezna naselja nisem šel v podrobno strukturo stroškov izgradnje KS ampak sem uporabil že prej znano projektantsko ceno izgradnje po enoti oziroma tekočem metru kanalizacijskega sistema, ki sem jo pridobil od projektantskega podjetja Liviplant d.o.o.

Pri idejnih zasnovah za enostavne gravitacijske sisteme nisem upošteval celotnih stroškov. Se pravi, v izračunu niso upoštevani stroškov vzdrževanja in obratovanja, ker gre za enostavne gravitacijske KS.

Preglednica 17: Projektantske cene na enoto KS

	Cena/enoto/m' (€)
Gravitacijsko v cestnem telesu	200
Gravitacijsko izven cestnega telesa	170
Gravitacijsko v cestnem telesu strm teren	250
Tlačni vod v cestnem telesu	150
Tlačni vod izven cestnega telesa	100
Preboj pod potokom (širina potoka pod 5m)	3 000
Preboj pod potokom (širina potoka nad 5m)	9 000
Preboj pod železnico	12 000
Hišno črpališče	2 500
Črpališče do 10 objektov	9 500
Črpališče	20 000

V zgornji preglednici so podane okvirne cene za položen in zasut tekoči meter ali enoto kanalizacijskega voda brez davka.. Projektne cene so podane po vzorcu postavk cen od- do, zato sem za vse tri situacije vzel iste cene na enoto oziroma tekoči meter KS. To pa je popolnoma zadostovalo za predstavo in primerjavo po posameznih variantah.

Preglednica 18: Strošek izgradnje KS Loka- Račica

VARIANTA 1	(€)/enoto/m'	Loka-Račica	
		dolžina KS (m)	SKUPAJ
Gravitacijsko v cestnem telesu	200	3388,89	677.778,00 €
Gravitacijsko izven cestnega telesa	170		
Gravitacijsko v cestnem telesu strm teren	250		
Tlačni vod v cestnem telesu	150		
Tlačni vod izven cestnega telesa	100		
Preboj pod železnico (širina tirov nad 5m)	12 000		12.000,00 €
Hišno črpališče	2 500		
Črpališče do 10 objektov	9 500		
Črpališče	20 000	2	40.000,00 €
MCN		1200 PE	290.300,00 €
skupaj			1.020.078,00 €

Preglednica 19: Strošek izgradnje KS Arto

VARIANTA 1	(€)/enoto/m'	Arto	
		dolžina KS (m)	SKUPAJ
Gravitacijsko v cestnem telesu	200	338,19	67.638,00 €
Gravitacijsko izven cestnega telesa	170	634,28	107.827,60 €
Gravitacijsko v cestnem telesu strm teren	250		
Tlačni vod v cestnem telesu	150		
Tlačni vod izven cestnega telesa	100		
Hišno črpališče	2 500		
Črpališče do 10 objektov	9 500		
Črpališče	20 000		
MCN: RCN		100 PE	38.000,00 €
skupaj			213.465,60 €

Preglednica 20: Strošek izgradnje KS Rogačice

VARIANTA 1	Rogačice		
	(€/enoto/m'	dolžina KS (m)	SKUPAJ
Gravitacijsko v cestnem telesu	200	547,8	109.560,00 €
Gravitacijsko izven cestnega telesa	170		
Gravitacijsko v cestnem telesu strm teren	250		
Tlačni vod v cestnem telesu	150		
Tlačni vod izven cestnega telesa	100		
Hišno črpališče	2 500		
Črpališče do 10 objektov	9 500		
Črpališče	20 000		
MCN		70 PE	19.948,00 €
skupaj			129.508,00 €

Medtem ko sem za drugo varianto z individualnimi MKČN uporabil cene iz diplomske naloge Zupančič, 2016, ki je pridobil od dobavitelja dejanske cene po posameznih tipih MKČN. Po podatkih proizvajalca SBR REG čistilne naprave dosegajo učinek čiščenja od 91 do 97 % in so izdelane po standardu SIST EN 12255-6.

