

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

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



Univerzitetni program Vodarstvo in
komunalno inženirstvo

Kandidat:

Gašper Malovrh

Idejne rešitve odvodnje in čiščenja odpadnih voda za naselje Muljava z okolico

Diplomska naloga št.: 105

Mentor:

izr. prof. dr. Jože Panjan

Somentor:

asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 29. 5. 2008

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATTA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **GAŠPER MALOVRH** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**“IDEJNE REŠITVE ODVODNJE IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA ZA NASELJE
MULJAVA Z OKOLICO”**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatorke FGG.

Grosuplje, 12.05.2008

GAŠPER MALOVRH

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.2/.3(043.2)
Avtor:	Gašper Malovrh
Mentor:	izr. prof. dr. Jože Panjan
Somentor:	asist.dr. Mario Kryzk
Naslov:	Idejne rešitve odvodnje in čiščenja odpadnih voda za naselje Muljava z okolico
Obseg in oprema:	91 str., 6 pregl., 24 sl., 29 en., 3 pril.
Ključne besede:	mala čistilna naprava, kanalizacija za odpadno vodo, kanalizacija za padavinsko vodo, odpadna voda

Izvilleček

V diplomski nalogi opisujem idejne projektne rešitve odvodnje in čiščenja odpadnih voda za naselji Muljava in Potok pri Muljavi. Predstavljeni so postopki dimenzioniranja ločenega kanalizacijskega sistema vključno z vsemi spremljajočimi objekti. Posebej je prikazan hidravlični izračun kanalizacije za odpadno in padavinsko vodo. Pri padavinski kanalizaciji so opisane variantne rešitve odvodnje padavinske vode glede na obstoječe stanje in izdelana primerjava med različnimi materiali za kanalizacijske cevi in revizijske jaške. Prav tako so pri kanalizaciji za odpadno vodo opisane variantne rešitve odvodnje odpadne vode glede na predvideno lokacija MČN. Pri črpališču odpadne vode smo izdelali primerjavo med klasičnim hidravličnim izračunom in izračunom s pomočjo programa za dimenzioniranje črpališč. Opisani in prikazani so postopki, način zasnove in izgradnje sistema. Opisani so tudi postopki dimenzioniranja malih čistilnih naprav velikosti med 50 in 500 PE. Predstavljene so smerne vrednosti za dimenzioniranje male čistilne naprave povzete po nemškem ATV A122 E. Poleg samega opisa standarda in izračuna dimenzij male čistilne naprave za obravnavano območje, sta predstavljeni tudi dve tipski mali čistilni napravi, ki se pojavljata na našem tržišču. Poleg tipskih čistilnih naprav je predstavljena tudi RČN. Predstavljeno je tako njeno delovanje, kot postopki dimenzioniranja.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDK:	628.2/.3(043.2)
Author:	Gašper Malovrh
Supervisor:	assoc. prof. dr. Jože Panjan
Cosupervisor:	assist. dr. Mario Krzyk
Title:	Conceptual solutions to drainage water and treatment of waste water for the settlement Muljava and its surroundings
Notes:	91 p., 6 tab., 24 fig., 29 eq., 3 ann.
Key words:	small sewage treatment plant, waste water sewerage, rain water sewer system, waste water

Abstract

In this diploma thesis, conceptual solutions of drainage and treatment of waste water for the settlements Muljava and Potok pri Muljavi are described. The procedures of designing a separate sewer system including all the supporting facilities are represented. Hydraulic calculation of the waste water and rain water sewerage is presented separately. Concerning rain water sewer system, various solutions of rain water drainage with regard to the existing situation are described. A comparison between the traditional hydraulic calculation and the calculation with the help of a pumping station design program of one of the leasing pumping station producers was conducted. Described and presented are also the procedures and methods, which must be taken into account for correct construction of sewer system. Beside the procedures for designing a separate sewer system, the procedures of designing small sewage treatment plants measuring between 50 and 500 PE are described in this thesis. Guide values for designing a small waste water plant, based on the German standard ATV A122 – E, are presented. Beside the description of the standard and calculation of the urban small sewage treatment plant for the area under consideration, two producers of standard small sewage treatment plants, which appear on our market, are presented.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Jožetu Panjanu in somentorju asist. dr. Mario Krzyku. Zahvalil bi se tudi vsem bližnjim, ki so mi skozi vsa leta študija stali ob strani.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
2 KRATEK OPIS KANALIZACIJSKIH SISTEMOV, ČISTILNIH NAPRAV IN ZAKONODAJA.....	2
2.1 Kanalizacijski sistemi	2
2.2 Tehnična izvedba kanalizacijskega sistema	3
2.3 Komunalne čistilne naprave	9
2.4 Zakonodaja na področju odvajanja in čiščenja odpadnih in padavinskih voda	10
3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA	13
3.1 Splošno o občini	13
3.2 Splošno o naseljih Muljava in Potok pri Muljavi	14
3.3 Reliefne in geološke značilnosti	15
3.4 Podnebne značilnosti	15
3.4.1 Padavine	15
3.5 Odvodniki.....	16
3.6 Prebivalstvo.....	21
3.7 Popis pomembnejših objektov v naseljih	22
3.8 Urbanistične podloge.....	22
3.9 Opis obstoječega stanja	24
4 ZASNOVA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA.....	26
4.1 Opis idejnih zasnov.....	26
4.1.1 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Potok pri Muljavi – varianta A	26
4.1.2 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Potok pri Muljavi – varianta B.....	27
4.1.3 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Muljava – varianta A.....	28
4.1.4 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Muljava – varianta B.....	28

4.1.5 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Muljava – varianta C.....	29
4.2 Kanalizacija za padavinske vode	30
5 HIDRAVLIČNO DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJSKEGA SISTEMA.....	37
5.1 Uvod	37
5.2 Kanalizacija za odpadno vodo.....	37
5.2.1 Črpališče za odpadno vodo	41
5.3 Kanalizacija za padavinsko vodo	56
6 IDEJNE REŠITVE MALE ČISTILNE NAPRAVE	63
6.1 Zasnova in izbira lokacije MČN.....	63
6.2 Obremenitev in dimenzioniranje MČN.....	65
6.2.1 Dimenzioniranje čistilne naprave z aktivnim blatom	69
6.2.2 Dimenzioniranje čistilnih naprav s pritrjeno biomaso (biodiski, precejalniki).....	72
6.2.3 Dimenzioniranje RČN.....	74
6.3 Primerjava malih čistilnih naprav	77
6.3.1 Čistilne naprave z razpršeno biomaso	77
6.3.2 Rastlinska čistilna naprava (RČN)	85
6.4 Primerjava rešitev odvodnje in čiščenja voda za obravnavano območje.....	87
7 ZAKLJUČEK	89
VIRI	91

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Povprečni pretoki potoka Višnjica	16
Preglednica 2: Skupna količina prodane vode za obe naselji v letih 2000-2006	38
Preglednica 3: Razdelitev prispevnih površin po kategorijah	58
Preglednica 4: Izbrani koeficienti odtoka	58
Preglednica 5: Povprečni koeficient odtoka	59
Preglednica 6: Rekapitulacija aproksimativnih ocen investicije posameznih variant	87

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Rast števila prebivalcev v naselju Muljava med leti 1869 in 2000.....	21
Grafikon 2: Rast števila prebivalcev v naselju Potok pri Muljavi med leti 1869 in 2000	21

KAZALO SLIK

Slika 1: Potok Višnjica	18
Slika 2: Povprečni prerez potoka Bržiček	19
Slika 3: Potok Bržiček	20
Slika 4: Meje obravnavanega območja.....	23
Slika 5: Izpust iz glavnega kanala »S«	24
Slika 6: Požiralnik Španove rupe, v katerega se izpušča obstoječa kanalizacij	25
Slika 7: Območje prve faze gradnje	35
Slika 8: Območje druge faze gradnje	36
Slika 9: Shematski prikaz črpališča	41
Slika 10: Prikaz osnovnih podatkov za ČRP 1	47
Slika 11: Izračun linijskih izgub	48
Slika 12: Prikaz črpalk, ki ustrezajo našim potrebam	48
Slika 13: Izračun linijskih izgub	51
Slika 14: Prikaz črpalk, ki zadoščajo našim potrebam	51
Slika 15: Izračun linijskih izgub	53
Slika 16: Prikaz črpalk, ki zadoščajo našim potrebam	54
Slika 17: Prikaz izbranega črpališča in osnovnih podatkov	55
Slika 18: Lokalne izgube v črpališču za varianto A	55
Slika 19: Lokalne izgube v črpališču za varianto B	56
Slika 20: Lokalne izgube v črpališču za varianto C	56
Slika 21: Označba prispevnih površin	57
Slika 22: Možna lokacija MČN ob požiralniku Španove rupe	64
Slika 23: Možna lokacija MČN ob potoku Višnjica	64
Slika 24: Možna lokacija MČN ob potoku Bržiček	65

KAZALO PRILOG

Priloga A: Grafične priloge

- A1 Pregledna situacija območja
- A2 Hidravlična situacija
- A3 Situacija kanalizacije za odpadno vodo - varianta ob požiralniku Španove rupe
- A4 Vzдолžni profil – varianta ob požiralniku Španove rupe
- A5 Situacija kanalizacije za odpadno vodo - varianta ob potoku Višnjica
- A6 Vzдолžni profil – varianta ob potoku Višnjica
- A7 Situacija kanalizacije za odpadno vodo - varianta ob potoku Višnjica B1
- A8 Situacija kanalizacije za odpadno vodo - varianta ob potoku Bržiček
- A9 Situacija kanalizacije za odpadno vodo – Potok pri Muljavi – varianta A
- A10 Situacija kanalizacije za odpadno vodo – Potok pri Muljavi – varianta B
- A11 Vzдолžni profil – Potok pri Muljavi – varianta A in B
- A12 Situacija kanalizacije za padavinsko vodo – Muljava
- A13 Situacija kanalizacije za padavinsko vodo – Potok pri Muljavi
- A14 Vzдолžni profil kanalizacije za padavinsko vodo – Muljava
- A15 Vzдолžni profil kanalizacije za padavinsko vodo – Potok pri Muljavi

Priloga B: Tabelarične priloge

- B1 Podatki o številu prebivalcev
- B2 Hidravlični izračun kanalizacije za odpadno vodo
- B3 Hidravlični izračun kanalizacije za padavinsko vodo
- B4 Podatki o MČN OXI/P

Priloga C: Aproksimativni predračuni

- C1 Varianta ob Požiralniku Španove Rupe – PVC kanalizacijske cevi
- C2 Varianta ob potoku Bržiček – PVC kanalizacijske cevi
- C3 Varianta ob potoku Višnjica – PVC kanalizacijske cevi
- C4 Varianta ob potoku Višnjica; varianta B1 – PVC kanalizacijske cevi
- C5 Varianta ob Požiralniku Španove rupe – betonske cevi
- C6 Varianta ob potoku Bržiček – betonske cevi
- C7 Varianta ob potoku Višnjica – betonske cevi

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BPK ₅	Masna koncentracija raztopljenega kisika, ki se pri določenih pogojih v petih dneh pri 20°C porabi za biološko oksidacijo organskih ali anorganskih snovi v vodi.
MČN	Mala čistilna naprava.
RČN	Rastlinska čistilna naprava
KPK	Merilo za celokupno organsko onesnaženje v odpadni vodi in predstavlja količino kisika, ki je potrebna za oksidacijo prisotnih organskih snovi.
PE	Populacijski ekvivalent oz. populacijska enota za obremenjevanje vode, ki ustreza onesnaženju, ki ga povzroči en prebivalec na dan.
PEHD	Polietilen.
DZB	Deževni zadrževalni bazen.

1 UVOD

Za Republiko Slovenijo je značilna razpršena poselitev prebivalstva. V Sloveniji je samo 10 naselij z več kot 15.000 prebivalci, 80 naselij, kjer živi med 2.000 in 15.000 prebivalcev in kar 5.790 naselij, kjer živi manj kot 2.000 prebivalcev. Ravno razpršena poselitev in številna majhna naselja oziroma vasi sta razloga za tako nizek odstotek urejene odvodnje in čiščenja odpadnih voda. Iz nekdanjih velikih lokalnih skupnosti so v zadnjem obdobju nastale številne manjše, ki so se kmalu srečale s problemom neurejene komunalne infrastrukture. To potrjuje dejstvo, da je na kanalizacijski sistem priključenih približno 50 % prebivalstva, na komunalne čistilne naprave pa približno 20 % prebivalstva. V Sloveniji je še vedno velik odstotek prebivalcev, priključenih na greznice, ta presega 40 %. Izgradnja kanalizacijskega sistema, ki se zaključuje s komunalno čistilno napravo predstavlja veliko obremenitev za občinski proračun. S tem problemom se srečujejo predvsem manjše in novonastale občine. Problem je tudi, da predvsem novonastale lokalne skupnosti ne razpolagajo z ustreznimi kadrom, zato niso najbolj uspešne pri pridobivanju evropskih sredstev, namenjenih za izgradnjo kanalizacijskih sistemov in komunalnih čistilnih naprav. Takšen primer je tudi občina Ivančna Gorica, za katero je značilen hiter razvoj občinskega središča. Obrobne vasi pa zaostajajo v razvoju na področju komunalne infrastrukture. Tako lahko rečemo, da imajo od dvanajstih krajevnih skupnosti, med katere spada tudi krajevna skupnost Muljava, dokaj dobro urejeno komunalno infrastrukturo zgolj tri. V dveh se kanalizacijski sistem celo zaključuje s komunalno čistilno napravo, in sicer sta to krajevni skupnosti Ivančna Gorica in Šentvid pri Stični. Tako ima od 14.184 prebivalcev (Vir: si-stat.si) urejeno kanalizacijo manj kot polovica občanov. Med krajevne skupnosti, ki še nimajo urejene odvodnje in čiščenja odpadnih voda, spada tudi krajevna skupnost Muljava. Naselji Muljava in Potok pri Muljavi sta oddaljeni od CCN Ivančna Gorica ca. 7 kilometrov, zato se ne splača graditi kanalizacijskega sistema do naselja Ivančna Gorica, ker bi bila taka investicija dražja, kot je izgradnja samostojnega kanalizacijskega sistema in komunalne čistilne naprave. Vprašljivo je tudi, ali bi obstoječi kanalizacijski sistem hidravlično prenesel dodatno obremenitev iz obrobne vasi ali pa bi bila potrebna sanacija le-tega. Edina rešitev za obrobna naselja in vasi je samostojni kanalizacijski sistem in MČN. Tu pa nastopi problem, ker je na razpolago premalo finančnih sredstev oziroma se premajhen delež občinskih sredstev namenja za komunalno ureditev obrobne vasi in naselij.

2 KRATEK OPIS KANALIZACIJSKIH SISTEMOV, ČISTILNIH NAPRAV IN ZAKONODAJA

2.1 Kanalizacijski sistemi

Gradnja kanalizacijskih sistemov in čistilnih naprav je predvsem pomembna iz higienskih razlogov ter zaradi varovanja okolja. Namen kanalizacijskih sistemov je odvodnja odpadne in onesnažene padavinske vode do čistilne naprave, kjer se voda očisti do ustrezne stopnje. Ko odpadno vodo čistimo in iz nje izločamo neraztopljene, biorazgradljive raztopljene snovi in hraniva, ter varujemo vodno okolje proti prekomernimi obremenitvami.

Izgradnja prvih kanalizacijskih sistemov sega v davno preteklost ca. 5000 let nazaj. Prvi kanalizacijski sistemi so se pojavili predvsem v razvitih civilizacijah. Pokrite kanale z ošiljenimi svodi ali košarastimi loki najdemo v starem veku v številnih mestih, kot so Memphis, Babilon, Jeruzalem, Aleksandrija, Ninive, Atene in Rim z znanim odvodnim kanalom »cloaca maxima«.

S širjenjem rimskega imperija se je pojavila kanalizacija tudi na naših tleh, kjer je bila zgrajena na področju sedanje Ljubljane, Celja in Ptuja.

Ob prehodu v srednji vek, ko je razpadla antična civilizacija, se je prenehala tudi skrb za komunalno higieno. To je privedlo do širjenja bolezni, kot je kolera. Šele po izbruhu te bolezni se je ponovno začel razvoj na področju gradnje kanalizacijskih sistemov. Tako je dobil London med letoma 1840-1850 kanalizacijsko omrežje. Nova znanja so se razširila tudi na celino in s tem tudi na področje Slovenije. Leta 1899 je prof. Hrasky po katastrofalnem potresu v Ljubljani izdelal načrt za ureditev kanalizacije in čistilne naprave.

Osnovni namen kanalizacijskega sistema je odvod onesnaženih voda iz naselij. Vendar ne gre samo za odvod odpadnih voda iz gospodinjstev in industrije, ampak tudi za odvod in čiščenje predvsem onesnaženih padavinskih voda. Odpadna in padavinska voda se glede na velikost naselij oziroma mest odvajata bodisi v mešanem ali ločenem kanalizacijskem sistemu. Za

odvodnjo megapolisov, velikih mest ter večjih mest se gradijo mešani kanalizacijski sistemi, ki odvodnjavajo hkrati odpadno in padavinsko vodo. Ločeni sistemi pa se gradijo v majhnih in ruralnih naseljih velikost do 2000 prebivalcev. Z ločenimi sistemi se posebej odvajata odpadna voda po posebnem kanalskem omrežju in padavinska voda, ki jo lahko odvajamo na več načinov:

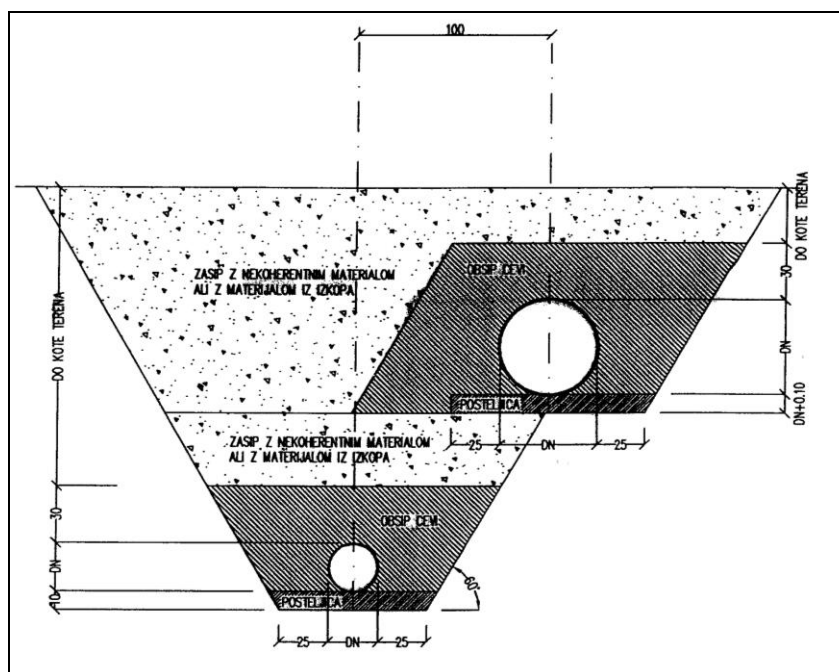
- steka se v meteorno kanalizacijo,
- ponika ali odteka kot pred ureditvijo kanalizacije ali
- uredimo sistem odprtih in zaprtih jarkov ali kanalov.

Značilnost kanalizacijskih sistemov v primerjavi z ostalo komunalno infrastrukturo je, da so od vse komunalne infrastrukture položeni najgloblje in imajo veliko več specifičnih objektov. Med te objekte prištevamo: cestne požiralnike, vstopne jaške, podvode, razbremenilnike, zadrževalne bazene, stopnje in združitevne objekte ter črpališča.

2.2 Tehnična izvedba kanalizacijskega sistema

Vgradnjo cevi, fazonskih elementov in jaškov morajo izvajati usposobljeni delavci pod strokovnim nadzorom. Potrebno je upoštevati splošne smernice za polaganje cevovoda v zemljo in so okvirno definirane v standardu SIST EN 1610.

Jarek mora biti dimenzioniran in izkopan tako, da je zagotovljeno strokovno in varno vgrajevanje cevovoda. Sama širina dna jarka je odvisna od premera cevi. Ker gre v našem primeru za ločen sistem, se morajo upoštevati vertikalni in horizontalni odmiki cevi za padavinsko in odpadno kanalizacijo.



Slika: Prerez kanalizijskega jarka

Pri izkopu jarka oziroma pri izdelavi posteljice je potrebno paziti na ustrezen padec kanalizijskega cevovoda. Sama širina posteljice mora biti enaka širini dna jarka. Material posteljice in material za obsip v coni cevovoda morata biti konsistentna, da cevovod med polaganjem in po njem ostane v svoji legi. Material posteljice in material za obsip ne sme povzročati poškodb cevi in mora biti stisljiv do določene mere. Material, ki vsebuje zmrznjene kepe, večje kamne in odkruške skal se ne sme uporabljati za izgradnjo posteljice. Posteljico sestavlja spodnja in zgornja plast, stranski zasip in pokrivna plast. Če ni drugače predpisano, ne sme biti debelina spodnje plasti posteljice manjša od 10 cm za normalne razmere in 15 cm za skalnata tla. Neposredno polaganje cevovoda na predhodno pripravljeno dno jarka je dovoljeno v primerih, ko imamo homogena, relativno mehka in fino zrnata tla jarka, ki dovoljujejo naleganje po vsej dolžini cevi. Cevovod mora popolnoma ležati na podlagi. Če je treba, se izkopljejo glavične jame na območju spoja. Zbitost temeljne plasti mora biti enakomerna po celi dolžini jarka in naj znaša 90 % po standardnem Proctorjevem postopku. Če pri izkopu dna jarka naletimo na slabo nosilna tla, moramo dno jarka poglobiti in debelino temeljne plasti povečati za 20-40 cm. Podobno postopamo tudi, ko na dnu jarka naletimo na skale ali večje kamne. V primeru talne vode je potrebno peščeno posteljico oviti s politlak folijo, da ne bi prišlo do spiranja finih frakcij.