Preglednica 21: R-group, cene MKČN

Ime MKČN	PE	Cena (€)	cena vgradnje	izkop/zasip	SKUPAJ	SKUPAJ z 22 % DDV
SBR REG 5	3-6	2.985	150,00	259	3.394	4.140,92 €
SBR REG 75	61-85	17.000	500,00	2.448	19.948	24.336,56 €
SBR REG 100	86-125	24.850	550,00	3.686	29.086	35.485,41 €
10 xSBR REG 100	1200	248.500	3.400	38.400	290.300	354.166,00 €

Pri ceni izkopa se upoštevana, da moramo na predvidenih lokacijah kopati tretjo, četrto in peto kategorijo zemljine. V ceno je zajeto zasipavanje z izkopanim materialom in mehanskim tlačenjem z ročnimi vibro ploščami (poznanimi tudi kot »vibro žabe«) dvajset centimetrskih slojev okoli MKČN. Po podatkih nekaterih lokalnih izvajalcev so cene odvisne od številnih faktorjev, predvsem od oddaljenosti lokacij in deponij na katere se lahko odvaža odvečno izkopan material. Obvezno se mora upoštevati raščeno stanje zemljine (faktor od 1,15 do 3), kar pomeni, da pri samem zasipu porabimo le del zemljine, večji dela pa deponiramo. Tako sem predpostavil neko srednjo oceno, ki znaša za izkop 8 €/m³, za zasip pa 19 €/m³ in da se odvečna zemljina deponira v okolici, da ni potrebnih kamionskih prevozov.

Pri tej varianti z individualnimi MKČN sem upošteval da je okvirno na hišo 4 PE. Tako, da sem za vsako posamezno hišo predvidel SBR REG 5 čistilno napravo, ki potrebuje izredno malo prostora za vgradnjo.

Preglednica 22: Strošek individualnega opremljanja aglomeracij

VARIANTA 2	SBR REG 5	3.394,20 €
	Št. Hiš	SKUPAJ
Loka- Račica	195	661.869,00 €
Arto	22	74.672,40 €
Rogačice	11	37.336,20 €

Preglednica 23: Stroškovna primerjava variant

	VARIANTA 1	cena/hišo	VARIANTA 2	cena/hišo
Loka- Račica	1.020.078,00 €	5.231,17 €	661.869,00 €	
Arto	213.465,60 €	9.702,98 €	74.672,40 €	3394,2
Rogačice	129.508,00 €	11.773,45 €	37.336,20 €	

V zgornji preglednici so prikazani stroški po posameznih variantah na hišo oziroma gospodinjstvo. Videti so razlike v ceni vendar, če gledamo iz vidika vpliva na okolje zagotovo centralni sistem s primernim nadzorom doprinese bistveno več k ohranjanju voda. Saj nudi večje prilagajanje in v primeru slabih iztočnih rezultatov hitrejše sanacije ter dopolnitve sistema.

7 ZAKLJUČEK

V nalogi sem z ekonomskim izračunom dokazal, da je izgradnja javnega kanalizacijskega sistema v izbranih aglomeracijah Loka – Račica in Arto popolnoma upravičena, ker ni trikrat dražja kot je določeno z uredbo za izločitev iz javnega opremljanja aglomeracij.

Le v aglomeraciji Rogačice cena KS za dobrih enajst tisoč evrov preseže prag uredbe. Glavni razlog je v tem da sem subjektivno predvidel nekoliko daljšo traso od sicer potrebne, ki bi jo bilo mogoče zaključiti ob koncu vasi, če bi se lastnik zemljišča brez indicev strinjal. V primeru soglašanja bi bila zadeva cenejša in bi gladko ustrezala veljavni uredbi. Skratka po takem scenariju bi kompletan KS stal 71.588,20 €, ker bi bil kanalizacijski vod skoraj za polovico krajši, se pravi 258,20 m.

Po mojem mnenju je potrebno za dokončno rešitev in izbiro sistema odvajanja in čiščenja odpadnih voda v aglomeraciji Loka-Račica še smiselno preverit varianto z dvema MKČN. Se pravi vsako naselje s svojo MKČN, brez črpališč in s skupnim gravitacijskim vodom. Hkrati glede nato da gre za strnjene in položni naselji, še varianto z vakuumskim kanalizacijskim sistemom.

Dejstvo je da bi bil lahko strošek individualnega opremljanja še nekoliko manjši, če bi se več gospodinjstev odločilo za skupno napravo. Vendar se v takih primerih pogosto pojavi problem kje locirati zadevo oziroma ti. NIMBY (not in my backyard) pravilo. Tako da je v primeru strnjenih naselij praktično neizvedljivo.