Na tako pripravljeno podlago se položi cev (ročno ali s pomočjo gradbenih strojev) in izvede montaža spoja. Polaganje cevi naj se začne na spodnjem (dol vodnem) koncu cevovoda, pri čemer se običajno cevi položijo tako, da so obojke obrnjene proti gornjemu (gor vodnemu) koncu cevovoda. V primeru, da se dela za dalj časa prekinejo, je potrebno konce cevi začasno zapreti. S tem se zaščiti cev pred vnosom tujih snovi. Cevi je potrebno polagati točno v smeri in po višini v okviru toleranc, podanih v projektu. Vse potrebne prilagoditve višinskega položaja je treba narediti z dviganjem ali znižanjem posteljice in tako zagotoviti, da so cevi v končnem položaju po celi dolžini enakomerno podprte. Nikoli se ne sme dokončnih popravkov napraviti z lokalnim podbijanjem.

Zasipavanje jarka se sme začeti šele, ko so spoji cevi in posteljica zmožni prevzeti obtežbe. Utrjevanje glavnega zasipa tik nad cevjo naj se ne začne, dokler debelina sloja nad temenom cevi ne znaša najmanj 30 cm. Skupna debelina sloja neposredno nad cevjo, preden se začne z mehanskim utrjevanjem, je odvisna od vrste opreme za utrjevanje. Obsipavanje cevovoda je potrebno izvajati po plasteh z utrjevanjem po višini največ 50 cm. V času polaganje in neposrednega zasipavanje je potrebno paziti, da se težki gradbeni stroji ne gibljejo v območju zasutja.

Pri materialu za zasip je potrebno upoštevati sledeče zahteve:

- naj ne vsebuje kamnitih delov, katerih zrna so večja od 32 mm,
- naj bo dobro stisljiv, nekoheziven in naj zadovoljivo prenaša obtežbe,
- če je zbit na 95 % po standardnem Proctorjevem postopku, moramo doseči minimalno nosilnost 4 N/mm²,
- za lažje doseganje zahtevane zbitosti na prometnih površinah se zasip pod niveleto izvede s tamponskim in kamnitim materialom.

Po končanem zasipu na območju poteka trase po njivah in travnikih je treba površino vzpostaviti v prvotno stanje.

Revizijski jaški

Revizijski jaški za kanalizacijo za odpadno in padavinsko vodo ter jaški za hišne priključke se predvidijo ali iz poliesterskih cevi v samonosilni izvedbi z vgrajeno koritnico in odcepi za

spoj s cevjo ali iz betonskih cevi, katerih spodnji del je betoniran na licu mesta z betonom C25/30. Dno jaška pa je potrebno oblikovati v obliki koritnice. Predvideni so jaški dimenzije Φ 1000 mm za glavni kanal in Φ 800 mm za hišne priključke.

Cenovna primerjava med omenjenima vrstama revizijskih jaškov je prikazana v nadaljevanju.

Pri vgradnji jaškov je potrebno paziti, da se zasipni material utrjuje po plasteh po standardih SIST EN 1610, DIN 4033 in ATV-A 139.

Pokrovi revizijskih jaškov v cestnem telesu so litoželezni Φ 600 mm in nosilnosti 400 kN, z zaklepom, izravnalno gumo, vgrajenim protihrupnim vložkom in odprtini za zračenje po EN 124, vgrajeni v armiranobetonski venec. Pokrovi na revizijskih jaških pri hišnih priključkih so prav tako litoželezni in vgrajeni v armiranobetonski venec, le njihova nosilnost je manjša.

Križanje predvidene kanalizacije s cesto in ostalimi komunalnimi vodi

Pri trasiranju kanalizacije je potrebno upoštevati predpise, ki definirajo minimalno dovoljene horizontalne in vertikalne odmike med kanalizacijo in ostalimi vodi. Spodnje zahtev so povzete po standardu SIST EN 1610 in pravilniku za tehnično izvedbo kanalizacijskih sistemov javnega podjetja Vodovod – Kanalizacija d.o.o.

Odmiki

Vertikalni odmiki (svetli)

Vertikalni odmiki med kanalizacijo s spremljajočimi objekti in drugimi podzemnimi instalacijami (merjeno od medsebojno najbližjih sten kanalizacije in drugih kanalov) ne morejo biti manjši od odmikov pogojevanih v naslednjih točkah.

V primerih križanja, ko je:

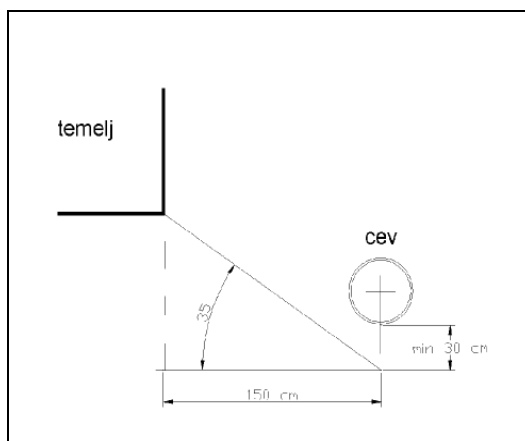
a) vodovod pod kanalizacijo, morajo biti izpolnjene še naslednje zahteve:

- vodovod mora biti vgrajen v zaščitni cevi,
- ustji zaščitne cevi morata biti odmaknjeni od zunanje stene cevi kanalizacije najmanj 3 m na vsako stran,

- v primeru možnosti kontrole drenirane vode sta ustji zaščitne cevi lahko odmaknjeni od zunanje stene cevi kanalizacije 0,8 m na vsako stran,
 - v izjemnih primerih je kanalizacija lahko zaščitena tudi drugače (PVC folija, glinen naboj), po dogovoru z upravljavcem,
 - vertikalni odmik je najmanj 0,6 m;
- b) vodovod nad kanalizacijo, na območju vodoprepustnega zemljišča, morajo biti izpolnjene še naslednje zahteve:
- vodovod mora biti vgrajen v zaščitni cevi,
 - ustji zaščitne cevi morata biti odmaknjeni od zunanje stene kanalizacije najmanj 3 m na vsako stran,
 - vertikalni odmik je najmanj 0,6 m;
- c) vodovod nad kanalizacijo, na območju vodnopenepustnega zemljišča,
- vodovod mora biti vgrajen v zaščitni cevi (posteljici in zasipa obeh vodov niso neprepustni, zato se v primeru puščanja kanalizacije odpadna voda lahko dvigne v območje vodovoda),
 - v tem primeru vodovoda ni treba obvezno vgraditi v zaščitno cev,
 - vertikalni odmik je najmanj 0,6 m.

Horizontalni odmiki (svetli)

Minimalni odmik od spodnjega roba podzemnih temeljev ali podzemnih objektov ne sme biti manjši od 1,5 m, merjeno po horizontalni kateti pravokotnega trikotnika, ki ima začetek 30 cm pod dnom kanala v osi kanala in oklepa z diagonalo, ki se konča na robu temelja ali objekta, kot 35°.



Slika: Minimalni odmik od spodnjega roba temeljev

Minimalni odmik od dreves in okrasnega grmičevja:

- od dreves znaša 2 m,
- od okrasnega grmičevja 1 m.

Horizontalni odmiki so v posebnih primerih in v soglasju z upravljavci posameznih komunalnih vodov lahko tudi drugačni, vendar ne manjši, kot jih določa standard

SIST EN 805 v točki 9.3.1, in sicer:

- horizontalni odmiki od podzemnih temeljev in podobnih naprav naj ne bodo manjši od 0,4 m,
- horizontalni odmiki od obstoječih (drugih) podzemnih napeljav naj ne bodo manjši od 0,4 m,
- v izjemnih primerih, ko je gostota podzemnih napeljav velika, odmiki ne smejo biti manjši od 0,2 m.

Posebno je treba paziti, da se med izkopom zagotovi stabilnost prisotnih naprav in podzemnih napeljav.

Tlačni preizkus vodotesnosti

Tlačni preizkus vodotesnosti vgrajenih kanalov z revizijskimi jaški mora biti narejen skladno z evropskim standardom SIST EN 1610 in se izvaja po navodilih proizvajalca cevi:

- v najbolj spodnjem jašku testiranega kanala se zatesni dotočno cev v jašek,
- kanal se napolni z vodo iz najbolj zgornjega jaška,
- ko se odsek napolni z vodo, se počaka 1 uro, da se vsi odseki testiranega kanala napolnijo z vodo in da eventualni mehurčki zapustijo kanal,
- potem se z dolivanjem gladina vode v zgornjem jašku dvigne do zgornjega roba jaška,
- po 30 minutah se ponovno dolije vodo do prvotne gladine;
če je potrebno dolivanje, večje od 0,2 l/m² stene kanala in jaškov, je potrebno kanalske spoje ponovno preveriti in ponoviti opisani tlačni preizkus.

O tlačnem preizkusu je treba obvezno voditi zapisnik.

2.3 Komunalne čistilne naprave

O razvoju čistilnih naprav ni veliko znanega. Znano je, da so v mestih, kot je Agrigent na Siciliji, čistili odpadno vodo precej pred našim časom. Okoli leta 1893 so se v Angliji prvič uporabili precejalniki kot postopek čiščenja odpadne vode. Na naših tleh se je predvidevala izgradnja čistilne naprave okoli leta 1899, ko je prof. Hrasky izdelal popotresni načrt kanalizacije Ljubljane. Čistilna naprava se je predvidevala na področju današnjega Kodeljevega z alternativno lokacijo na današnjih Fužinah.

Lahko rečemo, da začetki gradnje kanalizacijskega sistema in preprostih čistilnih naprav v Sloveniji segajo v leto 1900. Posebej dinamično obdobje gradnje čistilnih naprav je bilo v letih 1970-1980, ko so se zgradile čistilne naprave v večjih industrijskih središčih, kot so Domžale, Kranj, Škofja Loka in Jesenice. Konec osemdesetih so začeli graditi manjše čistilne naprave zlasti v turističnih mestih. Nov razmah gradnje čistilnih naprav sega v konec devetdesetih let, ko so bila na voljo sredstva taks, državnega proračuna in skladov Evropske Unije.

Procesi čiščenja odpadnih vod so se skozi čas spreminjali, izboljševali in dopolnjevali. Enako lahko trdimo tudi za vse objekte, potrebne za čiščenje odpadne vode do zahtevane stopnje. Tako se danes odpadna voda čisti s sledečimi postopki čiščenja.

- Mehanski postopki čiščenja, s pomočjo katerih se odstranjujejo neraztopljene snovi iz odpadne vode. Med mehanske postopke čiščenja prištevamo vse predhodne in prvostopenjske postopke čiščenja. Pri tem se uporabljata dva postopka:
 - precejanje vode skozi grablje in sita,
 - izločanje suspendiranih snovi z usedanjem (sedimentacija) v peskolovih in usedalnikih ter plavljenje na površino (flotacija) v lovilcih olj in maščob.
- Biološki postopki čiščenja odpadne vode, h katerim prištevamo vse biološke postopke, s katerimi odstranimo vse biorazgradljive snovi in predvsem ogljikove spojine. Biološki procesi v komunalnih čistilnih napravah potekajo s pomočjo različnih skupin organizmov kot v naravi. Vsi organizmi so zunanega izvora in prihajajo na komunalno čistilno napravo z odpadno vodo, iz zraka, tal ali pa so to živali, ki živijo

blizu naprave. Na komunalnih čistilnih napravah so predvsem bakterije, glive, alge, protozoje in metazoje.

Glede na to, ali mikroorganizmi razgrajujejo organske snovi v prisotnosti ali odsotnosti kisika, razlikujemo:

- aerobno biološko čiščenje, ki ga nadalje razdelimo na postopke, pri katerih je biološka ruša pritrjena na podlago, voda pa se preceja in filtrira ali pa se podlaga potaplja v vodo in služi le kot medij za hrano; k tem postopkom prištevamo precejalnike, biofiltre, potopnike ali biodiske ter talne filtre in postopke, pri katerih biološka ruša lebdi v odpadni vodi, zato mora biti voda v turbulentnem stanju; k tem postopkom prištevamo vse postopke s poživljenim (aktivnim) blatom;
 - anaerobno biološko čiščenje za obdelavo blata.
- Terciarni postopki čiščenja oziroma izločanje hranil dušika in fosforja.

2.4 Zakonodaja na področju odvajanja in čiščenja odpadnih in padavinskih voda

Na kakšen način se bo odpadna voda očistila je odvisno od odvodnika (površinska voda, podtalnica, morje), v katerega se izliva. Da bi se izognili slabemu stanju vodotokov in onesnaževanju okolja, obstajajo zakonski predpisi in kriteriji, ki jih je potrebno upoštevati pri ravnanju z odpadnimi vodami. Pomembnejši zakonski predpisi in kriteriji, ki pokrivajo področje ravnanja s komunalnimi odpadnimi vodami na državni ravni, so:

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

Ta pravilnik določa zahteve odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske vode, ki morajo biti izpolnjene pri opravljanju storitev obvezne občinske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaževanja (Ur. list RS št. 35/96, 21/03).

Ta uredba določa za vire onesnaževanja, iz katerih se odvaja odpadna voda:

- mejne vrednosti emisije snovi v tekoče površinske vode in obalno morje,
- mejne vrednosti emisije toplote v tekoče površinske vode,
- vrednotenje emisije snovi in toplote,
- prepovedi in druge ukrepe zmanjševanja emisije v vode in tla v zvezi z odvajanjem odpadnih vod.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav (Ur. list RS št.103/02).

Ta uredba določa posebne zahteve v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav, in sicer:

- mejne vrednosti parametrov odpadne vode,
- mejne vrednosti učinka čiščenja odpadne vode,
- posebne zahteve v zvezi z lastnim nadzorom obratovanja malih komunalnih čistilnih naprav in izvajanjem monitoringa emisij iz malih čistilnih naprav.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur. list RS št. 47/05).

Ta uredba določa v zvezi z zmanjševanjem onesnaževanja okolja zaradi odvajanja snovi in emisije toplote v vode, ki nastajajo pri odvajanju komunalne, industrijske in padavinske odpadne vode ter njihovih mešanic v vode:

- mejne vrednosti emisije snovi v vode in v javno kanalizacijo,
- mejne vrednosti emisije toplote v vode,
- vrednotenje emisije toplote v vode,
- prepovedi, omejitve in druge ukrepe zmanjševanja snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda in
- vsebino okoljevarstvenega dovoljenja in primere naprav, za katere okoljevarstvenega dovoljenja ni potrebno pridobiti.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju vod iz komunalnih čistilnih naprav (Ur. list RS št. 35/96, 90/98, 31/01 in 62/01).

Ta uredba določa posebne zahteve v zvezi z emisijo snovi pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih čistilnih naprav, in sicer:

- mejne vrednosti parametrov odpadne vode,
- mejne vrednosti učinka čiščenja odpadne vode,
- posebne ukrepe v zvezi z načrtovanjem in obratovanjem komunalnih čistilnih naprav,
- roke za izgradnjo objektov javne kanalizacije.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. list RS št. 35/96, 29/00 in 106/01).

Ta pravilnik določa vrste parametrov odpadnih vod, ki so predmet prvih meritev ter obratovalnega monitoringa odpadnih vod (emisijski monitoring), metodologijo vzorčenja in merjenja parametrov in količin odpadnih vod, vsebino poročila o prvih meritvah in emisijem monitoringu ter način in obliko sporočanja podatkov ministru, pristojnemu za varstvo okolja. Pravilnik določa tudi pogoje, ki jih mora izpolnjevati oseba, ki izvaja prve meritve ali emisijski monitoring.

Poleg državnih predpisov in uredb je potrebno upoštevati tudi predpise in uredbe na lokalni ravni, in sicer:

Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode na območju občine Ivančna Gorica (Ur. list RS št. 1/08).

S tem odlokom se ureja način izvajanja gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne padavinske vode na območju občine Ivančna Gorica.

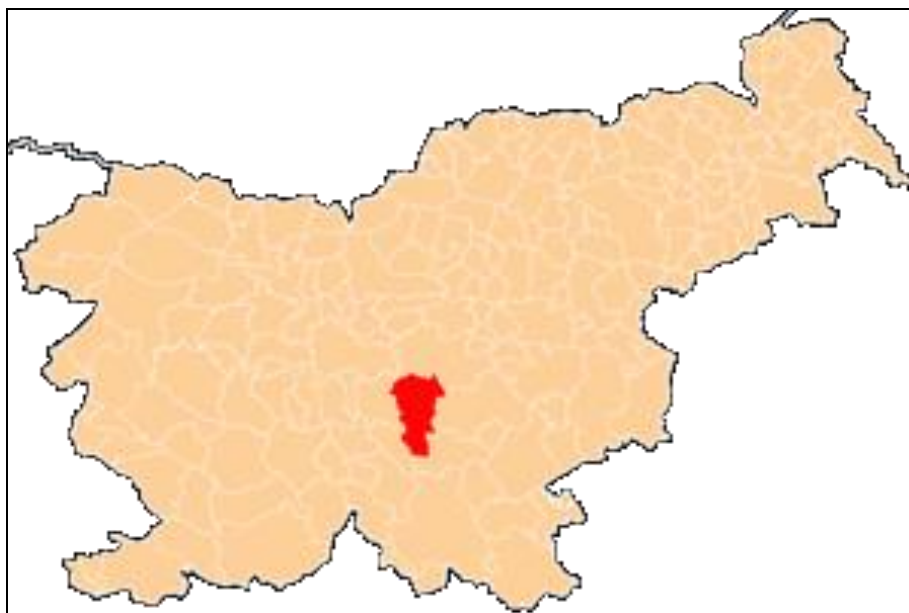
Odlok o varstvu virov pitne na območju občine Ivančna Gorica (Uradni vestnik občine Ivančna Gorica št. 5, 21.7.1997).

Odlok določa zavarovane vodne vire, obseg zavarovanih virov pitne vode, varstvene pasove, varstvene ukrepe za zavarovanje virov pitne vode pred onesnaženjem, posebne ukrepe, način nadzora nad izvajanjem varstvenih ukrepov na zavarovanih območjih, obseg sanacijskih ukrepov, način uveljavljanja varovalnega režima, nosilce izvajanja predpisanih ukrepov ter kazni.

3 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

3.1 Splošno o občini

Naselji Muljava in Potok pri Muljavi se nahajata v občini Ivančna Gorica, in sicer ob cesti Ivančna Gorica-Žužemberk. Občina Ivančna Gorica se nahaja v osrednji Sloveniji in meji na občine Ljubljana in Šmartno pri Litiji na severu, Grosuplje in Dobre polje na zahodu, Trebnje na vzhodu in občino Žužemberk na jugu. Občina Ivančna Gorica je mlada občina, ustanovljena leta 1995. Sestavlja jo 12 krajevnih skupnosti, med katerimi je tudi Muljava. Skupaj obsega 277 km² in šteje 14.184 prebivalcev. Središče občine predstavlja naselje Ivančna Gorica, na razvoj katerega vplivajo predvsem ugodne prometne povezave. Naselje se nahaja tako rekoč na pol poti med Ljubljano in Novim mestom. Gospodarstvo v občini sloni predvsem na storitvenih in obrtnih dejavnostih. Zaradi dobre prometne povezave se v zadnjem obdobju opaža tudi porast deleža industrije.

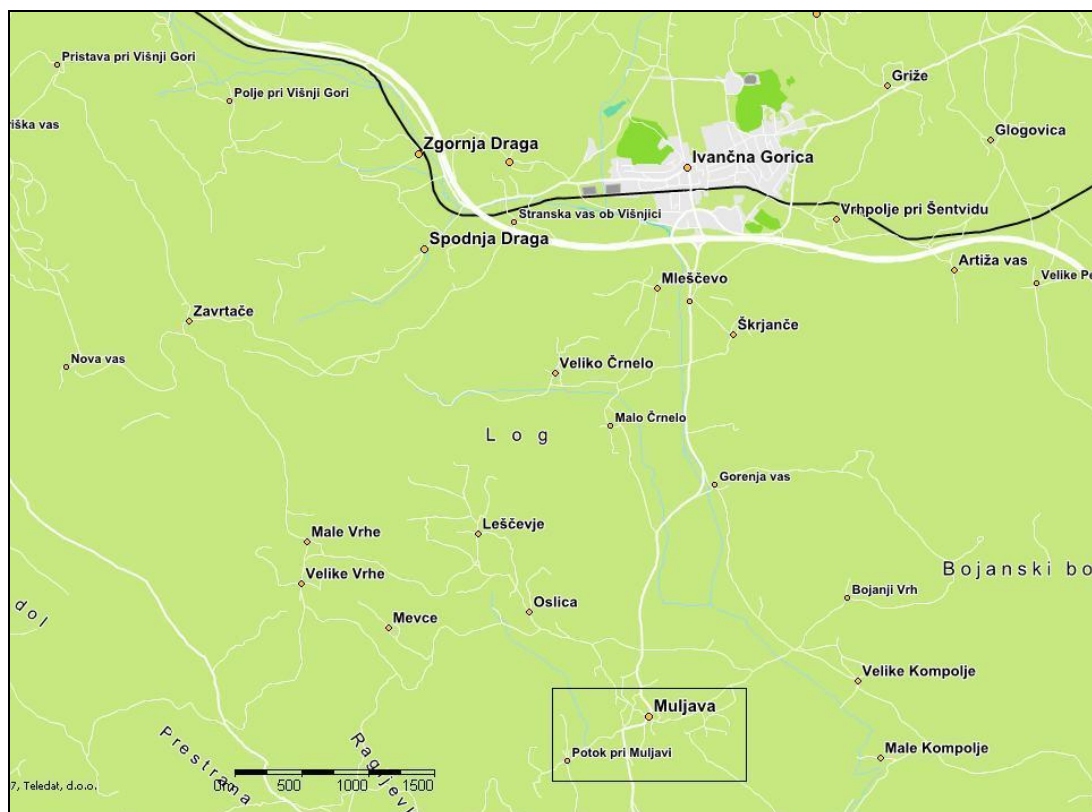


Slika : Prikaz lege občine Ivančna Gorica (<http://www.wikipedia.si>)

3.2 Splošno o naseljih Muljava in Potok pri Muljavi

Muljava je gručasto naselje z 270 prebivalci, ki leži na prehodu Dolenjskega podolja v Suho krajino na zahodni strani doline ob potoku Višnjica na nadmorski višini 323 m.n.v.