Skupno in smiselno je, da se v vseh treh aglomeracijah obstoječe greznice koristijo kot primarni usedalniki in na ta način znatno doprinesejo k manjši obremenjenosti samih MKČN. Seveda pa je potrebno predhodno preverit njihovo stanje.

Kot zadnjo vrstico lahko dodam, da bi se moralo tudi na področju komunalnih čistilnih naprav v prihodnje razmišljati o postavitvi »zero waste« strategije kot jo poznamo pri odpadkih. Se pravi slednja bi po mojih ocenah doprinesla največ k ekonomiki in ohranjanju našega naravnega okolja, poleg pa bi imeli dvojno korist:

- Odvečno blato iz MKČN in prečiščen efluent bi lahko kmetje uporabili za gnojenje kmetijskih površin in tako bi kmetje ogromno prihranili pri nakupu umetnih gnojil na bazi dušika in fosforja, ki sta glavna gradnika rastlinske pridelave. Ko alternativo kmetijski rabi pa tudi sežig in izkoristek energetske vrednosti,

- Določen del prečiščene odpadne vode bi lahko javna služba porabila tudi za zalivanje javnih površin,
- v primeru RČN bi lahko pokošeno rastlinje uporabili za kompostiranje ali kot nastilj za živali,
- Javni službam, ki upravljajo čistilne naprave bi odpadlo drago odvažanje oz. skladiščenje odvečnega blata,
- Enostavnejši in hitrejši postopki samega čiščenja.

Sam bi to strategijo poimenoval z besedno zvezo »zero waste water«, ki bi imela tudi precejšnje ekonomske učinek tako za upravljavce kot tudi za same uporabnike. V veliki meri bi se lahko popolnoma izpustila terciarna faza čiščenja.

Tako, da velja vlagati in uporabljati inovativne tehnologije, ki ne samo da očistijo odpadno vodo do veljavnih predpisanih parametrov ampak jih presegajo in postavljajo na novo.

VIRI

Uporabljeni viri

Atlas okolja. 2016. <http://gis.arso.gov.si/> (Pridobljeno 1.4.2016.)

Ameršek, I. 2016. Rastlinske in MBR čistilne naprave. Osebna komunikacija (6.7.2016.)

Bijol, B. 2010. Različni načini odvodnje onesnažene vode iz naselja Dolenja vas. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba B. Bijol): 116 str.

Cizelj, M. 2006. Gospodarski razvojni cikli v Občini Sevnica. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo (samozaložba M. Cizelj): 86 str.

EPA. 1991. Alternative Wastewater Collection Systems: Manual. Washington D.C., U.S. Environmental Protection Agency: 207 str.

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

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

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

Krajnc, U. 2011. Čistilna naprava Sevnica 1999-2010. Ljubljana, Gradbeni vestnik, 60: str. 12-20

Kobold, M. 2005. Visoke vode in poplave med 20. in 23. Avgustom 2005. Ljubljana, Ujma, 20: str. 48-55

Klimatološka povprečja 1981-2010 na meteorološki postaji Lisca. 2015.

http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_location/lisca/climate-normals_81-10_Lisca.pdf (pridobljeno 28.2.2015.)

KSP Hrastnik. 2016.

(http://www.ksphrastnik.si/images/Prikljucitev_na_kanalizacijski_sistem.pdf) (pridobljeno 28.2.2016.)

Zupančič, M. 2016. Idejna rešitve odvajanja in čiščenja fekalnih odpadnih voda v vaseh Jezero, Lukovek in Dolenja Dobrava v Občini Trebnje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Zupančič): 139 str.

Maleiner, F. 2006. Projektiranje in obratovanje vakuumskih kanalizaciji (skripta), Ljubljana, Franc Maleiner, 37 str.

Maleiner F. februar 2012. Kritika državnega operativnega programa odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda, Gradbeni vestnik, letnik 61, str. 215-222

Mikros d.o.o. 2014. Vakuumska kanalizacija Podpeč Preserje
www.brezovica.si/get.php?id=7754 (pridobljeno 25.12.2014.)

Roovac Vakuumkanalisation. 2014.