Zahodno od vasi Muljava na nadmorski višini 317 m.n.v. leži zaselek Potok pri Muljavi. Od Muljave ga ločuje potok Bržiček, ki kmalu ponikne. Naselje šteje 55 prebivalcev.



Slika: Prikaz naselja Muljava s širšo okolico (<http://tis.telekom.si>)

Naselji sta ca. 4 kilometre oddaljena od naselja Ivančna Gorica, ki je hkrati tudi središče občine.

V naseljih praktično ni industrije. Edini obrtni obrat se nahaja v stavbi nekdanje kmetijske zadruge Stična. Njegova primarna dejavnost je izdelava stikal.

3.3 Reliefne in geološke značilnosti

Za teren, na katerem stojita naselji bi že lahko rekli da je kraškega tipa. Na bližnji kras Suhe krajine opozarjajo vrtače in požiralnik Španove rupe. Kamninska podlaga je v glavnem iz skladov apnenca in dolomita triasne, jurske in kredne starosti. Prst na apnencu je precej plitva. Prevladujejo predvsem pokarbonatne prsti, ki so precej ilovnate, izprane, težke in slabše rodovitnosti. Teren je dokaj razgiban. Najvišja točka se nahaja na severozahodni strani naselja Muljava na nadmorski višini 352 m.n.v. Najnižja točka pa se nahaja pri naselju Potok pri Muljavi, in sicer na nadmorski višini 298 m.n.v. Tako se zaradi reliefnih značilnosti obravnavanega območja pričakuje, da se bo pri dimenzioniranju kanalizacijskega sistema povečini izkoriščal naravni padeč terena in gravitacija.

3.4 Podnebne značilnosti

Obravnavano območje spada med celinski podnebni tip, za katerega so značilne letne povprečne temperature med 8 C in 10 C.

3.4.1 Padavine

Povprečne letne padavine na obravnavanem območju se gibljejo okrog 1300 mm. Največ padavin pade med poletnimi plohami in nevihtami, najbolj suhi pa so zimski meseci.

Za dimenzioniranje kanalizacije so ključni podatki o največji jakosti naliva, ki sistem napolnijo oz. preplavijo. Na obravnavanem območju ni ombrografske mreže, tako da točnih podatkov o največji jakosti naliva za to območje ni mogoče pridobiti. Zato se odločimo za podatke, merjene na meteorološki postaji Ljubljana.

Preglednica: Izenačene vrednosti gospodarsko enakovrednih nalivov za Ljubljano (Kolar, J., 1983, str. 69)

Pogostost naliva [n]	Meteorološka postaja Ljubljana											
	Jakost odtoka nalivov [l/s/ha] , trajanja [min]											
	5	10	15	20	30	60	90	120	180	300	420	600
0,1	590,6	383,3	281,2	225,6	165,6	97,2	71,4	57,4	42,1	31,4	28,2	25,1
0,2	528,6	333,3	296,2	198,6	146,7	87,4	64,5	52	38,4	28,0	24,0	20,4
0,5	404,5	253,1	191,6	157,2	119,0	73,9	56	45,9	34,8	24,5	19,4	15,2
0,67	375,0	233,5	177,0	145,4	110,2	68,7	52,1	42,8	32,4	22,8	18,2	14,2
1	327,4	211,6	160,6	132,1	100,2	62,5	47,6	39,0	29,6	20,9	16,6	
2	259,3	173,2	131,8	108,6	82,7	51,9	39,5	32,5	24,8	17,6		
4	201,7	133,1	101,7	84,1	64,3	40,6	31,0	25,6	19,6			
6	164,9	109,2	84,2	70,0	54,0	34,4	26,7	21,2	15,1			

3.5 Odvodniki

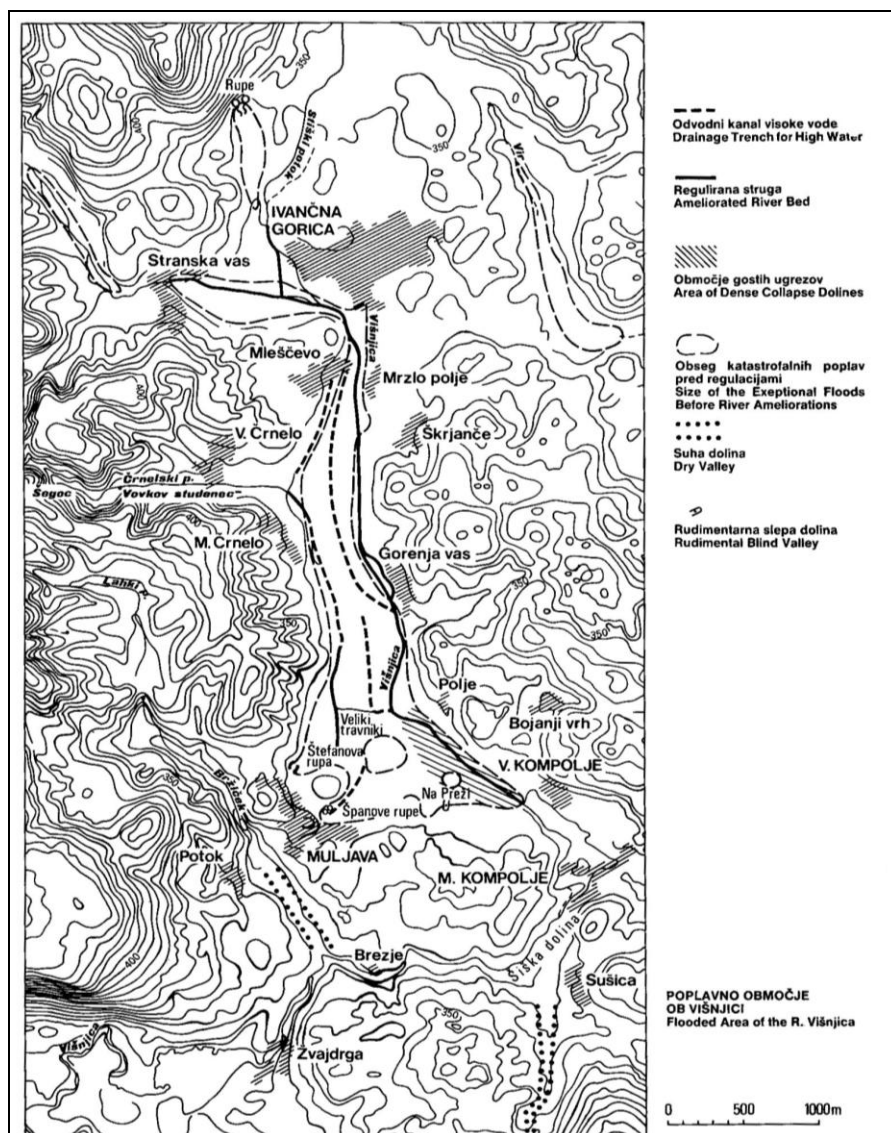
Na obravnavanem območju se nahajata dva odvodnika in sicer potok Višnjica na vzhodni strani obravnavanega območja in potok Bržiček za zahodni strani območja.

Potok Višnjica izvira pri zaselku Mleščevo in svojo pot nadaljuje mimo naselja Višnja Gora in naselja Ivančna Gorice vse do svojega izliva v kraško reko Krka. Potok Višnjica kot možen odvodnik prečiščene odpadne vode iz naselij Muljava in Potok pri Muljavi ima naslednje povprečne karakteristične pretoke, zbrane od leta 1961 do 2004 in merjene na postaji Trebnja Gorica:

Preglednica 1: Povprečni pretoki potoka Višnjica

Qmin. (l/s)	Qsred. (l/s)	Qmax. (l/s)
69,29	517,00	4.524,57

Poleg podatkov o karakterističnih pretoki pa je potrebno preučiti poplavno območje odvodnika, v katerega imamo namen spuščati prečiščeno odpadno vodo. S tem izločimo lokacije, ki niso ustrezne za postavitev MČN.



Slika: Poplavno območje ob Višnjici (Gams, I., 1987, str. 68)

Večje zabeležene poplave Muljavske doline so po informacijah domačinov bile v letih 1926, 1933, 1937 in 1953. Po poplavi leta 1937 ja banovinska uprava izvedla regulacijo Višnjice na odseku pod Poljem in zgradila most čez potok blizu doma Na Preži. Poplavno vodo na tem območju so znižale regulacije Višnjice v preteklosti, in sicer se je poplavno vodo znižalo z regulacijo in poglobitvijo Višnjice, dodatno pa tudi z odvodnim kanalom po sredi polja, ki pred poslopji KZ Stična zavije proti vzhodu, proti Višnjici (Gams, I., 1987, str. 71). Drugih podatkov o regulaciji Višnjice na področju Muljavske doline ni na razpolago.

Površinski tok Višnjice ogrožajo nastajajoči požiralniki oziroma ugrezi. Zabeležen je ugrez ob desnem bregu potoka med Gorenjo vasjo in Poljem, ki so ga domačini tako kot ostale ugreze zamašili in napravili leseno korito. Zabeležen je tudi ugrez v Malem Kompolju, kjer naj bi Višnjica izgubila polovico vode kljub zasipanju ugreza. Ugrezi pa so pustili največ sledov ob strugi potoka nad mostom pri domu Na Preži, kjer so jih v preteklosti zasuli s pomočjo strojev. V najgloblji aluvialni vrtači se dno nahaja 1,5 m nižje vodne gladine v potoku. (Gams, I., 1987, str. 72).

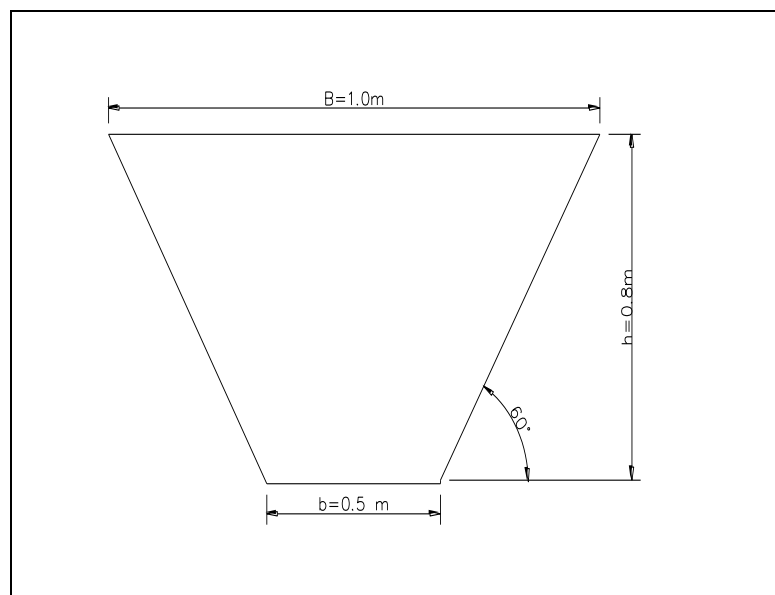
Po razgovoru s starejšimi prebivalci Muljave naj ne bi Višnjica na obravnavanem območju preplavljala že vrsto let.



Slika 1: Potok Višnjica

Potok Bržiček izvira v bližini vasi Oslica in ponikne pri naselju Potok pri Muljavi. Žal ni na razpolago podatkov o minimalnem, srednjem in maksimalnem pretoku potoka oziroma ni na razpolago nikakršnih podatkov o samem potoku. Razpolagamo zgolj s podatki s terenskega ogleda struge, na podlagi katerih se je ocenilo sledeče povprečne dimenzije struge potoka Bržiček:

- spodnja širina $b = \text{ca. } 0,50 \text{ m}$,
- višina $h = \text{ca. } 0,8 \text{ m}$,
- zgornja širina $B = \text{ca. } 1,0 \text{ m}$ in
- naklon brežin $\alpha = 60^\circ$.



Slika 2: Povprečni prerez potoka Bržiček

Gre zgolj za grobo oceno, ki pa nam bo pomagala pri določitvi pretoka potoka. S pomočjo zgornjih podatkov in Manningove enačbe lahko izračunamo pretok potoka (Steinman, F., 1999, str. 162):

$$Q = \frac{\sqrt{I_0}}{n_g} \frac{S^{5/3}}{O^{2/3}} \quad (3.1)$$

Oznake v zgornji enačbi:

I_0 hidravlični padec [%],

n_g Manningov koeficient hrapavosti,

S prečni prerez [m^2] in

O omočeni obod [m].

Hidravlični padec se oceni na podlagi višinskih kot okoliškega terena in razdalje med tema točkama:

$$I_o = \frac{z_1 - z_2}{l} * 1000 \quad (3.2)$$

Oznake v zgornji enačbi:

z_1 kota terena [m.n.v],

z_2 kota terena [m.n.v] in

l dolžina [m].

$$I_o = \frac{298 - 296,4}{235} * 1000 = 6,8 \%$$

Glede na strugo, ekstremno zaraslo z vegetacijo, izberemo Manningov koeficient $n_g = 0,80$ (Steinman, F., 1999, str. 150).

Sledi izračun pretoka, ki znaša:

$$Q = 3,10 \text{ l/s}$$

Še enkrat je potrebno poudariti, da gre za približni izračun, ki da zgolj okvirno vrednost.

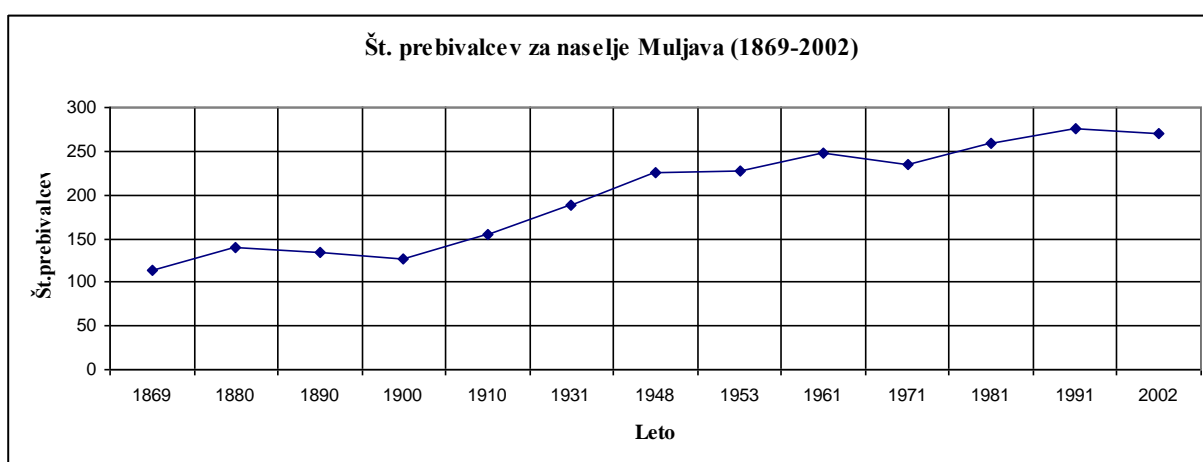


Slika 3: Potok Bržiček

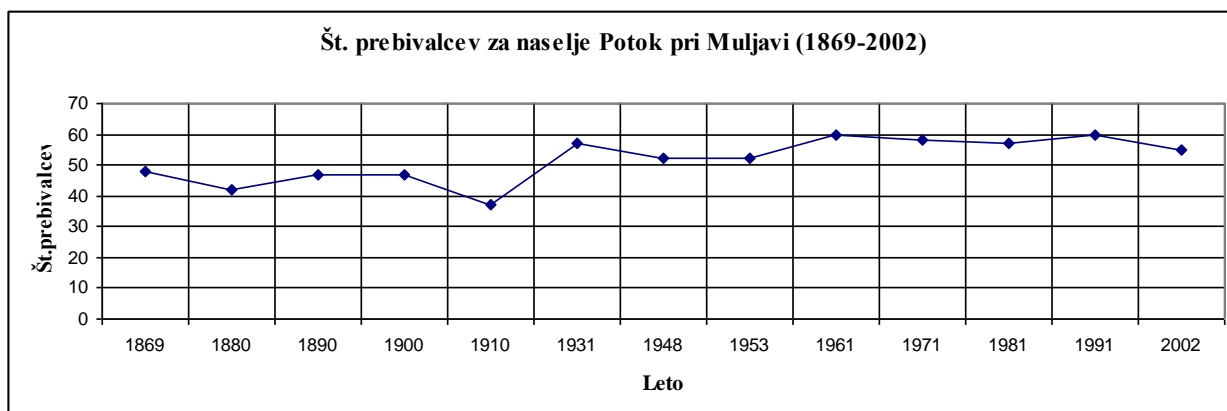
3.6 Prebivalstvo

Na podlagi podatkov o gibanju števila prebivalcev za naselji Muljava in Potok pri Muljavi, katere mi je posredoval Statistični urad RS, se lahko izračuna procent prirastka prebivalstva za različna obdobja. Za prirastek prebivalstva sem vzel povprečje procenta prirastkov od leta 1869 do 2002 in sicer ta znaša za naselji (priloga B1):

- Muljava 0,59 % in
- Potok pri Muljavi 0,01 %.



Grafikon 1: Rast števila prebivalcev v naselju Muljava med leti 1869 in 2002



Grafikon 2: Rast števila prebivalcev v naselju Potok pri Muljavi med leti 1869 in 2002

Ta podatek nam bo služil pri napovedi števila prebivalcev za potrebe pravilnega dimenzioniranja kanalizacijskega sistema in MČN. Podrobnejša analiza gibanja števila prebivalcev pokaže, da je število prebivalcev v naselju Muljava skozi desetletja vedno naraščalo, izjema sta leti 1971 in 2002, kjer se je število prebivalcev zmanjšalo glede na število iz predhodnega popisa. Največ prebivalcev je v omenjenem naselju živelo leta 1991, in sicer 276. V naselju Potok pri Muljavi pa je število prebivalcev padalo do leta 1910. V tem letu je bilo njihovo število najnižje v zgodovini kraja. V obdobju 21 let, do leta 1931 je število prebivalcev naraslo za 35 %. V nadaljnjih desetletjih je število izmenično naraščalo in padalo. Največ prebivalcev je v tem naselju živelo leta 1961 in leta 1991, ko je v naselju živelo 60 prebivalcev. Iz grafikonov 1 in 2 ter preglednic v prilogi B1 je razvidno, da je v obeh naseljih v letih od 1991 do 2002 negativen prirastek. Vendar se kljub temu dejstvu pričakovati, da bo število prebivalcev v prihodnosti naraščalo. To lahko utemeljimo z dejstvom, da se vedno več ljudi preseljuje iz večjih urbanih središč v obrobna manjša naselja.

3.7 Popis pomembnejših objektov v naseljih

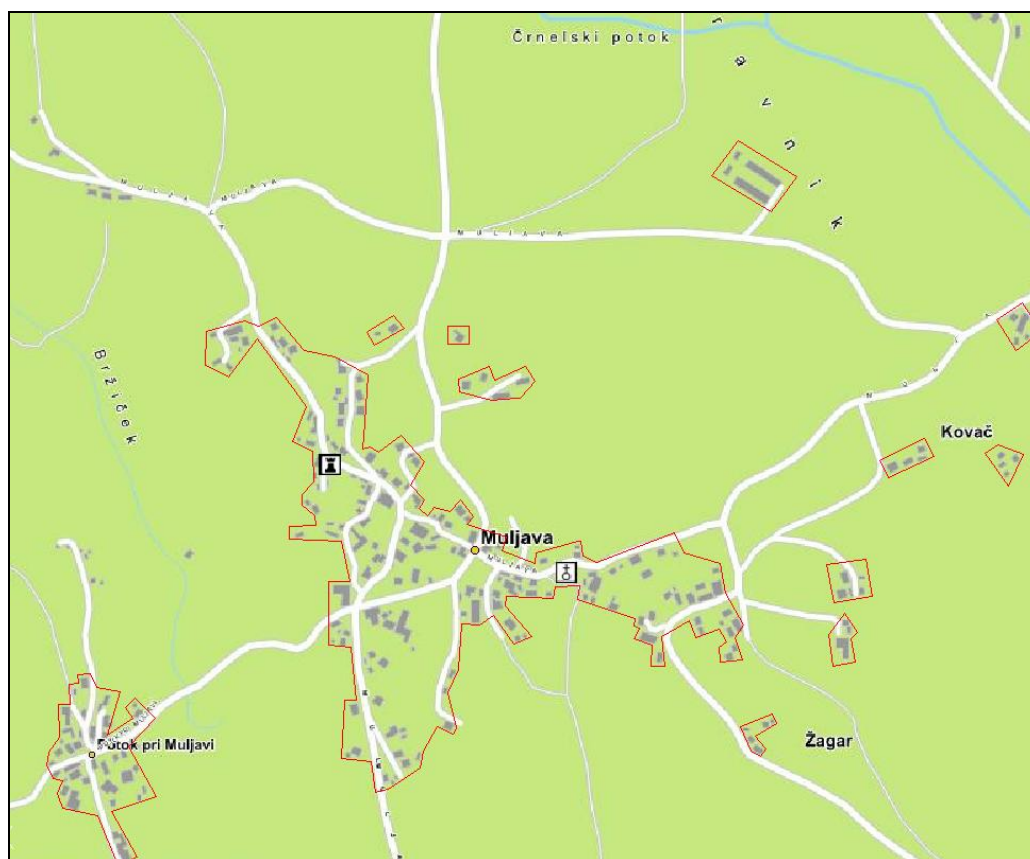
Poleg podatkov o gibanju števila prebivalstva so ključnega pomena za dimenzioniranje kanalizacijskega sistema in MČN tudi podatki o industriji, obrti in javnih ustanovah, katere se bodo priključile na kanalizacijski sistem in MČN. Tako se bo poleg individualnih stanovanjskih hiš na kanalizacijski sistem in MČN priključilo še podjetje Promis d.o.o., gostilna Obrščak in OŠ Muljava. Kolikšen delež obremenitve, prispeva vsak izmed omenjenih objektov je prikazano v nadaljevanju.