<http://www.roovac.de/> (pridobljeno 29.11.2014.)

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

PISO - Prostorski informacijski sistem občin - SEVNICA. 2016.

<http://www.geoprostor.net/piso/ewmap.asp?obcina=SEVNICA> (Pridobljeno 10.6. 2016.)

Statistični podatki o količin padavin. 2014. <http://meteo.arso.gov.si/> (Pridobljeno 1.8.2015.)

SURS - Število prebivalcev in gospodinjstev v občini Sevnici ter prikaz količine porabljene in prečiščene odpadne vode v Sloveniji. 2016. <http://www.stat.si/> (Pridobljeno 10.7.2016.)

Javno podjetje Komunala d.o.o. Sevnica. 2015. Elaborata - Čiščenja komunalne odpadne vode: 20 str.

Javno podjetje Komunala d.o.o. Sevnica. 2014. Novelacija študije odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda na območju Občine Sevnica: 107 str.

Uradna stran Občine Sevnica. 2016.

<http://www.obcina-sevnica.si/obcina-sevnica> (Pridobljeno 10.7.2016.)

Žičkar, A. 2013. Primerjava delovanja različnih tipov čistilnih naprav odpadnih voda. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja (samozaložba A. Žičkar): 50 str.

Ostali viri

ATV-A-131, maj 2000. Dimensioning of Single-Stage Activated Sludge Plants, GFA Publishing Company of ATV-DVWK Water: 57 str.

ATV RULES AND STANDARDS, ATV STANDRD, 1992. ATV – A 128E; Standrds for Dimensioning and Design of Stormwater Overflows in Combined Wastewater Sewers, Hennef, GFA: 74 str.

Slokan, I., Zorman, F. 2001. Vodne zgradbe: Gradbeni priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: str. 462-482

Ocena stanja rek v Sloveniji v letu 2011.

<http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Poro%C4%8Dilo%20OREKE%202011.pdf> (Pridobljeno 15.8.2014.)

Arhiv hidroloških podatkov, dnevni podatki ARSO. 2012.

http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php (Pridobljeno 15.8.2015.)

Alpha projektiranje - podtlačna kanalizacija. 2014.

<http://jakobmursak.wix.com/alpha-projektiranje#!about1/c13xl> (pridobljeno 12.11.2014.)

<http://varcevanje-energije.si/komunalna-energetika/vakuumska-kanalizacija.html>. (pridobljeno 29.11.2014.)

MBR čistilne naprave. 2016. <http://www.vodateh.si/>. (pridobljeno 25.8.2016.)

Odloki, pravilniki, uredbe, zakoni

Odlok o občinskem prostorskem načrtu Občine Sevnica - OPN Sevnica. Uradni list RS, št. 94/12.

Odlok o odvajanju in čiščenju komunalnih in padavinskih odpadnih voda na območju Občine Sevnica (uradno prečiščeno besedilo). Uradni list RS št. 33/14.

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje 2005- 2017). 41 str.

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

Tehnični pravilnik o objektih in napravah za odvajanje in čiščenje odpadnih in padavinskih voda. Uradni list RS, št. 47/09.

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode. Uradni list RS, št. 98/15.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Uradni list RS, št. 64/2012.

Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja. Uradni list RS, št. 87/12 in 109/12.

Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu. Uradni list. RS, št. 62/08 s spremembami.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav. Uradni list RS, št. 98/15.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1). Uradni list RS, št. 41/04 in dopolnitve: 39/06, 49/06, 97/12 in 30/16.

Standard

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

Evropski standard EN 12566-3: 2005. Small wastewater treatment systems for up to 50 PT -
Part 3: Packaged and/or site assembled domestic wastewater treatment plants.