3.8 Urbanistične podloge

Pri dimenzioniranju kanalizacijskih sistemov in čistilnih naprav pa je potrebno upoštevati tudi morebitne novogradnje na obravnavanem območju. Zato je potrebno preučiti zazidalne načrte občine, v kateri se območje nahaja in upoštevati morebitno novogradnjo (npr. stanovanjsko sosesko, industrijo ...), saj drugače lahko ob realizaciji zazidalnega načrta projektirana komunalna infrastruktura ne bo zadostna. Pri morebitni novi stanovanjski soseski ali industrijskemu obratu je potrebno predvideno povečanje števila prebivalcev ali delež industrije upoštevati pri hidravličnem izračunu tako za odpadno kot padavinsko kanalizacijo.

Pri padavinski kanalizaciji je potrebno upoštevati tudi povečano količino cestnih površin, utrjenih površin (dvorišča, igrišča, parkirišča...), zelenih površin in strešin. Ravno tako imajo predvidene spremembe vpliv na dimenzioniranje komunalne čistilne naprave. Ob predvidenem porastu prebivalcev in ob predvidenem deležu industriji je le-te potrebno upoštevati kot nove PE in komunalno čistilno napravo preračunati na predvideno povečanje in zagotoviti ustrezno stopnjo čiščenja.

Pri pregledu zazidalnega načrta občine Ivančna Gorica je bilo ugotovljeno, da obravnavani naselji nista vključeni vanj. Iz tega lahko sklepamo, da se na omenjenem področju v prihodnosti ne načrtuje večjih gradenj, kot naprimer novih stanovanjskih sosesk in obrtno industrijskih con, ki bi dodatno povečevale število prebivalcev in s tem posledično normo porabe vode, večji padavinski odtok in pogojevale komunalno čistilno napravo večje velikosti.



Slika 4: Meje obravnavanega območja

3.9 Opis obstoječega stanja

Obe naselji še nimata dobro rešenega problema odvodnje odpadne in padavinske vode. Odpadne sanitarne vode se stekajo v individualne greznice. Padavinske vode s strešnih površin, utrjenih dvorišč kmetij in cest pa se po večini naravno zlivajo po terenu oziroma ponikajo. Naselji sta opremljeni z javnim vodovodom, zgrajenim iz polietilenskih cevi.

V letu 2002 je bil izdelan projekt za rekonstrukcijo regionalne ceste skozi naselje Muljava. V sklopu tega projekta je bil dimenzioniran tudi glavni padavinski kanal »S«, katerega funkcija je odvajanje padavinskih vod iz vozišča. V projektu je bil izdelal hidravlični izračun glavnega padavinskega kanal vključno z upoštevanjem nekaterih sekundarnih vej padavinske kanalizacije. Izračunane so bile dimenzije za glavni padavinski kanal med tem, ko se dimenzije sekundarnih vej niso določile. Ravno tako ni prišlo do izgradnje sekundarnih vej ampak se je zgradil samo glavni padavinski kanal »S«, kateri je po najkrajši poti speljan do požiralnika Španove rupe.



Slika 5: Izpust iz glavnega kanala »S«

Na tem mestu se je predvidela izdelava izpustne glave vendar do njene realizacije ni prišlo. Ker pa se za celotno naselje predvideva tako kanalizacija za odpadno kot padavinsko vodo je potrebno izvesti ponoven hidravlični izračun padavinske kanalizacije in v njem upoštevati vse sekundarne veje, katere gravitirajo proti obstoječemu padavinskemu kanalu. Osnovni namen

ponovnega izračuna je preverba ali je obstoječa kanalizacije za padavinsko vodo dimenzijsko zadostna.

Projektant se je pri hidravličnem izračunu predvsem zanašal na svoje izkušnje. Tako je za odtočne koeficiente odtoka predpostavil spodnje vrednosti:

- zelene površine $\varphi = 0,10$,
- redka zazidava in delno ločen sistem $\varphi = 0,25$,
- srednja zazidava $\varphi = 0,30 - 0,40$ in
- gosta zazidava $\varphi = 0,75$.

Iz projekta se ne da razbrati na kašen način so bili ti koeficienti določeni in če je bila pri njihovem določanju uporabljena metoda strešin. Zato se predvideva, da so bile zgornje vrednosti predpostavljene na podlagi izkušen projektanta. Kot merodajen naliv je bil v osnovnem projektu izbran naliv s pogostostjo $n = 1$, s časom trajanja $tr = 10$ minut in krivuljo gospodarsko enakovrednih nalivov za Ljubljano. Poleg tega pa je projektant pri dimenzioniranju padavinskega kanala »S« upošteval dotok tuje vode $Q_t = 0,15$ l/sha in sušni odtok $2Q_s = 0,45$ l/ha. Čudi predvsem upoštevanje sušnega odtoka. Ker iz projekta ni bilo moč razbrati iz kje izhaja podatek o sušnem odtoku se predpostavlja, da se je tudi v tem primeru projektant zanašal na svoje izkušnje.



Slika 6: Požiralnik Španove rupe, v katerega se izpušča obstoječa kanalizacij

4 ZASNOVA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

4.1 Opis idejnih zasnov

Za naselji smo predvideli ločen kanalizacijski sistem, kar pomeni, da se po ločenih kanalih odvajata odpadna in padavinska voda. Poleg hidravličnega preverjanja obstoječega »S« kanala bomo zasnovali tudi sekundarne dele kanalizacije za padavinsko vodo in kanalizacijo za odpadno vodo, ki se zaključi z malo čistilno napravo.

Na podlagi terenskega ogleda in geodetskih podatkov sem se odločil izdelati tri variantne rešitve za odvodnjo odpadnih vod. Vse variante so odvisne od predvidene lokacije MČN (glej poglavje 6.1).

4.1.1 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Potok pri Muljavi – varianta A

Predvideno kanalizacijo smo zasnovali tako, da v največji meri poteka po javnih površinah oziroma cestnem telesu. Kjer to ni mogoče, bo potekala po zasebnih zemljiščih. Trasa kanalizacijskega sistema za odpadno vodo se predvideva v osi ceste. Teren, po katerem je predvidena odvodnja odpadnih voda omogoča gravitacijski potek kanalizacije za odpadno vodo. V splošnem je kanalizacija zasnovana tako, da bo nanjo možno priklopiti odpadno vodo iz stanovanjskih zgradb na nivoju pritličja z normalnim gravitacijskim kanalom.

Odpadne vode iz objektov sedaj odtekajo v tri ali dvoprekatne pretočne greznice. Zaradi nemožnosti vpogleda v večino izmed njih je predpostavljena globina vtoka hišne kanalizacije v greznico na globini med 1,0 m in 1,5 m.

Odtok iz naselja se vrši preko enega zbirnega kanala, kateri se zaključi z MČN na levem bregu potoka Bržiček. Predvidi se skupna MČN za naselji Potok pri Muljavi in Muljava (glej prilogo A9).

Začetna globina kanalizacije za odpadno vodo bo takšna, da bo omogočala priključitev odtokov iz pritličja bližnjih objektov in gravitacijsko odvajanje. Zato se predvideva začetna globina za kanalizacijo za odpadno vodo 1,20 m. Kjer pa je obstoječi vodovod položen globlje od 1,20 m, se ustrezno poveča tudi globina kanalizacije. Za kanalizacijo za odpadno vodo se upošteva maksimalna polnitev do 70 % pri maksimalnem sušnem odtoku. Upoštevajo se padci kanalizacije, ki omogočajo samoizpiranje omrežja. Pri tem je potrebno upoštevati minimalne in maksimalne hitrosti v omrežju. Minimalne hitrosti znašajo $v_{\min} = 0,5-0,6$ m/s, izjemoma 0,4 m/s in $v_{\max} = 3,5$ m/s.

Predvideni so odcepi za hišne priključke zunaj cestnega telesa, vključno z revizijskimi jaški, da se izognemo ponovnemu posegu v vozišče prometnice. Hišni priključki se izvedejo direktno na javni kanal pod kotom 45° na os javnega kanala in v vertikalni smeri. Obstoječe greznice se izpraznijo ter v primeru, da lastnik to dovoli, porušijo. V kolikor želi lastnik greznico uporabljati za zadrževanje strešnih vod, namenjene za zalivanje zelenic in vrtov, se greznica predhodno izprazni in očisti. Takšen ukrep je dobrodošel, saj zmanjšuje potrebo po porabi vode.

Upoštevati bo potrebno, da bo kvaliteta odpadne vode, ki se jo izpusti v javno kanalizacijo ustrezala Uredbi o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 47/2005) in Pravilniku o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (Uradni list RS, št. 105/2002, 50/2004).

Zgoraj predvidena zasnova o poteku, začetni globini, dovoljeni hitrosti, procentu polnitve in odcepih za hišne priključke kanalizacijskega sistema za odpadno vodo se upošteva pri vseh variantnih rešitvah.

4.1.2 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Potok pri Muljavi – varianta B

Varianta B se glede zasnove kanalizacijskega sistema za odpadno vodo za potrebe naselja Potok pri Muljavi praktično v ničemer ne razlikuje od variante A. Razlika med variantama je le v tem, da se MČN predvidi na drugi lokaciji. Kot možni lokaciji se predvidita, lokacija ob požiralniku Španove rupe in lokacija ob desnem bregu potoka Višnjica. V ta namen je

potrebno v najnižji točki naselja zaradi konfiguracije terena in prevelike višinske razlike predvideti črpališče za odpadno vodo z tlačnim vodom dolžine 305 m. Namen črpališča je prečrpavati odpadno vodo iz Potoka pri Muljavi na kanalizacijski sistem za odpadno vodo v Muljavi (glej prilogo A10).

4.1.3 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Muljava – varianta A

Tudi za naselje Muljava velja, da je zasnova kanalizacijskega sistema odvisna od predvidene lokacije MČN. Pri varianti A se predvidi lokacijo MČN ob požiralniku Španove rupe.

Teren, po katerem se predvidi odvodnja odpadnih vod, se večinoma spušča proti vzhodnemu delu naselja, kjer se tudi predvidi MČN. Sama konfiguracija terena omogoča gravitacijski potek kanalizacije za odpadno vodo. Na območju je eno večje depresijsko območje in sicer na južnem delu naselja. Na tem mestu gravitacijska odvodnja ni mogoča, zato se predvidi javno črpališče, katerega namen je prečrpavati odpadno vodo iz desetih stanovanjskih objektov na glavni zbirni kanal. Iz finančnega vidika je vprašljiva smotrnost odvodnje odpadnih voda za dele naselja imenovane Dolski, Kovač in Na Preži ter odvodnje odpadnih voda iz podjetja Promis, katero se nahaja v nekdanji stavbi kmetijske zadruga Stična. V kolikor bi želeli urediti kanalizacijski sistem za omenjene dele naselja, bi bilo potrebno položiti dodatnih 1250 m` kanalizacije za odpadno vodo, kar je ekonomsko neupravičeno. Ker se na omenjenih delih naselja nahaja zgolj šest stanovanjskih hiš, se v tej varianti predvidi priklop na kanalizacijski sistem za odpadno vodo za del naselja imenovanega Dolski in podjetja Promis d.o.o.. (glej prilogo A3).

4.1.4 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Muljava – varianta B

Pri varianti B se predvidi popolnoma enak potek kanalizacijskega sistema za odpadno vodo, kot pri varianti A. Bistvena razlika je pri predvideni lokaciji za MČN. Pri tej variantni rešitvi se MČN predvidi ob desnem bregu potoka Višnjica.

Pred začetkom gradnje MČN naprave bi bilo potreb preučiti in preveriti poplavno območje potoka (glej poglavje 3.5). Ker na tem delu struge površinski tok Višnjice ogrožajo nastajajoči

požiralniški ugrezi, kateri so se sanirali tako, da so se zasipali z različnimi materialom, se poraja dvom o ustreznosti lokacije za postavitev MČN. Potrebno bi bilo izvesti geomehanske preiskave tal na tem območju. Če bi bila stabilnost tal zadovoljiva in sanacija ugrezov trajno rešena, bi se lahko MČN postavila na omenjeno območje. Če pa bi bilo ugotovljeno, da ta lokacija ni primerna za postavitev MČN, da je nevarnost ugrezov prevelika ter da so tla nestabilna, bi bilo potrebno poiskati novo lokacijo gorvodno ali dolvodno ob strugi potoka Višnjice.

Pri varianti B bi bilo potrebno dodatno položiti 840 m kanalizacijskih cevi za odpadno vodo. Pri tako zasnovanem kanalizacijskem sistemu se omogoči, da se vsi deli naselja, tudi deli naselja imenovani imenovane Dolski, Kovač in Na Preži, priklopijo na kanalizacijski sistem za odpadno vodo (glej prilogo A5).

Varianta B1: Možnost priključitve naselij Bojanji vrh in Veliko Kompolje na MČN

Poleg priklopa naselij Muljava in Potok pri Muljavi na MČN ta varianta omogoča tudi priklop naselij Bojanji vrh in Veliko Kompolje na MČN.

Naselji se nahajata ob levem delu struge potoka Višnjica in skupaj štejeta 91 prebivalcev in sicer Bojanji vrh 51 in Veliko Kompolje 40 prebivalcev. Zaradi morfologije terena naselij se predvidi gravitacijska zasnova kanalizacijskega sistema. Pri varianti B1 bi bilo potrebno povečati kapaciteto MČN za dodatnih 100 PE (glej prilogo A7).

4.1.5 Zasnova kanalizacije za odpadno vodo – Muljava – varianta C

Pri varianti C pa se predvidi MČN naprava ob levem delu struge potoka Bržiček. Tudi v tem primeru se predvideva gravitacijska zasnova večjega dela kanalizacijskega sistema za odpadno vodo. Poleg že omenjene depresije na južnem delu naselja Muljava je pri varianti C potrebno upoštevati še depresijo na vzhodnem delu naselja Muljava ob regionalni cesti Ivančna Gorica – Žužemberk pri cerkvi Sv. Marije. Na tem mestu se predvidi javno črpališče, katerega namen je prečrpavati odpadno vodo iz severozahodnega in vzhodnega dela naselja na glavni zbirni kanal. Potrebno bo zgraditi tlačni vod dolžine 200 m`. Tudi pri tej opcije se iz

ekonomskih razlogov ne predvideva kanalizacijski sistem za dele naselja Kovač, Na Preži in podjetje Promis (glej prilogo A8).

4.2 Kanalizacija za padavinske vode

Ravno tako kot pri kanalizaciji za odpadno vodo se predvideva trasa kanalizacije za padavinsko vodo v osi ceste. Zaradi ne najbolj natančnega hidravličnega izračuna v osnovnem projektu, se je izdelal ponoven hidravlični izračun za glavni kanal vključno z vsemi predvidenimi padavinskimi kanali. Pri ponovnem hidravličnem izračunu se je uporabila iteracijska metoda. Ker se bo izvedla primerjava med PVC in betonskimi kanalizacijskimi cevmi, je potrebno izvesti hidravlični izračun za oba primera. Pri hidravličnem izračunu s pomočjo iteracijske metode je potrebno upoštevati sledeče predpostavke:

- Račun se prične v časovno najbolj oddaljeni točki.
- Prvi poizkus se izvede za naliv z določeno pogostostjo in maksimalno intenziteto. V našem primeru je to naliv s pogostostjo $n = 1$, časom trajanje $t_r = 5$ min in krivuljo nalivov za Ljubljano.
- Če je po izračunu dejanski čas (ΣT), ki ga potrebuje padavinska voda, da se steče po najdaljši veji kanalizacije krajši kot je bil predpostavljen čas (t_r) oziroma kot je bil izbrani čas trajanja naliva, so te vrednosti končne. V primeru da je $\Sigma T < t_r$ se ugotovi zmanjšanje odtoka. V tem primeru je potrebno narediti popravke.

Ob upoštevanju teh predpostavk se je izvedel hidravlični izračun za celotno območje, z izbranim nalivom z $n = 1$ in $t_r = 5$ minut. Glede na to, da se projektirano območje uvršča med gospodarsko manj pomembno območje, je izbira pogostosti naliva $n = 1$ ustrezna. Izbral se je naliv večje intenzite z razlogom, da se preveri ali je obstoječa kanalizacija za padavinsko vodo sposobna odvajati padavinsko vodo za naliv večje intenzitete. Hidravlični izračun pokaže, tako za PVC kanalizacijske cevi, kot za betonske cevi, da je obstoječa kanalizacija za padavinsko vodo poddimenzionirana oziroma ni sposobna prevajati take količine odpadne padavinske vode (glej prilogo B3).

V danem primeru imamo navoljo tri variantne rešitve odvodnje padavinskih voda.

Prva možna rešitev je, da obstoječa padavinska kanalizacija ostane in se vzporedno z njo položi nov kanal, katerega funkcija bi bila, da ob maksimalnem nalivu odvaja višek padavinske vode, katero ne uspe odvajati obstoječi kanal.

Druga možnost je, da se obstoječa padavinska kanalizacija poruši in položi nova kanalizacija. Ta opcija pa v danem primeru ni najbolj racionalna, kajti obstoječe kanalizacijske cevi so stare nekaj let in iz tega lahko sklepamo da so v brežhibnem stanju.

V primeru, da bi se odločili za drugo varianto oziroma rušenje obstoječe padavinske kanalizacije, bi se stroški izgradnje povečali. To dejstvo govori v prid prve opcije, katere prednosti so predvsem:

- količina izkopanega materiala ostane približno ista,
- ni stroškov rušenja obstoječih cevi,
- uporabijo se obstoječe cevi in
- ni potrebno vgrajevati večjih profilov cevi, ki bi bili potrebni v primeru, če bi se obstoječa kanalizacija porušila. Po izračunih bi se profil cevi po celotni obstoječi trasi povečal minimalno za eno dimenzijo cevi. Hidravlični izračun pokaže, da bi se cevi morale povečati npr. iz Φ 400 mm na Φ 500 mm. Največje odstopanje od obstoječega profila pa se pojavi tik pred izpustom v požiralnik, kjer bi se moral profil z obstoječih 600 mm povečati na 800 mm.

Slabosti prve opcije pa so:

- potrebni so novi revizijski jaški večjih dimenzij,
- dimenzija obstoječih revizijskih jaškov se bo povečala z obstoječih 1000 mm na predvidenih 1200 oziroma 1500 mm,
- tovrstni jaški so narejeni po meri in zato veliko dražji,
- za ponovni priklop obstoječih cevi na nove revizijske jaške je treba nabaviti in zmontirati drsne spojke,
- potrebna bi bila rušitev in ponovna vgradnja požiralniških zvez in vpadnih jaškov.

Za izvedbo prve opcije bi največji strošek in problem predstavljala odstranitev obstoječih in montaža novih revizijskih jaškov. Ta rešitev je iz tehničnega in finančnega pogleda zelo zahtevna, vendar ima to prednost, da obstoječa kanalizacija ostane in je ni potrebno porušiti.

Je pa tudi res, da bi bila v primeru izgradnje dodatnega padavinskega kanala ena cev večino časa prazna, torej neuporabljena.

Pri tretji opciji pa se, kot merodajen naliv predpostavi naliv s pogostostjo $n = 1$ in računskim trajanjem $t_r = 10$ minut, oziroma se prevzame naliv enakega trajanja in intenzitete, kot se je uporabil pri dimenzioniranju obstoječe kanalizacije za padavinsko vodo. Ponoven hidravlični izračun pokaže, da je pri tako izbranem nalivu obstoječa kanalizacija dimenzijsko zadostna in je sposobna odvajati celotno padavinsko vodo za naselje Muljava. Potrebno pa se je zavedati, do bo pri nalivu večje intenzitete celoten kanalizacijski sistem padavinske vode pod tlakom, kar pri ločenem KS ne ogroža objektov ampak se voda razlije po cestiščih. Tako se je za rešitev odvodnje padavinske vode za naselje Muljava upoštevala in izbrala tretja opcija, katera je tudi iz tehničnega in stroškovnega vidika najenostavnejša in najcenejša.

Kot kanalizacija za odpadno vodo bo tudi kanalizacija za padavinsko vodo sledila naravnemu padcu terena in se bo odvajala gravitacijsko. Glavni odvodni kanal za padavinsko vodo »S« je za naselje Muljava speljan do bližnjega požiralnika. Pred izpustom se predvideva izgradnje deževnega zadrževalnega bazena. Potrebno je tudi izdelati izpustno glavo in jo obložiti s kamnito zložbo. Pri izpustni glavi je potrebno požiralnik ustrezno poglobiti, da se prepreči spodjedanje materiala. Potrebna je izvedba čiščenja požiralnika ter postavitve ograje in opozorilne table, katerih funkcija je preprečitev dostopa nepooblaščenim osebam oziroma preprečitev odlaganja odpadnega materiala v požiralnik in ga izkoriščati kot odlagališče.

Za naselje Potok pri Muljavi se ravno tako uporablja gravitacija za odvod padavinske vode. Predvideva se izpust padavinske vode v bližnji potok Bržiček. Pred izpustom se postavi deževni zadrževalni bazen, da zadrži določeno količino padavinske vode pred izpustom v potok.

Ker imata obe naselji precej razgiban teren in dokaj velike višinske razlike, se povsod tam, kjer kanalizacija ne more slediti naravnim padcem terena, predvidijo kaskadni jaški.

Padavinska kanalizacija je projektirana tako, da bo omogočala priklop padavinske vode s cest in utrjenih površin. Odvodnja padavinske vode s cestišč zahteva izgradnjo asfaltne koritnice, katere naloga je zbiranje padavinske vode s cestišča. V primeru, da se predvideva pločnik se

prav tako kot pri asfaltni koritnici vgradijo cestni požiralniki na razdalji od 20 do 40 m in se preko požiralniške zveze in s pomočjo vpadnega jaška priklapljujejo na padavinsko kanalizacijo. Glede na funkcijo obstajata dve vrsti požiralnikov, in sicer požiralnik z mrežo in požiralnik pod pločnikom. Požiralniki so lahko s peskolovom ali brez njega in so v večini primerov zgrajeni iz betonskih cevi minimalnega premera 45 cm. Zadnje čase pa se uvajajo tudi požiralniki iz umetnih mas, katerih vgradnja je preprostejša.

Na obravnavanem območju se za stranske ulice predvidi asfaltna koritnica, kar pomeni da se bodo na tem delu območja postavili požiralniki s peskolovom in mrežo. Pri rekonstrukciji glavne ceste skozi naselje Muljava je bil zaradi slabše preglednosti in večjega števila vozil izdelan pločnik vključno s požiralniki s peskolovom in dotokom pod pločnikom.

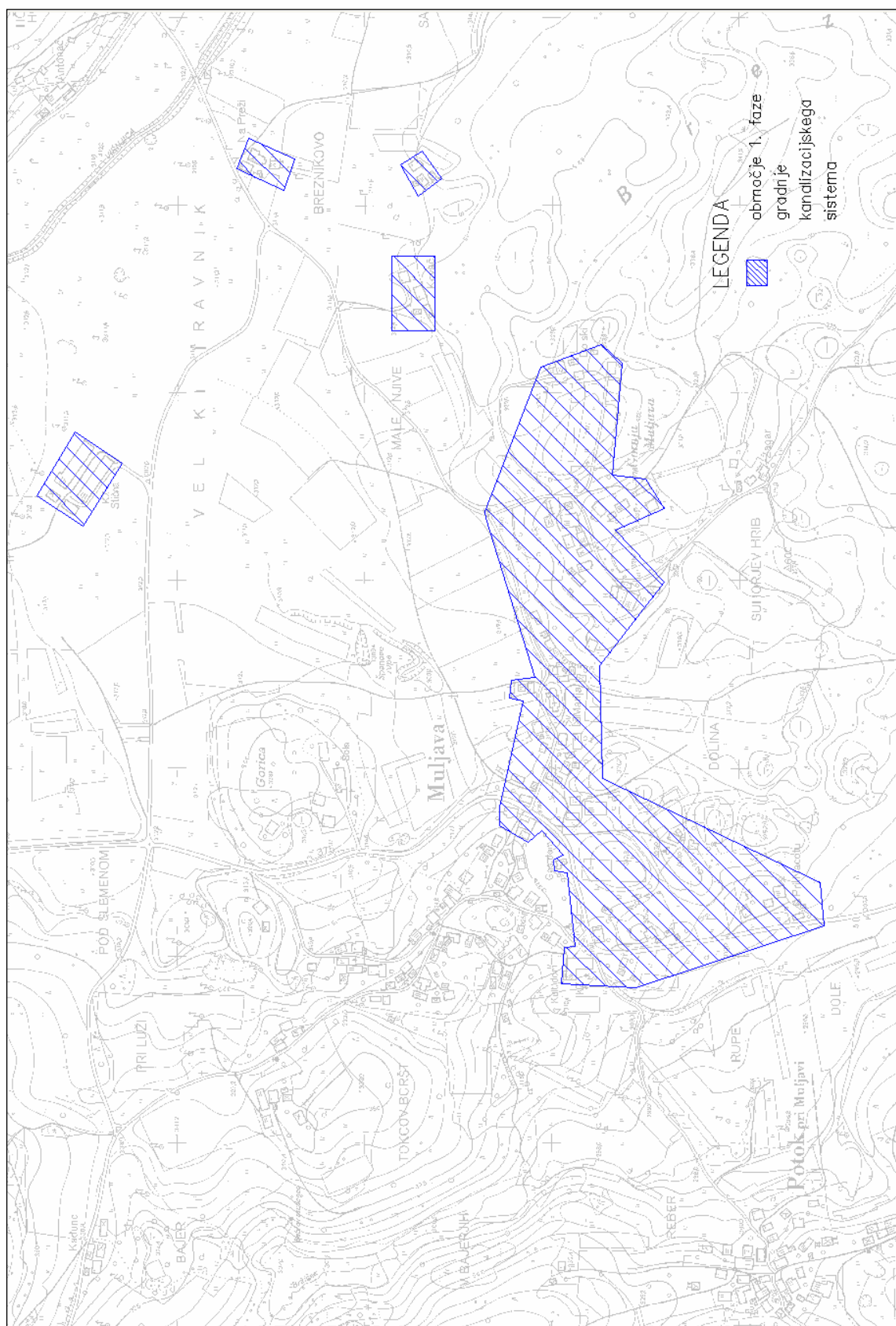
Na padavinsko kanalizacijo bo dovoljeno priključiti le tiste vode, ki ne presegajo dopustnih parametrov za izpust neposredno v vode v skladu z določili Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaženja (Uradni list RS št. 35/96).

Za vse omenjene variante se je izdelal aproksimativni predračun, s pomočjo katerega se finančno ovrednoti posamezna varianta (glej poglavje 6.4 in prilogo C). Pričakuje se, da bo okvirna vrednost posamezne variante presegala 1.000.000,00 EUR, zato se predvidi gradnja kanalizacijskega sistema in MČN najmanj v dveh fazah.

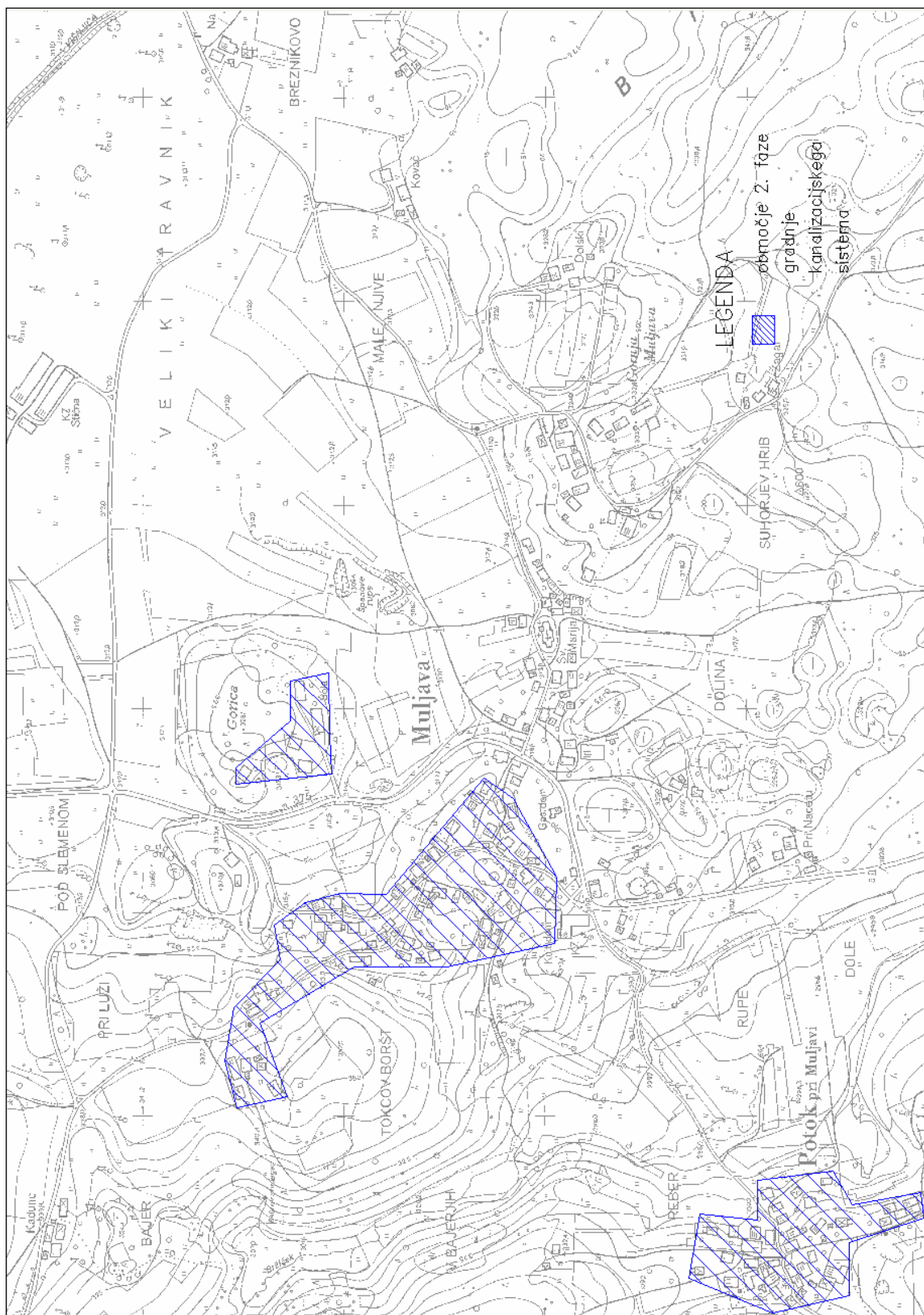
V prvi fazi se predvideva izgradnja kanalizacijskega sistema za del naselja Muljava. In sicer se predvidi izgradnja kanalizacije za odpadno vodo po regionalni cesti Ivančna Gorica-Žužemberk in izgradnja ločenega kanalizacijskega sistema za del naselja Muljava, vzhodno od regionalne ceste Ivančna Gorica – Žužemberk. Tako se v prvi fazi predvidi kanalizacijski sistem za ca. 50 gospodinjstev. Po podatkih SURS-a je povprečna velikost gospodinjstev za Muljavo enaka 3,2. To pomeni, da se bo odvodnja priskrbela za 150 prebivalcev obravnavanega območja. MČN naprava se ne glede na lokacijo, predvidi za potrebe 200 PE z možnostjo nadgradnje za še dodatnih 200 PE. Ker se predvidi tipska čistilna naprave, širitev naprave v prihodnosti ne bi smela povzročati težav.

V drugi fazi pa se predvidi izgradnja ločenega kanalizacijskega sistema za naselje Potok pri Muljavi in za zahodni del naselja Muljava. Na ta način se uredi odvodnja padavinske in odpadne vode še za preostalih 175 prebivalcev. Poleg dokončne ureditve kanalizacijskega sistema se predvidi dogradnja čistilna naprava v velikosti 200 PE.

Na ta način se celotna ureditev odvodnje in čiščenja odpadnih in padavinskih voda odloži za nekaj let, hkrati pa se stroški investicije razpolovijo po posameznih fazah.



Slika 7: Območje prve faze gradnje



Slika 8: Območje druge faze gradnje

5 HIDRAVLIČNO DIMENZIONIRANJE KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

5.1 Uvod

Kanalizacijska mreža mora biti projektirana in zgrajena tako, da zagotavlja optimalen odvod odpadne ali padavinske vode ob minimalnih stroških izgradnje, vzdrževanja in obratovanja. V spodnjih podpoglavjih so prikazani postopki in izračuni za dimenzioniranje kanalizacijskega sistema vključno z vsemi spremljajočimi objekti.

5.2 Kanalizacija za odpadno vodo

Za dimenzioniranje kanalizacije za odpadno vodo je eden bistvenih podatkov norma porabe vode na prebivalca na dan. V mnogih primerih se zgodi, da je do tega podatka izredno težko priti in se zaradi tega predpostavi, da norma porabe znaša 250 l/(P.dan). Ta količina je v večini primerov zadostna, kar pomeni da smo na varni strani. Za bolj točen izračun je potrebno pridobiti podatke o količini prodane vode za projektirano območje. Poleg norme porabe na prebivalca na dan je ključen tudi podatek o številu prebivalcev na projektiranem območju. Pri dimenzioniranju kanalizacije za odpadno vodo moramo upoštevati tudi delež industrije in javnih ustanov, kot so na primer šole in bolnišnice, ter delež drugih storitvenih dejavnosti.

Muljava in Potok pri Muljavi

V obeh naseljih skupaj živi 325 prebivalcev, in sicer na Muljavi 270 prebivalcev in v Potoku pri Muljavi 55. Normo porabe vode na prebivalca na dan sem dobil iz podatkov, ki mi jih je posredovalo JKP Grosuplje d. o. o., in sicer podatke od leta 2000 do leta 2006. Na podlagi letne prodane vode za posamezno naselje sem najprej izračunal skupno količino prodane vode, nakar je sledil izračun povprečne prodane vode na leto in dan. Iz tega podatka se je izračunala norma porabe na prebivalca na dan. Sam vrstni red izračuna norme porabe je prikazan v nadaljevanju.

Preglednica 2: Skupna količina prodane vode za obe naselji v letih 2000-2006

Leto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Prodana voda m ³ /leto	14.153,00	13.193,00	14.201,00	15.641,00	14.573,27	14.327,00	14.066,00

$$\text{Skupaj prodane vode (2000-2006)} = 100.154,27 \text{ m}^3$$

$$\text{Povprečno prodane vode (m}^3/\text{leto)} = 14.307,75 \text{ m}^3/\text{leto}$$

$$\text{Povprečno prodane vode (m}^3/\text{dan)} = 39,20 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Ob upoštevanju števila prebivalcev na projektiranem območju lahko izračunamo normo porabe vode.

$$ng = \frac{39,20 \text{ m}^3 / \text{dan}}{325P} = 0,120 \text{ m}^3 / (P \cdot \text{dan}) = 120 \text{ l} / (P \cdot \text{dan}) \quad (5.1)$$

Oznake v zgornji enačbi:

ng norma porabe vode $l / (P \cdot \text{dan})$.

Upoštevati je potrebno tudi industrijo in druge ustanove. Na projektiranem območju ni večje industrije. Edino podjetje je Promis d. o. o., katerega osnovna dejavnost je proizvodnja stikal. Podjetje zaposluje 17 ljudi in ima povprečno letno porabo vode po podatkih JKP Grosuplje d.o.o. 331,50 m³/leto, kar pomeni da vsak zaposlen v povprečju porabi 53 l/dan. Poleg podjetja Promis sta večja porabnika vode še gostilna Obrščak in osnovna šola Muljava. Količina porabljene vode omenjenih porabnikov je že upoštevana v skupni količini prodane vode in je prikazana v preglednici 2.

Pri dimenzioniranju kanalizacijskega sistema moramo upoštevati amortizacijsko dobo slednjega. In sicer ta znaša 50 let. Na podlagi amortizacijske dobe in prirastka prebivalstva lahko izračunamo, kolikšno bo število prebivalcev na obravnavanem območju po izteku amortizacijske dobe s pomočjo enačbe (Kolar, J., 1983, str. 37):

$$\check{S} = \check{s} \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad (5.2)$$

Oznake v zgornji enačbi:

\check{S} število prebivalcev po letu n ,

\check{s} sedanje število prebivalcev in

p letni porast števila prebivalcev (glej poglavje 3.6).

Za naselje Muljava se po izteku amortizacijske dobe pričakuje 362 prebivalcev,

$$\check{S} = 270 \left(1 + \frac{0,59}{100}\right)^{50} = 362 PE$$

za naselje Potok pri Muljavi pa se po izteku amortizacijske dobe praktično ne predvideva porast števila prebivalcev.

$$\check{S} = 55 \left(1 + \frac{0,01}{100}\right)^{50} = 55,14 \approx 55 PE$$

Po izteku amortizacijske dobe se torej v obeh naseljih pričakuje 417 prebivalcev.

Za ločen kanalizacijski sistem povzamemo, da je maksimalni urni odtok enak desetini dnevnega odtoka.

$$Q_{\max, h} = \frac{Q_d}{10} \quad (5.3)$$

Oznake v zgornji enačbi:

$Q_{\max, h}$ maksimalni urni odtok $[l/h]$ in

Q_d dnevni odtok $[l/dan]$.

Poleg odpadne vode je treba upoštevati še tujo vodo, ki odteka v kanalizacijski sistem za sušni odtok, bodisi kot padavinska voda bodisi kot drenažna voda ali voda iz potokov. (Kolar, J., 1983, str. 34):

Delež tuje vode se izračuna s pomočjo spodnje tabele in podatka o pričakovani gostoti naselitve na projektiranem območju, katera bo po izteku amortizacijske dobe znaša 16,43 P/ha. S pomočjo interpolacijskega računa določimo delež tuje vode, ki za projektirano območje znaša 0,086 l/(sha).

Preglednica: Dotok tuje vode v odvisnosti od gostote naselitve (Kolar, J., 1983, str. 36)

Gostota prebivalcev na ha [P / ha]	Odtočni koeficient φ [%]	Pričakovani dotok tuje vode [l / (s * ha)]	Pričakovani sušni dotok [l / (s * ha)]	Skupni dotok [l / (s * ha)]
50	15	0,25	0,22	0,47
100	27	0,40	0,44	0,84
200	50	0,75	0,87	1,62
300	68	1,00	1,31	2,31
400	80	1,20	1,75	2,95
500	87	1,30	2,19	3,49
600	90	1,35	2,62	3,97

Ko imamo na razpolago vse zgoraj omenjene podatke lahko izračunamo maksimalni pretok za dimenzioniranje odpadne kanalizacije in sicer:

$$Q_{\max} = Q_{\max, h} + Q_{\text{inf}} \quad (5.4)$$

Oznake v zgornji enačbi:

Q_{\max} maksimalni pretok za dimenzioniranje odpadne kanalizacije [l / s],

$Q_{\max, h}$ max. urni odtok [l / s] in

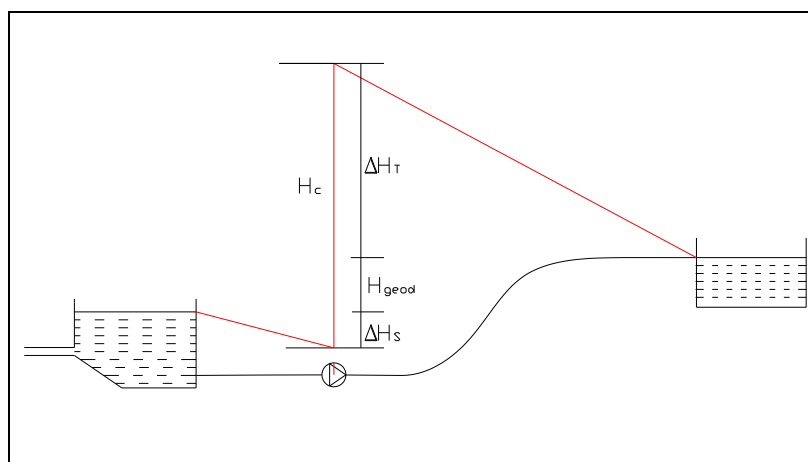
Q_{inf} dotok tuje vode [l / s].

Hidravlični izračun kanalizacije za odpadno vodo je prikazan v prilogi B2. Hidravlični račun se je izvedel za glavni kanal v naselju Muljava in naselju Potok pri Muljavi ter za sekundarno vejo na južnem delu naselja Muljava. Za vse sekundarne veje se hidravličnega izračuna ni naredilo že zaradi zahtev JKP Grosuplje d. o. o., da morajo biti sekundarne veje odpadne kanalizacije minimalno 200 mm, hišni priključki pa dimenzije 160 mm, kar zadostuje za naš primer.

5.2.1 Črpališče za odpadno vodo

Črpališča gradimo povsod tam, kjer vode ni mogoče odvajati gravitacijsko in jo je potrebno prečrpavati za dvig vode na višji nivo.

Na projektiranem območju se predvideva izgradnja treh črpališč za odpadno vodo, vključno z izgradnjo tlačnega voda. Za padavinsko vodo pa se ne predvideva izgradnje črpališča.



Slika 9: Shematski prikaz črpališča

Pri dimenzioniranju črpališča moramo v prvi fazi določiti pretok, na katerega se bo črpališče dimenzioniralo. Ko določimo pretok sledi določitev prostornine nabire vode. Prostornina nabire vode predstavlja prostornino med nivojem vklopa in izklopa črpalke v črpališču. Prostornino nabire oziroma velikost črpalne komore v večini primerov določi komunalno podjetje na obravnavanem območju, če pa se predvideva tovarniško izdelano črpališče, prostornino določi proizvajalec sam. Kljub temu se prostornina nabire lahko izračuna po naslednji enačbi:

$$V_k = \frac{Q_{\max}}{2i} \quad (5.5)$$

Oznake v zgornji enačbi:

V_k prostornina nabire oziroma velikost črpalne komore [m^3],

Q_{\max} maksimalni pretok [m^3 / h] in

i število vklopov črpalke na uro.

Velikost črpalne komore mora zagotavljati, da število vklopov črpalke na uro ni večje od 10. S tem se prepreči pregrevanje črpalke. Da se prepreči pregrevanje črpalke, je pomemben tudi čas delovanja posamezne črpalke. Čas delovanja ene črpalke se določi s pomočjo sledeče enačbe:

$$T = 60 - \frac{V_k * i * 60}{Q_{\max}} \quad (5.6)$$

Oznake v zgornji enačbi:

T čas, potreben, da ena črpalka izprazni črpalno komoro [min/ h],

V_k prostornina nabire oziroma velikost črpalne komore [m^3],

Q_{\max} maksimalni pretok [m^3 / h] in

i število vklopov črpalke na uro.

Po izračunu časa praznjenja bazena sledi izračun moči črpalke. Za izračun moči črpalke je potrebno določiti dimenzijo tlačnega voda. S tem, ko se določi premer tlačnega cevovoda, lahko izračunamo hitrost vode po cevovodu, ki se mora gibati med 0,7 m/s-2,0 m/s. Pri izračunu hitrosti vode po tlačnem vodu je potrebno upoštevati notranji premer tlačnega cevovoda.

Hitrost tekočine v cevovodu okroglega prečnega prereza dobimo iz sledeče enačbe (Kolar, J., 1983, str. 81). Za pretok črpalke vzamemo maksimalni dotok odpadne vode.

$$v = \frac{Q_i}{S_i} = \frac{4 * Q_i}{\pi * d^2} \quad (5.7)$$

Oznake v zgornji enačbi:

Q_i pretok v cevovodu [m^3 / s] in

S_i prečni prerez cevovoda [m^2].