PRILOGE

PRILOGA A: IZRAČUNI

Priloga A1: Hidravlični izračun KS Loka- Račica

Priloga A2: Hidravlični izračun KS Arto

Priloga A3: Hidravlični izračun KS Rogačice

PRILOGA B: GRAFIČNE PRILOGE

Priloga B1: Situacija KS Loka- Račica

Priloga B2: Vzдолžni profil KS Loka- Račica K2.0

Priloga B3: Vzдолžni profil KS Loka- Račica K1.0 (levo in desno od MČN)

Priloga B4: Situacija KS Arto

Priloga B5: Vzдолžni profil KS Arto

Priloga B6: Situacija KS Rogačice

Priloga B7: Vzдолžni profil KS Rogačice

Priloga A1: Hidravlični izračun KS Loka- Račica

Odsek K2.0	Dolžina odseka [m]	Padec [‰]	Nazivni premer cevi [mm]	Polnitev cevi [%]	Hitrost delno izpolnjenega profila [m/s]	Hitrost polnega profila [m/s]
RJ2.0-1	16,70	47,59	250	13,24	1,34	2,68
RJ2.0-2	49,81	11,73	250	18,93	0,81	1,32
RJ2.0-3	36,98	59,34	250	12,73	1,46	2,99
RJ2.0-4	49,45	33,27	250	14,80	1,20	2,24
RJ2.0-5	38,34	14,39	250	18,36	0,89	1,47
RJ2.0-6	21,11	38,97	250	14,37	1,27	2,42
RJ2.0-7	49,73	34,47	250	14,93	1,22	2,28
RJ2.0-8	22,06	53,63	250	13,43	1,44	2,84
RJ2.0-9	49,09	50,28	250	13,75	1,41	2,75
RJ2.0-10	35,25	109,08	250	11,43	1,87	4,06
RJ2.0-11	25,71	42,45	250	14,47	1,33	2,53

Odsek K1.0 levo	Dolžina odseka [m]	Padec [‰]	Nazivni premer cevi [mm]	Polnitev cevi [%]	Hitrost delno izpolnjenega profila [m/s]	Hitrost polnega profila [m/s]
RJ1.0-1	49,00	56,26	200	2,40	0,45	2,51
RJ1.0-2	33,58	3,14	200	12,58	0,29	0,59
RJ1.0-3	45,43	6,61	200	11,08	0,39	0,86
RJ1.0-4	37,61	4,19	200	12,95	0,34	0,68
RJ1.0-5	34,94	2,53	200	15,24	0,29	0,53
RJ1.0-6	37,69	2,62	200	16,16	0,28	0,50
RJ1.0-7	37,93	1,91	200	17,60	0,27	0,46
RJ1.0-8	49,75	5,43	200	19,69	0,49	0,77
RJ1.0-9	47,43	3,79	200	22,02	0,43	0,65
RJ1.0-10	46,90	3,83	200	22,38	0,44	0,65

Odsek K1.0 desno	Dolžina odseka [m]	Padec [‰]	Nazivni premer cevi [mm]	Polnitev cevi [%]	Hitrost delno izpolnjenega profila [m/s]	Hitrost polnega profila [m/s]
RJ1.0-38	49,88	3,20	200	4,82	0,16	0,59
RJ1.0-37	49,47	3,09	200	6,75	0,20	0,58
RJ1.0-36	50,00	3,38	200	8,04	0,23	0,61
RJ1.0-35	50,00	3,64	200	9,07	0,25	0,63
RJ1.0-34	50,08	2,72	200	10,87	0,24	0,55
RJ1.0-33	50,21	4,57	200	10,45	0,31	0,71
RJ1.0-32	50,00	5,54	200	10,75	0,35	0,78
RJ1.0-31	50,00	3,69	200	12,68	0,31	0,64
RJ1.0-30	50,00	2,74	200	14,48	0,29	0,55
RJ1.0-29	49,08	4,15	200	13,72	0,35	0,68
RJ1.0-28	49,05	3,01	200	15,58	0,32	0,57
RJ1.0-27	44,90	3,27	200	15,86	0,33	0,60
RJ1.0-26	47,02	2,98	200	16,87	0,33	0,57
RJ1.0-25	37,86	3,01	200	17,31	0,34	0,57
RJ1.4-9	48,22	27,46	200	17,32	0,33	0,58
RJ1.0-23	51,98	6,71	200	17,58	0,51	0,86
RJ1.0-22	50,00	5,81	200	18,66	0,49	0,80
RJ1.0-21	50,00	4,63	200	20,22	0,46	0,71
RJ1.0-20	50,00	3,49	200	22,21	0,42	0,62
RJ1.0-19	44,17	6,58	200	19,24	0,53	0,85
RJ1.0-18	38,87	3,83	200	22,43	0,44	0,65
RJ1.0-17	50,00	3,29	200	23,80	0,42	0,60
RJ1.0-16	50,00	3,02	200	24,79	0,41	0,57
RJ1.0-15	50,00	3,17	200	24,94	0,42	0,59
RJ1.0-14	50,00	3,14	200	25,44	0,42	0,59
RJ1.0-13	50,00	3,15	200	25,85	0,43	0,59
RJ1.0-12	48,77	3,10	200	51,00	0,44	0,61