Vzamemo viskoznost vode pri temperaturi 15°C, ki znaša $1,14 * 10^{-6} m^2 / s$. S pomočjo hitrosti in viskoznosti lahko izračunamo Reynoldsovo število po spodnji enačbi (Steinman, F., 1999, str. 42):

$$Re = \frac{v * d}{\nu} \quad (5.8)$$

Oznake v zgornji enačbi:

ν viskoznost tekočine [m^2 / s].

Glede na izbrani tlačni vod določimo absolutno hrapavost ϵ . Iz razmerja med absolutno hrapavostjo in premera cev ϵ/d in izračunanega Reynoldsovega števila, ter s pomočjo Moodyjevga diagrama dobimo koeficient trenja λ . Sedaj lahko določimo linijske izgube po Darcy-Weissbachovi enačbi (Steinman, F., 1999, str. 61):

$$\Delta H_{lin} = \lambda * \frac{L_i}{d_i} * \frac{v_i^2}{2 * g} \quad (5.9)$$

Oznake v zgornji enačbi:

λ koeficient trenja [—],

L_i dolžina cevovoda i [m],

d_i premer cevovoda i [m] in

v_i hitrost tekočine v cevovodu i [m/s].

Preden se lotimo izračuna linijskih izgub, moramo poznati še dolžino projektiranega tlačnega voda. Glede na predvideno dolžino tlačnega voda in ob upoštevanjem predpostavke $l/d \geq 500$ (Steinman, F., 1999, str. 61) se določi ali cevovod uvrščamo med kratke oziroma dolge cevovode.

Sledi končni izračun višine črpanja, ki je vsota geodetske višine, linijskih in lokalnih izgub.

Uporabimo enačbo (Kolar, J., 1983, str. 213):

$$h_c = h_{geod} + \sum \Delta H_{lin} + \sum \Delta H_{lok} \quad (5.10)$$

Sledi še izračun moči črpalke (Steinman, F., 1999, str. 69):

$$P_c = \frac{\rho * g * Q_{max} * h_c}{\eta} \quad (5.11)$$

Oznake v zgornji enačbi:

- P_c nazivna moč črpalke $[W]$,
 ρ gostota tekočine, ki znaša $1,0 [g/l]$,
 g Gravitacijski pospešek $9,81 [m/s^2]$,
 Q_{max} največji pretok črpalke $[l/s]$,
 h_c višina črpanja $[m]$ in
 η izkoristek črpalke $[-]$.

DIMENZIONIRANJE ČRPALIŠČA ZA NASELJE MULJAVA – ČRP 1 – VARIANTE A, B, B1 IN C

V naselju Muljava je problematičen južni del naselja, kjer kanalizacije za odpadno vodo zaradi narave terene ne moramo speljati gravitacijsko. Zato se na tem območju predvidi črpališče, katerega naloga bo prečrpati odpadno vodo iz desetih hiš do glavnega odvodnega kanala. Ne glede na možne lokacije za postavitev MČN je potrebno to črpališče predvideti.

Narejena je bila primerjava med klasičnim hidravličnim izračunom črpališča in izračunom proizvajalca črpalk Grundfos.

Določitev kapacitete črpalk

Za pretok črpalke vzamemo maksimalni odtok odpadne vode na tem območju, ki znaša $Q_{max} = 0,35 [l/s]$. Ker se v projektantski praksi maksimalni pretok poveča za dva- do trikrat, se za pretok črpalke prevzame $Q_{max} = 0,70 [l/s]$. Ko določimo pretok, za katerega se bo črpališče dimenzioniralo, sledi določitev prostornine nabire vode. Predpostavimo, da se bo črpalka vklopila 8-krat na uro. Ob upoštevanju maksimalnega pretoka in števila vklopov črpalke lahko izračunamo velikost črpalne komore.

$$V_k = \frac{2,52 m^3 / h}{2 * 8} = 0,16 m^3$$

V spodnjo enačbo vstavimo $V_k = 0,16 \text{ m}^3$, $i = 8$ in $Q_{\max} = 2,52 \text{ m}^3/\text{h}$ in dobimo čas praznjenja črpalne komore oziroma čas, ki ga potrebuje črpalna, da izprazni črpalno komoro.

$$T = 60 - \frac{0,16 * 8 * 60}{2,52} = 30 \text{ min/ h}$$

To pomeni, da bo ena črpalna delovala 30 minut v eni uri oziroma bo ob predpostavljenih osmih vklopih na uro izpraznila črpalno komoro v 4 minutah ob maksimalnem dotoku. Treba je še izračunati čas, potreben, da se bo črpalna komora napolnila. Ta čas znaša 3 minute in 42 sekund. Celotni cikel trajanja polnitve-izpraznitve ob največjem možnem dotoku je 7 minut in 42 sekund. Ob upoštevanju, da sta v črpalnišči dve črpalni, katerih prioriteta delovanja se medsebojno menja s sekvenčnim regulatorjem, pride do največ osem vklopov črpalke na uro ob upoštevanju največjega dotoka.

Izberemo 10 barski polietilenski (PEHD) tlačni vod premera 40 mm. Po podatkih proizvajalca cevi Minerva Žalec d.o.o. notranji premer to vrstne cevi znaša 32,6 mm. Hitrost vode v cevovodu pri delovanju črpalke s polno močjo v tem primeru znaša:

$$v = \frac{4 * Q_{\max}}{\pi * d^2} = \frac{4 * 0,70 \text{ l/s}}{\pi * 0,0326^2} * \frac{1}{1000 \text{ l/m}^3} = 0,84 \text{ m/s.}$$

Sledi izračun Reynoldsovega števila zanaša, katero znaša:

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{0,84 \text{ m/s} * 0,0326}{1,14 * 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 24021,05$$

Ker so za tlačni vod izbrane polietilenske cevi, je treba zanje določiti absolutno hrapavost ϵ . Po zagotovilih proizvajalca cevi Minerva Žalec d. o. o. je absolutna hrapavost PEHD cevi 0,25 mm. Iz razmerja $\epsilon/d = 0,0076$ in Reynoldsovega števila $Re = 24021,05$ ter s pomočjo Moodyjevega diagrama dobimo koeficient trenja λ , ki znaša 0,033.

Preden se lotimo izračuna linijskih izgub, moramo poznati še dolžino projektiranega tlačnega voda. V tem primeru znaša dolžina tlačnega voda 220 m. Z upoštevanjem predpostavke

$l/d \geq 500$ ugotovimo, da se projektirani cevovod uvršča med hidravlično dolge cevovode, kjer vsota linijskih izgub daleč presega skupne lokalne izgube. V tem primeru lahko lokalne izgube zanemarimo.

Ob upoštevanju vseh podatkov dobimo linijske izgube:

$$\Delta H_{lin} = 0,033 * \frac{220m}{0,0326m} * \frac{0,84^2 m^2 / s^2}{2 * 9,81m / s^2} = 8,01m$$

Sledi končni izračun višine črpanja. Vendar je prej potrebno določiti geodetsko višino, katero odčitamo na podlagi višinskih kot terena. V našem primeru znaša geodetska višina 11 m in je razlika med kotama terena 319 m.n.v. in 308 m.n.v. Uporabimo enačbo (Kolar, J., 1983, str. 213):

$$h_c = h_{geod} + \Sigma \Delta H_{lin} + \Sigma \Delta H_{lok} = 11m + 8,01m = 19,01m \cong 19,0m$$

Sledi še izračun moči črpalke:

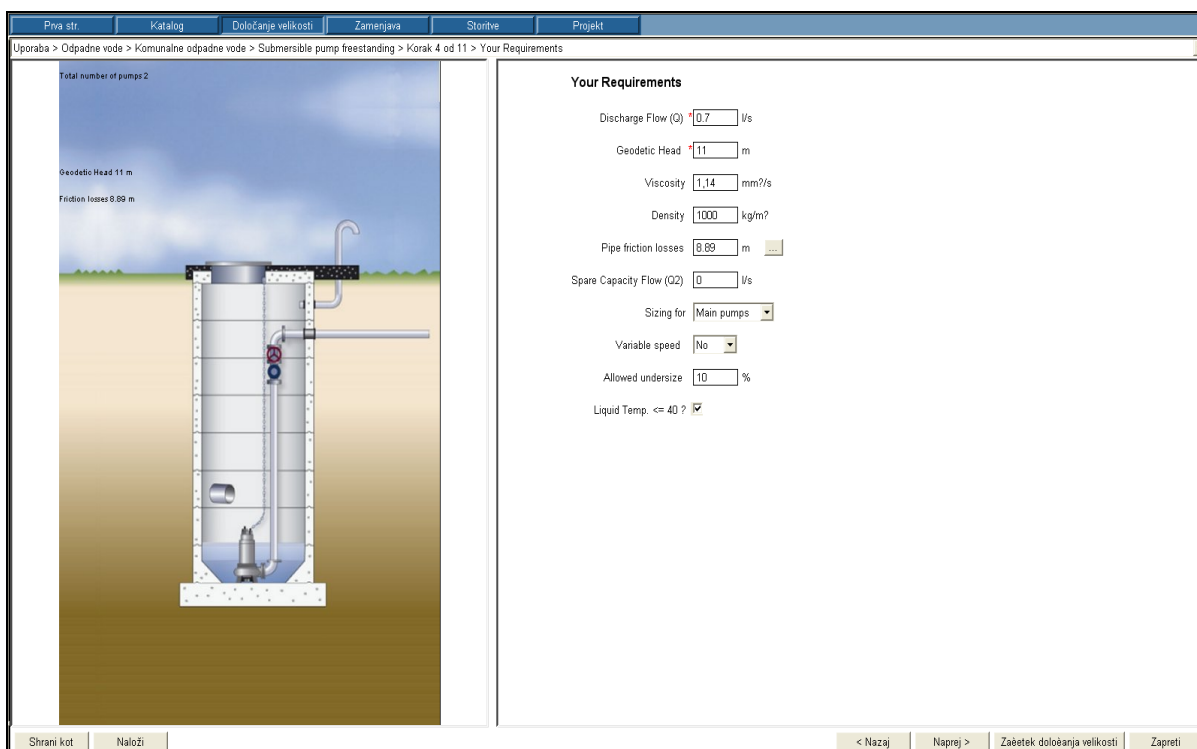
$$P_c = \frac{1000kg / m^3 * 9,81m / s^2 * 0,0007m^3 / s * 19,00m}{0,70} = 1864 \text{ W} = 1,86 \text{ kW}$$

Za nemoteno delovanje črpališča sem izbral dve črpalki, ki delujeta izmenično in ločeno. To pomeni, da pri praznjenju deluje ena črpalka, pri naslednjem praznjenju pa druga itd. Tista, ki pri praznjenju ne deluje, se vklopi le v primeru okvare prve. Potrebni sta torej dve centrifugalni potopni črpalki z izkoristkom 70 %, maksimalnim pretokom 0,70 l/s, tlačno višino 19,00 m in močjo motorja 1,86 kW.

Izračun in izbira črpalke s pomočjo programa proizvajalca črpalk Grundfos

Grundfos je eno v nizu številnih podjetij in se ukvarja s proizvodnjo vseh vrst črpalk in tipskih črpališč, med njimi tudi s črpalkami za odpadno vodo. V nadaljevanju so prikazani rezultati Grundfosovega programa za dimenzioniranje črpališč za odpadno vodo vključno z izbiro črpalk, ki jih predvidi sam program. Zasnovan je na način, da si lahko sami izberemo tip

črpališča, ki ga nudi proizvajalec. Ko se odločimo za enega od tipov črpališča, sledi vnos osnovnih podatkov.



Slika 10: Prikaz osnovnih podatkov za ČRP 1

Osnovni podatki ostajajo enaki kot pri klasični metodi. Drugačen je le izračun hidravličnih izgub, ki jih izračuna program. Potrebno je vnesti dolžino tlačnega voda, izbrati vrsto in dimenzijo cevi, nato program sam izračuna hitrost in hidravlične izgube. V primeru, da nismo izbrali ustrezne dimenzije tlačnega voda in je posledica tega prenizka oziroma previsoka hitrost, nas na to program opozori. Program ima že vgrajen mehanizem, da ne dovoli hitrosti, manjših od 0,7 m/s in večjih od 2 m/s.

Pipe friction losses outside pit										
Pipe	Pipe length	Pipe material	Pipe size	Roughness	Velocity	Zeta			Friction losses	
1	220 m	PEM/PEH PN10	DN 40 (32.6 mm)	0.25 mm	0.84 m/s				8.89 m	
2	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm					0 m	
3	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm					0 m	
4	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm					0 m	
5	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm					0 m	
6	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm					0 m	
7	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm					0 m	

Number of pumps in operation	2
Discharge Flow (Q)	0.7 l/s
Recommended diameter (v > 0.7 m/s)	35.7 mm
Total friction losses	8.89 m

Slika 11: Izračun linijskih izgub

Po izračunu s pomočjo programa znaša hitrost 0,84 m/s linijske izgube pa 8,89 m. Vidimo, da se hitrost in linijske izgube skoraj v celoti ujemajo s hitrostjo in linijskimi izgubami izračunanimi s klasičnim hidravličnim izračunom.

Ko vnesemo vse potrebne podatke nam program glede na proizvode podjetja prikaže primerne črpalke za naš primer. Tako nam program izbere črpalke z naslednjimi karakteristikami:

- moči črpalk: 1,2 kW, 1,5kW in 3 kW,
- dejanski pretoki črpalk: 0,7 l/s, 0,732 l/s in 0,852 l/s in
- dejanske višine črpanja, ki jih zmorejo črpalke: 19,8 m, 20,7 m in 24,2 m.

St. proizvoda	Naziv proizvoda	Faza	U [V]	P2 [kW]	Tlačni prik...	p mak...	Q dejans...	H dejan...	Energija ...	Cena + energ
96075909	2 x SEG.40.15.2.50B	3	400-415	1.5	DN 40	10	0.852	24.2	1504	Na zahtevo
96076220	2 x SEG.40.15.2.50B	3	400-415	1.5	DN 40	10	0.852	24.2	1504	Na zahtevo
96075901	2 x SEG.40.12.2.1.502	1	230	1.2	DN 40	10	0.7	19.8	2349	Na zahtevo
96076216	2 x SEG.40.12.2.1.502	1	230	1.2	DN 40	10	0.7	19.8	2349	Na zahtevo
96047293	2 x SEV.65.80.30.2.50B	3	400-415	3	DN 80	10	0.732	20.7	2694	Na zahtevo
96048185	2 x SEV.65.80.30.2.50D	3	380-415	3	DN 80	10	0.732	20.7	2694	Na zahtevo
96177657	2 x SEV.65.80.30.A.2.50D	3	380-415	3	DN 80	10	0.732	20.7	2694	Na zahtevo
96177753	2 x SEV.65.80.30.A.2.50B	3	400-415	3	DN 80	10	0.732	20.7	2694	Na zahtevo

Slika 12: Prikaz črpalk, ki ustrezajo našim potrebam

MULJAVA – ČRP 2 – VARIANTA C

Črpališče je potrebno zgraditi v primeru, da se MČN predvidi ob potoku Bržiček. V ta namen je potrebno prečrpavati odpadno vodo za SZ in V del naselja Muljava oziroma za 40 gospodinjstev.

Določitev kapacitete črpalk

Za pretok črpalke vzamemo maksimalni odtok odpadne vode na tem območju, ki znaša $Q_{max} = 0,79$ l/s, katerega povečamo na $Q_{max} = 1,58$ l/s. Ko določimo pretok, za katerega se bo dimenzioniralo črpališče, sledi identičen postopek izračuna prostornine nabire kot pri prvem črpališču.

$$V_k = \frac{5,68m^3 / h}{2 * 8} = 0,36m^3$$

Predpostavili smo, da se bo črpalka vklopila 8-krat na uro. Sledi izračun časa praznitve črpalne komore po enačbi:

$$T = 60 - \frac{0,36 * 8 * 60}{5,68} = 30 \text{ min/ } h$$

Tudi pri drugem črpališču se bo po predpostavljenih osmih vklopih črpalke na uro črpalna komora izpraznila v 4 minutah. Čas, potreben, da se črpalna komora napolni, pa znaša 3 minute in 54 sekund. Celotni cikel trajanja polnitve-izpraznitve ob največjem možnem dotoku znaša 7 minut in 54 sekund.

Izberemo 10 barski polietilenski tlačni vod dimenzije 50 mm. S tem, ko se določi premer tlačnega cevovoda, lahko izračunamo hitrost vode po cevovodu, ki se mora gibati med 0,7 m/s in 2,0 m/s.

$$v = \frac{4 * Q_{max}}{\pi * d^2} = \frac{4 * 1,58l / s}{\pi * 0,0408^2} * \frac{1}{1000l / m^3} = 1,20m/s$$

Vzamemo viskoznost vode pri temperaturi 15°C, ki znaša $1,14 * 10^{-6} m^2 / s$. S pomočjo hitrosti in viskoznosti lahko izračunamo Reynoldsovo število.

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{1,20m / s * 0,0408}{1,14 * 10^{-6} m^2 / s} = 42947,36$$

Zdaj lahko določimo razmerje ϵ/d , ki je enako 0,0061. S pomočjo Moodyjevega diagrama določimo koeficient trenja λ , ki znaša 0,032. Glede na to, da dolžina predvidenega tlačnega voda znaša 191 m in ob upoštevanju pogoja $l/d \geq 500$, zanemarimo lokalne izgube.

$$\Delta E_{lin} = 0,032 * \frac{191m}{0,0408m} * \frac{1,2^2 m^2 / s^2}{2 * 9,81m / s^2} = 10,99m \approx 11m$$

Preden izračunamo višino črpanja pa na podlagi višinskih kot terena določimo geodetsko višini, katera je razlika med kotama: 318,4 m.n.v – 313 m.n.v.. Sledi končni izračun višine črpanje,

$$h_{\epsilon} = h_{geod} + \Sigma \Delta E_{lin} + \Sigma \Delta E_{lok} = 5,4m + 11m = 15,4m \cong 15,50m$$

Sledi še izračun moči črpalke:

$$P_c = \frac{1000kg / m^3 * 9,81m / s^2 * 0,0016m^3 / s * 15,50m}{0,70} = 347,55 \text{ W} = 0,35 \text{ kW}$$

Potrebni sta dve centrifugalni potopni črpalci z izkoristkom 70 %, maksimalnim pretokom 1,58 l/s, tlačno višino 15,50 m in močjo motorja 0,35 kW.

Izračun črpalke s pomočjo programa proizvajalca črpalk Grundfos

Tudi v tem primeru vnesemo osnovne podatke v program. Po vnosu teh podatkov sledi izračun linijskih izgub. Tudi v tem primeru je opazna minimalna razlika med rezultati klasične hidravlične metode in rezultati izračunani s pomočjo programa.

Pipe friction losses outside pit							
Pipe	Pipe length	Pipe material	Pipe size	Roughness	Velocity	Zeta	Friction losses
1	191 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm	1.21 m/s		11.7 m
2	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm			0 m
3	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm			0 m
4	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm			0 m
5	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm			0 m
6	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm			0 m
7	0 m	PEM/PEH PN10	DN 50 (40.8 mm)	0.25 mm			0 m

Number of pumps in operation	2
Discharge Flow (Q)	1.58 l/s
Recommended diameter ($v > 0.7$ m/s)	53.6 mm
Total friction losses	11.7 m

Slika 13: Izračun linijskih izgub

Ko vnesemo vse potrebne podatke, program glede na proizvode podjetja prikaže primerne črpalke. Tako nam program za drugo črpališče izbere črpalke z naslednjimi karakteristikami:

- črpalke moči: 1,2 kW, 1,5 kW in 3 kW,
- dejanski pretoki črpalke: 1,67 l/s, 1,75 l/s in 1,75 l/s,
- dejanska višina črpanja, ki jo zmorejo črpalke: 18,5 m, 19,8 m in 21,4 m.

Št. proizvoda	Naziv proizvoda	Faza	U [V]	P2 [kW]	Tlačni prik...	p mak...	Q dejan...	H dejan...	Energija ...	Cena + energija
96075909	2 x SEG.40.15.2.50B	3	400-415	1.5	DN 40	10	1.85	21.4	1728	Na zahtevo
96076220	2 x SEG.40.15.2.50B	3	400-415	1.5	DN 40	10	1.85	21.4	1728	Na zahtevo
96075901	2 x SEG.40.12.2.1.502	1	230	1.2	DN 40	10	1.67	18.5	2499	Na zahtevo
96076216	2 x SEG.40.12.2.1.502	1	230	1.2	DN 40	10	1.67	18.5	2499	Na zahtevo
96047293	2 x SEV.65.80.30.2.50B	3	400-415	3	DN 80	10	1.75	19.8	2864	Na zahtevo
96048185	2 x SEV.65.80.30.2.50D	3	380-415	3	DN 80	10	1.75	19.8	2864	Na zahtevo
96177657	2 x SEV.65.80.30.A.2.50D	3	380-415	3	DN 80	10	1.75	19.8	2864	Na zahtevo
96177663	2 x SEV.65.80.30.A.2.50B	3	400-415	3	DN 80	10	1.75	19.8	2864	Na zahtevo

Slika 14: Prikaz črpalke, ki zadoščajo našim potrebam

POTOK PRI MULJAVI – ČRP 3 – VARIANTA B

Za naselje Potok pri Muljavi se predvideva izgradnja prvega črpališča, katerega namen bo, da celotno odpadno vodo iz naselja prečrpa v višje ležeči glavni odvodni kanal za odpadno vodo, ki se nahaja na Muljavi. Črpališče je potrebno zgraditi le v primeru, da se MČN predvidi na lokaciji ob požiralniku ali ob potoku Višnjica.

Določitev kapacitete črpalk

Za pretok črpalke vzamemo maksimalni odtok odpadne vode na tem območju, ki znaša $Q_{max} = 0,50$ l/s, katerega povečamo na $Q_{max} = 1$ l/s. Ko določimo pretok, za katerega se bo dimenzioniralo črpališče, sledi identičen izračuna prostornine nabire.

$$V_k = \frac{3,6m^3 / h}{2 * 8} = 0,22m^3$$

Predpostavili smo, da se bo črpalka vklopila 8-krat na uro. Sledi izračun časa praznitve črpalne komore po enačbi:

$$T = 60 - \frac{0,22 * 8 * 60}{3,6} = 30 \text{ min/ } h$$

Črpalna komora se izpraznila v 4 minutah. Čas, potreben, da se črpalna komora napolni, pa znaša 3 minute in 40 sekund. Celotni cikel trajanja polnitve-izpraznitve ob največjem možnem dotoku znaša 7 minut in 40 sekund.

Izberemo 10 barski polietilenski tlačni vod dimenzije 50 mm, na podlagi katerega lahko izračunamo hitrost vode po cevovodu.

$$v = \frac{4 * Q_{max}}{\pi * d^2} = \frac{4 * 1,0l / s}{\pi * 0,0408^2} * \frac{1}{1000l / m^3} = 0,76 \text{ m/s}$$

S pomočjo hitrosti in viskoznosti ($1,14 * 10^{-6} m^2 / s$) lahko izračunamo Reynoldsovo število.

$$Re = \frac{v * d}{\nu} = \frac{0,76m / s * 0,0408}{1,14 * 10^{-6} m^2 / s} = 27200,0$$

Zdaj lahko določimo razmerje ϵ/d , ki je enako 0,0061. S pomočjo Moodyjevega diagrama določimo koeficient trenja λ , ki znaša 0,032. Glede na to, da dolžina predvidenega tlačnega voda znaša 305 m in ob upoštevanju pogoja $l/d \geq 500$, zanemarimo lokalne izgube.

$$\Delta E_{lin} = 0,032 * \frac{220m}{0,0408m} * \frac{0,76^2 m^2 / s^2}{2 * 9,81m / s^2} = 5,08m$$

Geodetsko višini določimo kot razliko med kotama: 319 m.n.v – 298 m.n.v.. Sledi končni izračun višine črpanje,

$$h_c = h_{geod} + \Sigma \Delta E_{lin} + \Sigma \Delta E_{lok} = 21m + 5,08m = 26,08m \cong 26,10m$$

Sledi še izračun moči črpalke:

$$P_c = \frac{1000kg / m^3 * 9,81m / s^2 * 0,0010m^3 / s * 26,1m}{0,70} = 365,77 \text{ W} = 0,36 \text{ kW}$$

Potrebni sta dve centrifugalni potopni črpalčki z izkoristkom 70 %, maksimalnim pretokom 1,0 l/s, tlačno višino 26,1 m in močjo motorja 0,36 kW.

Izračun črpalke s pomočjo programa proizvajalca črpalck Grundfos

Pipe	Pipe length	Pipe material	Pipe size	Roughness	Velocity	Zeta	Friction losses
1	305 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm	0.72 m/s		5.09 m
2	0 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm			0 m
3	0 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm			0 m
4	0 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm			0 m
5	0 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm			0 m
6	0 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm			0 m
7	0 m	PEM/PEH PN10	DN 63 (51.4 mm)	0.25 mm			0 m

Number of pumps in operation	1
Discharge Flow (Q)	1.5 l/s
Recommended diameter ($v > 0.7 \text{ m/s}$)	52.2 mm
Total friction losses	5.09 m

Slika 15: Izračun linijskih izgub

Ko vnesemo vse potrebne podatke, program glede na proizvode podjetja prikaže primerne črpalke . Tako nam program za drugo črpalnišče izbere črpalke z naslednjimi karakteristikami:

- črpalke moči: 1,2 kW, 2,2 kW in 3 kW,
- dejanski pretoki črpalck: 1,35 l/s, 1,11 l/s, 1,13 l/s in 1,21 l/s in

- dejanska višina črpanja, ki jo zmorejo črpalke: 17,2 m, 17,8 m, 18,1 m in 20,2 m.

Št. proizvoda	Naziv proizvoda	Faza	U [V]	P2 [kW]	Tlačni prik...	p mak...	Q dejan...	H dejan...	Energija ...	Cena + energija
96075901	2 x SEG.40.12.2.1.502	1	230	1.2	DN 40	10	1.11	17.8	1285	Na zahtevo
96076216	2 x SEG.40.12.2.1.502	1	230	1.2	DN 40	10	1.11	17.8	1285	Na zahtevo
96075905	2 x SEG.40.12.2.50B	3	400-415	1.2	DN 40	10	1.13	18.1	1305	Na zahtevo
96076218	2 x SEG.40.12.2.50B	3	400-415	1.2	DN 40	10	1.13	18.1	1305	Na zahtevo
96047301	2 x SEV.65.80.22.2.50B	3	400-415	2.2	DN 80	10	1.05	17.2	2372	Na zahtevo
96048169	2 x SEV.65.80.22.2.50D	3	380-415	2.2	DN 80	10	1.05	17.2	2372	Na zahtevo
96177656	2 x SEV.65.80.22.A.2.50D	3	380-415	2.2	DN 80	10	1.05	17.2	2372	Na zahtevo
96177663	2 x SEV.65.80.30.A.2.50B	3	400-415	3	DN 80	10	1.29	20.2	2749	Na zahtevo

Slika 16: Prikaz črpalk, ki zadoščajo našim potrebam

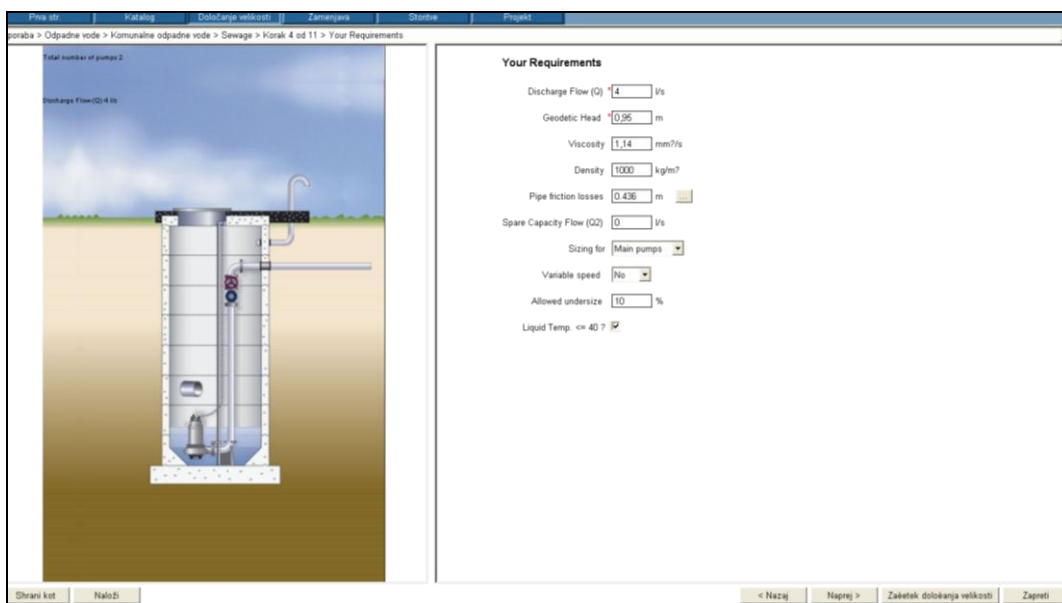
ČRPALIŠČE ZA ČRPAJJE ODPADNE VODE NA MČN

V kolikor se odločimo za tipsko čistilno napravo je potrebno pred njenih dotokom predvideti črpališče za odpadno vodo. Razlog temu je, da je predvidena kanalizacija za odpadno vodo nižje kot je dotok na MČN. V tem primeru nam ni potrebno zgraditi tlačnega voda. Opravka imamo z kratkimi cevovodi, pri katerih je potrebno pri hidravličnem izračunu upoštevati samo lokalne izgube. Izračun potrebne črpalke se bo izvedel s pomočjo programa proizvajalca črpalk Grundfos.

VARIANTA A: LOKACIJA OB POŽIRALNIKU ŠPANOVE RUPE

Za pretok črpalke vzamemo maksimalni odtok odpadne vode za obe naselji, kateri znaša $Q_{max} = 3,67$ l/s, katerega povečamo na $Q_{max} = 4,00$ l/s. Višina črpanja znaša 0,95 m. Predpostavi se litoželezni tlačni cevovod in fazonski kosi v črpališču, katerih koeficiente lokalnih izgub določi sam program. Pri določanju dimenzije tlačnega cevovoda črpališča je potrebno zadostiti pogoju, da je hitrost po cevovodu $v > 1,0$ m/s. V primeru, da smo predpostavili premajhne dimenzije tlačnega cevovoda in je zaradi tega hitrost $v < 1,0$ m/s nas na to opozori program.

V program vneseno osnovne podatke o dotoku odpadne vode na črpališče in višino črpanja.



Slika 17: Prikaz izbranega črpališča in osnovnih podatkov

Sledi izračun lokalnih izgub.

Pipe friction losses in the pit						
Pipe	Pipe length	Pipe size	Roughness	Velocity	Zeta	Friction losses
A	0,9 m	DN 40 (43 mm)	1 mm	1,38 m/s	3,5	0,436 m
B	0 m	DN 50 (52,6 mm)	1 mm			0 m

Pipe material	Cast iron
Discharge Flow (Q)	2 l/s
Recommended diameter ($v > 1$ m/s)	50,5 mm
Total friction losses	0,436 m

Slika 18: Lokalne izgube v črpališču za varianto A

Sedaj lahko izračunamo višino črpanja:

$$h_{\xi} = h_{geod} + \sum \Delta H_{lin} + \sum \Delta H_{lok} = 0,95m + 0,436m = 1,38m \cong 1,40m$$

VARIANTA B: LOKACIJA OB POTOKU VIŠNJICA

Dotok na črpališče znaša: $Q_{max} = 4,0$ l/s, višina črpanja $h_{geod} = 6,0m$. Sledi identičen izračun, kot v prvem primeru.

Pipe	Pipe length	Pipe size	Roughness	Velocity	Zeta	Friction losses
A	6 m	DN 40 (43 mm)	1 mm	1.38 m/s	3.5	1.02 m
B	0 m	DN 50 (52.6 mm)	1 mm			0 m

Pipe material: Cast iron
 Discharge Flow (Q): 2 l/s
 Recommended diameter ($v > 1$ m/s): 50.5 mm
 Total friction losses: 1.02 m

Slika 19: Lokalne izgube v črpališču za varianto B

Višina črpanja znaša:

$$h_{\xi} = h_{geod} + \Sigma \Delta H_{lin} + \Sigma \Delta H_{lok} = 6,0m + 1,02m = 7,02m$$

VARIANTA C: LOKACIJA OB POTOKU BRŽIČEK

Dotok na črpališče znaša: $Q_{max} = 4,0$ l/s in višina črpanja $h_{geod} = 1,4$ m.

Pipe	Pipe length	Pipe size	Roughness	Velocity	Zeta	Friction losses
A	1,4 m	DN 40 (43 mm)	1 mm	1.38 m/s	3.5	0.493 m
B	0 m	DN 50 (52.6 mm)	1 mm			0 m

Pipe material: Cast iron
 Discharge Flow (Q): 2 l/s
 Recommended diameter ($v > 1$ m/s): 50.5 mm
 Total friction losses: 0.493 m

Slika 20: Lokalne izgube v črpališču za varianto C

Sedaj lahko izračunamo višino črpanja:

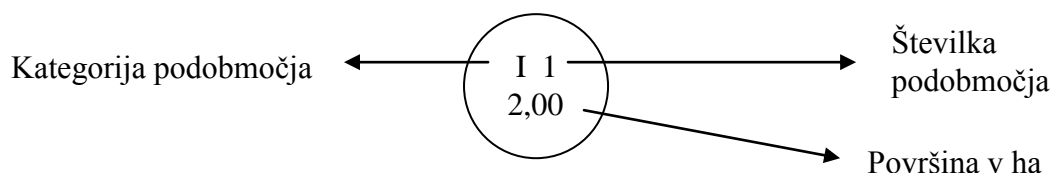
$$h_{\xi} = h_{geod} + \Sigma \Delta H_{lin} + \Sigma \Delta H_{lok} = 1,4m + 0,493m = 1,89m \cong 1,90m$$

5.3 Kanalizacija za padavinsko vodo

Za dimenzioniranje kanalizacije za padavinsko vodo so ključni podatki o padavinah oziroma o največji jakosti naliva za projektirano območje. Na različnih področjih naše države se

karakteristike padavin med posameznimi področji in celo znotraj njih zelo razlikujejo. Da bi dobili zanesljive podatke, je potrebno padavine opazovati daljši čas s pomočjo ombrografov. Na ta način dobimo ombrogram, na katerem je prikazana vsotna črta padavin. Iz te vsotne črte lahko izločimo posamezne nalive, tj. višino padavine in trajanje naliva. Z nadaljnjo obdelavo podatkov o intenzitetah v opazovalnem obdobju, ki naj bi bilo čim daljše, lahko izračunamo pogostost pojava in gospodarsko enakovredne nize nalivov – GEN. Glede na pomembnost obravnavanega področja se odločimo za primerno pogostost naliva (n). Če je gospodarsko pomembnejše področje, izberemo pogostost npr. $1/2$ ali $1/5$, če je manj pomembno, pa večjo pogostost, npr. 1 ali 2 . Na obravnavanem območju ni ombrografske mreže, tako da točnih podatkov o največji jakosti naliva za to območje ni mogoče pridobiti. Zato se odločimo za podatke, merjene na meteorološki postaji Ljubljana. Ker se projektirano območje uvršča med gospodarsko manj pomembna območja, se odločimo za pogostost naliva $n = 1$. V to nas sili tudi osnovni projekt dimenzioniranja padavinske kanalizacije, kjer je bila prav tako izbrana pogostost naliva $n = 1$. Tudi pri izbiri trajanja naliva sledimo osnovnemu projektu in izberemo trajanje naliva $t_r = 10$ minut. Jakost naliva za izbrano pogostost n in izbrani čas trajanja naliva pa razberemo iz tabele podatkov izenačenih vrednosti GEN za Ljubljano (glej poglavje 3.4). V tabeli odčitamo vrednost jakosti naliva $q' = 211,6$ l/sha.

V prvi fazi dimenzioniranja padavinske kanalizacije moramo glede na morfologijo terena in glede lokacije projektiranih kanalov določiti prispevne površine za vsako vejo kanalizacije posebej. Prispevne površine naj bi zajemale tisto območje, katerega padavinska voda naj bi se stekala v kanal, predviden na tem območju. Ko določimo prispevne površine, je potrebno izračunati še njihovo velikost, ki se podaja v hektarih. Sledi razdelitev prispevnih površin na posamezne kategorije. V tem primeru se je projektirano območje razdelilo na pet kategorij, značilnih za to območje. Vsako prispevno površino označimo, kot je prikazano na spodnji sliki.



Slika 21: Označba prispevnih površin

Preglednica 3: Razdelitev prispevnih površin po kategorijah

Kategorija	Ploskve	Kategorija	Ploskve	Kategorija	Ploskve	Kategorija	Ploskve	Kategorija	Ploskve
I	strešine asfalt travnik	II	asfalt	III	strešine asfalt travnik makadam igrišče	IV	strešine asfalt travnik peščena pot	V	strešine travnik peščena pot

Za dimenzioniranje padavinske kanalizacije se uporabi metoda strešin. To pomeni, da se za vsako prispevno površino določi delež in velikost posameznih ploskev, npr. strešin, travnikov, asfalta... Ker gre v našem primeru za precej majhno območje, se lahko za vsako prispevno površino dokaj hitro določi velikost posamezne ploskve. Pri večjih naseljih se v praksi uporabi posplošitev, in sicer se določi nekaj tipičnih kategorij za območje in se samo za njih določi velikost posameznih ploskev.

Po kategorizaciji površin sledi določitev koeficienta odtoka, ki izraža razliko med količino dežja, ki pade na prispevno področje, in količino vode, ki odteče v kanal. Za obravnavano območje so bili izbrani sledeči koeficienti odtoka:

Preglednica 4: Izbrani koeficienti odtoka

Ploskve	f'
strešine	0.1
asfalt	0.85
travnik	0.10
makadam	0.15
peščena pot	0.30
igrišče	0.10

Za strešine prevzamemo manjši koeficient odtoka, zaradi dejstva, ker se padavinska voda iz strešnih površin po večini izliva po travnatih, makadamskih površinah ali pa ponika v ponikovalnicah. To pomeni, da se zelo majhen delež te vode steka v padavinsko kanalizacijo.

Sedaj lahko za vsako kategorijo prispevnih površin izračunamo povprečni koeficient odtoka po enačbi (Panjana, J., 2002, str. 36):

$$\varphi' = \frac{\sum(F_i \cdot \varphi)}{\sum F_i} \quad (5.12)$$

Oznake v zgornji enačbi:

$\bar{\varphi}$ povprečni koeficient odtoka [%],

φ koeficient odtoka za posamezno ploskev [%] in

ΣF_i vsota posameznih ploskev prispevne površine i [m^2].

Preglednica 5: Povprečni koeficient odtoka

Kategorija	Ploskve	f	F_i (m^2)	F_i (ha)	$S F_i$ (m^2)	$F_i / S F_i$	$f * F_i / S F_i$	f'
I	strešine	0.1	31746.66	3.17		0.175	0.018	0.249
	asfalt	0.85	35995.33	3.60		0.199	0.169	
	travnik	0.1	113180.99	11.32	180,922.98	0.626	0.063	
II	asfalt	0.85	1769.70	0.18	1,769.70	1.000	0.850	0.850
III	strešine	0.1	993.60	0.10		0.082	0.008	0.214
	asfalt	0.85	1761.04	0.18		0.146	0.124	
	travnik	0.1	7921.56	0.79		0.655	0.065	
	makadam	0.15	1086.56	0.11		0.090	0.013	
	igrišče	0.1	337.24	0.03	12,100.00	0.028	0.003	
IV	strešine	0.1	2280.80	0.23		0.221	0.022	0.166
	asfalt	0.85	878.30	0.09		0.085	0.072	
	travnik	0.1	7022.70	0.70		0.682	0.068	
	peščene pot	0.3	118.20	0.01	10,300.00	0.011	0.003	
V	strešine	0.1	428.49	0.04		0.143	0.014	0.107
	travnik	0.1	2464.00	0.25		0.821	0.082	
	peščene pot	0.3	107.51	0.01	3,000.00	0.036	0.011	

Na ta način smo za celotno obravnavano območje določili prispevne površine, ki smo jih razdelili po kategorijah glede na njihove značilne ploskve in za vsako kategorijo posebej izračunali povprečni koeficient odtoka. V primerjavi z odtočnimi koeficienti, ki jih je določil projektant v osnovnem projektu, se novo izračunani koeficienti precej razlikujejo od prvotnih. Po ponovnem izračunu znaša koeficient odtoka $f' = 0,25$ za kategorijo I., ki je tudi najbolj pogosta na območju. To kategorijo projektant poimenuje srednja zazidava in zanjo predpostavi odtočni koeficient $f' = 0,30-0,40$. Največja podobnost koeficientov se pokaže za kategoriji IV. in V., kjer največjo površino predstavljajo travniki. V tem primeru znašata koeficienta odtoka 0,166 in 0,107. Projektant to poimenuje zelene površine in izbere $f' = 0,10$. Tretjo kategorijo bi lahko primerjali z izbiro projektanta za redko zazidavo in delno ločen sistem. V tem primeru znaša $f' = 0,214$, v osnovnem projektu pa je bil zbran $f' = 0,25$. V projektu je bil določen še koeficient odtoka za gosto zazidavo in je znašal 0,75. Tega koeficienta pa se ne da primerjati z nobeno prispevno površino, izračunano po metodi strešin.

Po izračunu koeficientov odtoka lahko za vsako prispevno površino izračunamo reducirano površino, in sicer s pomočjo enačbe:

$$F_{red} = F_i \cdot \varphi_i \quad (5.13)$$

Oznake v zgornji enačbi:

F_{red} reducirana površina [m²],

F_i velikosti prispevne površine [m²] in

φ_i pripadajoči koeficient odtoka [%].

S pomočjo zgornje enačbe in podatka o jakosti naliva pri pogostosti $n = 1$ in trajanju naliva $t_r = 10$ min lahko izračunamo odtok v padavinskem kanalu, in sicer (Panjan, J., 2002, str. 33):

$$Q_i = q \cdot F_i \cdot \varphi_i \quad (5.14)$$

Oznake v zgornji enačbi:

Q_i odtok v kanalu i [m³ / s],

F_i velikosti prispevne površine [m²] in

φ_i pripadajoči koeficient odtoka [%].

V nadaljevanju je treba določiti padec in premer cevi projektirane kanalizacije. Ker bomo izdelali primerjavo med PVC in betonskim cevi je potrebno izvesti hidravlični izračun za obe vrsti cevi (priloga B3). Za PVC cevi, se prevzame linearna efektivna hrapavost $K = 0,010$, za betonske cevi pa $K = 0,013$ mm. Ne glede na izbrano vrsto cevi smo predvideli, da obstoječa kanalizacija za padavinsko vodo ostane.

Pri dimenzioniranju kanalizacije za padavinsko vodo sta predvsem pomembna dva podatka, in sicer hitrost vode po kanalizaciji in stopnja polnitve prereza kanalizacijske cevi. Tako hitrost kot odstotek polnitve sta omejevalna faktorja, ki »omejujeta« izbiro dimenzije cevi in padca kanalizacijskih cevi. V primeru, da izberemo premajhen profil cevi, se hitrost poveča čez dopustno mejo in odstotek polnitve prekorači 100 %, kar pomeni, da cev take dimenzije ne more prevajati te količine padavinske vode. Ravno tako moramo paziti pri izbiri padca kanalizacijskih cevi, ki naj bi sledile naravnemu padcu terena. Če izberemo prevelik padec, se

lahko posledično poveča hitrost po cevovodu. Zato se predvidevajo kaskadni jaški, kjer so višinske razlike prevelike in s tem večji padci.