Priloga A2: Hidravlični izračun KS Arto

Odsek K1.1 K1.0	Dolžina odseka [m]	Padec [‰]	Nazivni premer cevi [mm]	Polnitev cevi [%]	Hitrost delno izpolnjenega profila [m/s]	Hitrost polnega profila [m/s]
RJ1.1-1	14,82	43,04	200	0,76	0,19	2,20
RJ1.1-2	34,90	25,94	200	1,48	0,23	1,70
RJ1.1-3	48,43	90,36	200	1,52	0,43	3,19
RJ1.1-4	28,76	53,83	200	1,95	0,39	2,46
RJ1.1-5	45,32	51,02	200	2,28	0,41	2,39
RJ1.1-6	37,55	99,86	200	1,97	0,55	3,35
RJ1.0-1	44,88	8,62	200	1,85	0,15	0,98
RJ1.0-2	25,89	37,34	200	1,61	0,28	2,05
RJ1.0-3	28,29	30,07	200	1,99	0,29	1,84
RJ1.0-4	28,20	113,09	200	1,63	0,50	3,57
RJ1.0-5	37,91	52,12	200	2,22	0,41	2,42
RJ1.0-6	30,36	90,60	200	2,11	0,53	3,19
RJ1.0-7	43,46	91,14	200	2,32	0,56	3,20
RJ1.0-8	49,37	98,15	200	2,30	0,60	3,32
RJ1.0-9	49,83	96,43	200	2,69	0,63	3,30
RJ1.0-10	49,15	36,28	200	3,62	0,46	2,02
RJ1.0-11	19,15	50,08	200	2,82	0,70	3,58
RJ1.1-7	26,81	116,66	200	3,49	0,81	3,63
RJ1.0-13	17,26	96,04	200	3,70	0,77	3,29
RJ1.0-14	28,39	101,5	200	3,15	1,01	4,80
RJ1.0-15	27,41	89,11	200	3,92	0,76	3,17
RJ1.0-16	49,13	20,8	200	5,58	0,48	1,61
RJ1.0-17	49,85	22,71	200	5,78	0,49	1,59
RJ1.0-18	20,03	13,46	200	6,63	0,41	1,22
RJ1.0-19	49,91	4,32	200	9,00	0,28	0,69
RJ1.0-20	31,84	13,54	200	6,93	0,42	1,23
RJ1.0-21	48,49	8,99	200	7,84	0,37	1,00
RJ1.0-22	21,89	5,30	200	9,02	0,31	0,76

Priloga A3: Hidravlični izračun KS Rogačice

Naziv K1.0	Dolžina odseka [m]	Padec [‰]	Nazivni premer cevi [mm]	Polnitev cevi [%]	Hitrost delno izpolnjenega [m/s]	Hitrost polnega profila [m/s]
RJ1.0-14	42,82	62,63	200	1,08	0,31	2,87
RJ1.0-1	34,94	74,74	200	1,37	0,39	3,13
RJ1.0-2	46,05	72,03	200	1,72	0,45	3,08
RJ1.0-3	33,38	102,29	200	1,77	0,54	3,67
RJ1.0-4	50,15	99,92	200	2,04	0,58	3,62
RJ1.0-5	50,86	87,42	200	2,33	0,59	3,39
RJ1.0-6	45,21	94,41	200	2,47	0,64	3,52
RJ1.0-7	49,52	58,01	200	2,97	0,56	2,76
RJ1.0-8	50,21	67,47	200	3,06	0,62	2,98
RJ1.0-9	43,14	87,46	200	3,02	0,70	3,39
RJ1.0-10	49,14	60,32	200	3,46	0,63	2,81
RJ1.0-11	35,25	76,07	200	3,38	0,70	3,16
RJ1.0-12	31,60	93,81	200	3,31	0,76	3,51