Obravnavano območje sega v porečje reke Krke, katero želimo v največji meri zaščititi. Ker nimamo podatkov, kam bo voda, ko ponikne v požiralniku Španove rupe odtekala in kolikšna je njegova ponikovalna sposobnost in ker ne razpolagamo s podatki, kam odteka potok Bržiček, ko ponikne, predvidimo pred izpustom padavinskih vod v požiralnik Španove rupe in potok Bržiček deževni zadrževalni bazen. Osnovni namen deževnega zadrževalnega bazena bo zmanjšati maksimalni padavinski odtok in zaščita odvodnika pred preveliko obremenitvijo z onesnaženo vodo. Na ta način zaščitimo predvideni odvodnik in posledično reko Krko.

Za dimenzioniranje deževnega zadrževalnega bazena (DZB) je potrebno poznati kritični pretok, katerega pa določimo iz kritičnega naliva. Po nemških predpisih znaša kritični naliv 15 l/(sha).

S pomočjo spodnje enačbe lahko izračunamo kritični naliv Q_{krit} (Panjana, J., 2002, str. 60):

$$Q_{kritn} = A_{red} * q_{krit} + Q_s \quad (5.15)$$

Oznake v zgornji enačbi:

A_{red} reducirana površina celotnega območja [ha],

q_{krit} merodajen kritičen naliv za dimenzioniranje volumna bazena [l/(s.ha)] in

Q_s sušni odtok [l/s].

Q_{krit} je količina, katero zadržimo. Ostala količina padavinske vode pa gre z odvodom (by pass - om) mimo DZB neposredno v odvodnik.

V našem primeru se predivi ločen kanalizacijski sistem, zato sušnega odtoka ne upoštevamo. Na podlagi kritičnega pretoka si lahko na poenostavljen način izračunamo volumen DZB (Panjana, J., 2002, str. 60):

$$Vol = 3,6 * (Q_{krit} + q_{inf} * A)h / v_o \quad (5.16)$$

Oznake v zgornji enačbi:

$q_{inf} = q_t$ infiltracija ali pričakovani dotok tuje vode, ki je odvisen od gostote naseljenosti,

A površina celotnega območja [ha],

h minimalna globina vode [m] in

v_o površinska obremenitev [$m^3 / (m^2 \cdot h)$].

Minimalna globina je 2,0 m, površinska obremenitev pa 10,0 m/h.

Naselje Potok pri Muljavi

V omenjenem naselju se kanalizacija za padavinsko vodo zaključi z izpustom v potok Bržiček, pred katerim se predvidi DZB sledeče velikosti:

$$Q_{krit} = 0,82ha * 15l / (s \cdot ha) = 12,3l / s$$

Na podlagi kritičnega pretoka sledi izračun prostornine DZB:

$$Vol = 3,6 * (44,28m^3 / h + 0,30m^3 / (h \cdot ha) * 3,65ha)2m / 10m / h = 32,65m^3 \cong 33m^3$$

Naselje Muljava

Pred izpustom padavinskih voda v požiralnik Španove rupe, se predvidi DZB sledeče velikosti:

$$Q_{krit} = 4,93ha * 15l / (s \cdot ha) = 73,9l / s$$

$$Vol = 3,6 * (266,04m^3 / h + 0,30m^3 / (h \cdot ha) * 19,68ha)2m / 10m / h = 195,9m^3 \cong 196m^3$$

6 IDEJNE REŠITVE MALE ČISTILNE NAPRAVE

6.1 Zasnova in izbira lokacije MČN

Vsak kanalizacijski sistem se mora zaključiti s čistilno napravo, katere namen je zaščita voda oz. odvodnika, v katerega se izliva prečiščena odpadna voda. Pod pojmom zaščita voda se razumejo vsi ukrepi, ki ščitijo površinske vode ter podtalnico pred škodljivimi vplivi. Vsi ti ukrepi služijo izboljšanju ali ohranitvi take kakovosti vode, da bo lahko služila vsej skupnosti in posameznikom.

Da dosežemo ustrezno kvaliteto iztoka iz čistilne naprave ločimo tri stopnje čiščenja odpadne vode. I. stopnja čiščenja predstavlja mehansko čiščenje odpadne vode. Tu se s pomočjo mehanskih postopkov čiščenja odstranijo večji neraztopljeni delci onesnaženja. Tem delcem pravimo suspendirane snovi. Na II. stopnji se odvija odstranjevanje večinoma raztopljenega organskega onesnaženja, ki bi sicer v okolju povzročalo pomanjkanje kisika. Ta proces vršijo različne vrste mikroorganizmov, ki za svojo hrano in razvoj uporabljajo onesnaženje v vodi. Tako lahko rečemo, da je biološko čiščenje pravzaprav pretvorba onesnaženja v mikrobiološko maso. Uspešen potek biološkega čiščenja je pogojen z dobrimi pogoji za rast mikroorganizmov, ki jim pravimo tudi biološko blato. Naslednja III. stopnja čiščenja služi preprečevanju eutrofikacije. S terciarnimi postopki čiščenja se iz odpadne vode odstranjujejo hranila dušika in fosforja.

Za obravnavani naselji se predvidi skupna čistilna naprava. In sicer so za postavitev MČN možne tri lokacije. Kot prva možna lokacija se predvidi MČN ob požiralniku Španove rupe, o katerem pa nimamo podatkov, kam bo voda odtekala in kolikšna je njegova ponikovalna sposobnost. Zato bomo izdelali tudi rešitev ob desnem bregu potoka Višnjica in levem bregu potoka Bržiček.



Slika 22: Možna lokacija MČN ob požiralniku Španove rupe



Slika 23: Možna lokacija MČN ob potoku Višnjica



Slika 24: Možna lokacija MČN ob potoku Bržiček

6.2 Obremenitev in dimenzioniranje MČN

Pri določanju velikosti čistilne naprave je potrebno v prvi fazi zbrati podatke o številu prebivalcev na obravnavanem območju in upoštevati amortizacijsko dobo slednje.

Po popisu prebivalstva iz leta 2002 naselje Muljava šteje 270 prebivalcev, naselje Potok pri Muljavi pa 55 prebivalcev. Ob upoštevanju amortizacijske dobe čistilne naprave, katera znaša 25 let in ob upoštevanju prirastek prebivalstva za obe naselji, lahko izračunamo število prebivalcev, za katere bo dimenzionirana MČN. Uporabimo enačbo (Kolar, J., 1983, str. 37) :

$$\check{S} = \check{s} \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n \quad (6.1)$$

Oznake v zgornji enačbi:

\check{S} število prebivalcev po letu n,

\check{s} sedanje število prebivalcev in

p letni porast števila prebivalcev (glej poglavje 3.5).

Naselje Muljava:

$$\check{S} = 270\left(1 + \frac{0,59}{100}\right)^{25} = 312PE$$

Naselje Potok pri Muljavi:

$$\check{S} = 55\left(1 + \frac{0,01}{100}\right)^{25} = 55PE$$

Glede na to, da se predvsem v naselju Muljava zaradi Jurčičeve domačije povečuje delež enodnevnih turistov in da se v prihodnosti predvideva porast kmečkega turizma, se predvidi čistilna naprava velikosti 400 PE. S tem preprečimo hipne obremenitve in omogočimo normalno delovanje naprave tudi ob porastu števila enodnevnih turistov. Poleg pričakovanega povečanja turistov moramo pri določanju velikosti čistilne naprave upoštevati tudi morebitno industrijo, javne ustanove, gostilne, storitvene dejavnosti itd.

Na obravnavanem območju so še gostilna, šola in podjetje s sedemnajstimi zaposlenimi. Gostišče, katerega kapacitete se ravno zapolnijo ob prihodu enodnevnih turistov, ima 120 sedišč. Po zahtevah standarda ATV A122 se prevzamejo vrednosti za restavracije:

$$- 3 \text{ sedišča} = 1 PE$$

Ob upoštevanju števila sedišč in zahtev po standardu tako dobimo dodatnih 40 PE. Poleg gostišča je na Muljavi sedež podjetja Promis d. o. o. Glede na njihovo povprečno porabo vode, ki znaša 900 l/dan, in normo porabe vode na prebivalca na dan dobimo:

$$- \frac{900l / dan}{120l / Pdan} = 7,5PE$$

Upoštevamo še vpliv štiriletne osnovne šole, ki jo obiskuje 40 učencev. Ob upoštevanju predpostavke 1 PE/10 učencev (Kolar, J., 1983, str. 39) dobimo dodatno obremenitev 4,0 PE.

Po seštevku vseh obremenitev dobimo potrebno velikost čistilne naprave: $312 \text{ PE} + 55 \text{ PE} + 40 \text{ PE} + 7,5 \text{ PE} + 4 \text{ PE} = 419,5 \text{ PE}$. Kljub nekoliko večji obremenitvi se predvidi čistilna naprava velikosti 400 PE. Razlog je, da je del obremenitev šole in podjetja že zajet v deležu prebivalcev. To pomeni, da je delež učencev in zaposlenih, kateri živijo na obravnavanem območju zajet kot obremenitev pri predvidenem številu prebivalcev in kot obremenitev v deležu šole in podjetja. Ravno tako je težko določiti vpliv turizma v prihodnosti. V tem času je razvoj turizma še v povojih, vendar se ravno na račun Jurčičeve domačije in tradicionalnih pohodov po Jurčičevi poti delež obiskovalcev na Muljavi povečuje in s tem zasedenost omenjenega gostišča.

Pri dimenzioniranju male komunalne čistilne naprave se uporabijo zahteve nemškega standarda ATV A122 iz leta 1991. ATV A122 je nemški standard, ki obravnava principe dimenzioniranja, konstruiranja in obratovanja malih komunalnih čistilnih naprav z aerobno biološko obdelavo odpadnih vod za čistilne naprave velikosti od 50 do 500 PE. Standard ATV A122 je bil izdelan kot revizija pravil in standardov iz leta 1974 o konstruiranju in obratovanju čistilnih naprav za območje med 50 in 500 PE. Razlog so bile spremembe tako zahtev kot tudi dvig standardov in razvoj novih znanj v tem obdobju.

Procesi čiščenja v standardu so razdeljeni na:

- čistilne naprave z aktivnim blatom (podaljšana aeracija),
- biološki filtri,
- sistemi s pritrjeno biomaso (biodiski, precejalniki) in
- kombinacija med napravami z aktivnim blatom in sistemi s pritrjeno biomaso.

Z napravami, dimenzioniranimi po tem standardu, se doseže tudi visoka stopnja nitrifikacije.

Čistilne naprave morajo biti dimenzionirane za povprečne dnevne dotoke, upoštevaje razvojne trende urbanističnih planov, prirastka prebivalstva in pozidave. Zahteve standarda so, da se dotok odpadnih vod na čistilna naprava dimenzionira na najmanj 150 litrov odpadne vode v enem dnevu na priključeno osebo. Za dimenzioniranje je prevzet tudi maksimalni urni dotok za vsakega prebivalca, ki znaša 0,004 l/s. V primeru, da se tujih vod ne moremo izogniti, jih upoštevamo v količini od 25 % izračunanega dotoka pri manjših omrežjih do 100 % pri večjih

omrežjih. Če ne razpolagamo z novejšimi podatki o številu prebivalcev in o bodoči urbanistični pozidavi, si za izračun populacijskih ekvivalentov (PE) pomagamo s spodnjimi tabelami.

Vse spodnje preglednice in enačbe so prevzete po standardu ATV A122.

Preglednica: Določitev PE glede na površino stanovanja

Površina stanovanja (m²)	Privzeta vrednost PE št.
<50	2
50-75	3
>75	4

Preglednica: Določitev PE glede na družbene dejavnosti in storitve

Dejavnost	Privzeta vrednost PE
Šola z nastanitvijo (dijaški dom)	1 postelja = 1 do 3 PE
Kampi in šotorišča	2 osebi = 1PE
Restavracije:	
Z enkratno dnevno uporabo sedišč	3 sedišča = 1PE
Z normalno dnevno porabo sedišč (2-3)	1 sedišče = 1PE
Z nadpovprečno dnevno porabo sedišč (4-6)	1 sedišče = 2PE
Za zunanja središča se šteje	10 sedišč = 1PE
Pisarne in komercialne stavbe	2-3 zaposlena = 1PE

Organsko onesnaženost vode, ki jo povzroči en prebivalec, je v standardu predpisana v višini 60 g/(P.dan) BPK_5 . V primeru, da je odpadna voda predčiščena v sedimentacijskem bazenu, se lahko to vrednost reducira glede na zadrževalni čas v primarnem sedimentacijskem bazenu.

Preglednica: Redukcija BPK_5 glede na zadrževalni čas

Zadrževalni čas odpadne vode v primarnem usedalniku (h)	BPK_5 g/(PE.d)
1 - 1.5	45
> 1.5	40

6.2.1 Dimenzioniranje čistilne naprave z aktivnim blatom

Primarni usedalnik

Iz podatka o številu priključenega števila PE lahko izračunamo ustrezen volumen primarnega usedalnika. V primeru, da ne poznamo količine pritoka odpadne vode v enem dnevu na priključeno osebo, le-to izberemo v višini 150 do 250 l/dan. Primarni usedalnik naj bi odpadno vodo zadržal vsaj 1 uro. V tem primeru lahko za nadaljnje postopke čiščenja prevzamemo zmanjšano organsko onesnaženost vode na prebivalca na dan s 60 g BPK_5 na dan na 45 g BPK_5 na dan. V primeru, da je zadrževalni čas večji kot 1,5 ure, se lahko prevzame organsko onesnaženost 40 g BPK_5 na dan. Da smo na varni strani, volumen usedalnega dela primarnega usedalnika opredelimo v veličini 1,5-urnega dotoka na čistilno napravo. Volumen usedalnega dela primarnega usedalnika naj bo opredeljen glede možnosti in pogostosti praznjenja vsaj v velikosti volumna ene cisterne predvidenega odvoza. V primeru, da je v primarni usedalnik speljano tudi blato iz sekundarnega usedalnika, naj bo ta velik vsaj 0,1 m³ na PE.

Aeracijski bazen

Za dimenzioniranje aeracijskega bazena je potrebno upoštevati parametre podane v spodnji tabeli.

Preglednica: Pokazatelj dimenzijske ustreznosti aeracijskega bazena

Parameter	Simbol	Enota	Vrednost
Volumenski indeks blata			
- hišna odpadna voda	IB	ml/g	100
- odpadna voda z industrijsko komponento	IB	ml/g	150
Suha snov v aeracijskem bazenu	SB	kg/m ³	≤ 4
BPK_5 obremenitev blata	S _{SB}	kg/(kg.d)	≤ 0,05
BPK_5 volumenska obremenitev	B _P	kg/(m ³ .d)	≤ 0,2

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

Vnos kisika, izhajajoč iz kapacitete prenosa na BPK_5	O_L	kg/kg	≥ 3
Koncentracija kisika	C_O	g/m ³	≥ 2
Instalirana moč povratka na enoto volumna reaktorja	W_R	W/m ³	≥ 3

Dnevno potrebo BPK_5 z označbo B_d [kg/d] poda potreben volumen aeracijskega bazena.

$$V_{AT} = B_{dBPK5} / \alpha_{SB} \cdot SB \quad (6.2)$$

ali

$$V_{AT} = B_{dBPK5} / \alpha_{PBPK5} \quad (6.3)$$

Za razgradnjo organskih snovi je potreben kisik. Potrebno dovajanje kisika izračunamo s pomočjo enačb:

$$aOC = O_b \cdot B_{dBPK5} / 24 \quad (6.4)$$

$$OC / load \ O_b \geq 3 \quad (6.5)$$

ali

$$aOC = 3 \cdot B_{dBPK5} / 24 = 0,125 \cdot B_{dBPK5} \quad (6.6)$$

Oznake v zgornji enačbi:

O_b obremenitev kisika [g/kg] in

a faktor vnašanja kisika

Prezračevalne naprave morajo biti dimenzionirane tako, da omogočajo aeracijo v časovnih presledkih.

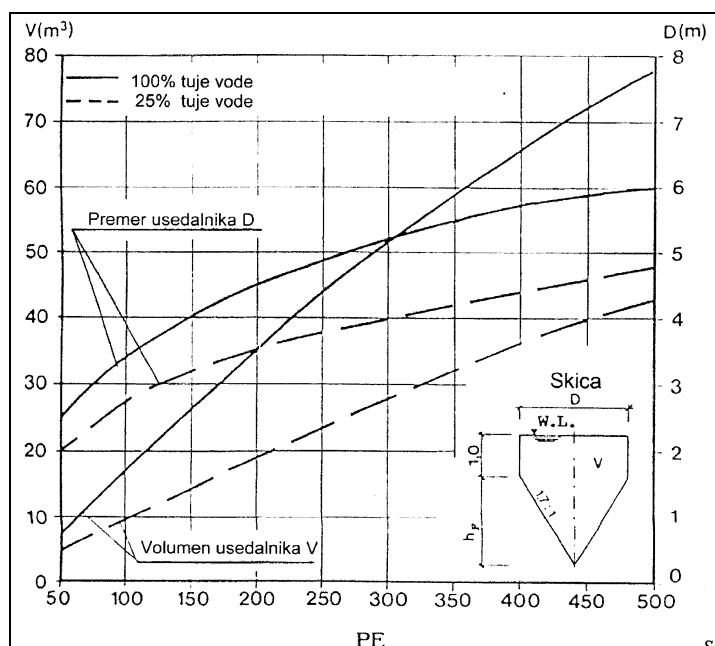
Naknadni usedalnik

Naknadni usedalnik se dimenzionira in konstruira na bruto površinsko obremenitev usedalnika q_A v vrednosti 0,3-0,5 ($m^3/m^2 \cdot h$). Pri konstruiranju naknadnega usedalnika moramo upoštevati še globino cilindričnega dela usedalnika, ki naj ne bo manjša od 0,5 m, naklon lijakastega dela usedalnika ter razdaljo do preliv. Premer bazena in volumen lijakasto oblikovanega bazena naj bosta dimenzionirana skladno s spodnjim diagramom. Opredeliti je potrebno še primeren povratek blata glede na volumen reaktorja.

Preglednica: Pokazatelj dimenzijske ustreznosti naknadnega usedalnika

Parameter	Simbol	Enota	Vrednost
Bruto površinska obremenitev usedalnika	q_a	($m^3/m^2 \cdot h$)	0,3 – 0,5
Globina cilindričnega dela usedalnika	h_c	m	$\geq 0,5$
Naklon lijakastega dela usedalnika	m	-	$\geq 1,7 : 1$
Prelivna obremenitev	q_l	($m^3/m^2 \cdot h$)	≤ 5

Premer bazena in volumen lijakasto oblikovanega bazena sta lahko dimenzionirana glede na spodnji diagram. V primeru, da je dotok tuje in infiltrirane vode izključen, je lahko višina cilindričnega dela usedalnika tudi zmanjšana na $h_c = 0,5m$. Ne smemo pa pozabiti upoštevati povratka blata RP vsaj v 100 % količini dotočne vode Q_d .



Slika: Diagram odvisnosti volumna in premera naknadnega usedalnika glede na velikost MČN

6.2.2 Dimenzioniranje čistilnih naprav s pritrjeno biomaso (biodiski, precejalniki)

Precejalniki

Precejalniki so sedimentacijski objekti z vsiljenim precejalnim časom, večjim od ene ure. Za določitev potrebnega volumna biološkega filtra V_{BF} so podane sledeče BPK_5 volumenske obremenitve.

Preglednica: Pokazatelj dimenzijske ustreznosti precejalnikov

Material v filtru	Simbol	Enota	Vrednost
Agregatno polnilo (prod, pesek)	Bp	kg/(m ³ .d)	0.15 - 0.2
Umetni polnilni material s specifično prostorninsko površino			
$A_R = 100 \text{ m}^2/\text{m}^3$	Bp	kg/(m ³ .d)	0.15 - 0.2
$A_R = 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$	Bp	kg/(m ³ .d)	0.3 - 0.4

Vrednost Bp lahko izračunamo z interpolacijo med A_R . Višina precejalnikov naj bo med 3 in 4,5 m. Povratne črpalke za aktivno blato naj bodo za normalno delovanje dimenzionirane v velikosti pretoka. Tudi večji povratek je ustrezen. V filtru naj bo tako zmešana BPK_5

koncentracija $C_m < 120 \text{ [g/m}^3\text{]}$. Površinska obremenitev pretoka q_A precejalnika naj bo med 2 in 4 $B_p \text{ [kg/(d.m}^3\text{)]}$.

Volumen primarnega usedalnika dimenzioniramo enako kot pri napravah z aktivno biomaso. Volumen biološkega filtra V_{BF} se izračuna s pomočjo enačbe:

$$V_{BF} = B_{dBPK5} / B_P \quad (6.7)$$

Pri dimenzioniranju naknadnega usedalnika nas zanima potrebna površina naknadnega usedalnika A_{NF} . Za določevanje A_{NF} v obliki cilindra morajo biti upoštevani naslednji parametri.

Preglednica: Pokazatelj dimenzijske ustreznosti naknadnega usedalnika za sisteme s pritrjeno biomaso

Parameter	Simbol	Enota	Vrednost
Hidravlični zadrževalni čas	t_{ss}	h	3 – 3,5
Bruto površinska obremenitev usedalnika	q_a	$(\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h})$	0,4 – 0,6
Globina cilindričnega dela usedalnika	h_c	m	$\geq 0,5$
Naklon lijakastega dela usedalnika	m	-	$\geq 1,7 : 1$
Prelivna obremenitev	q_l	$(\text{m}^3/\text{m}.\text{h})$	≥ 5

Biodiski

Velikost primarnega usedalnika dimenzioniramo na enak način kot pri čistilnih napravah z aktivnim blatom. Pri določanju potrebne površine biodiskov se upošteva sledeča površinska obremenitev po BPK_5 $B_A = 0,004 - 0,006 \text{ kg}/(\text{m}^2.\text{d})$. Potrebna površina biodiska naj bi se razdelila med dva biološka biodiska. Naknadni usedalnik pa dimenzioniramo na enak način kot pri čistilni napravah precejalnikih.

6.2.3 Dimenzioniranje RČN

Rastlinske čistilne naprave so najprimernejše za manjša naselja velikosti od 100 do 500 PE. Uporabljajo se predvsem za čiščenje odpadnih voda pri posameznih dislociranih objektih, za čiščenje primarnega iztoka iz greznic, sekundarnega iz lagun, za terciarno čiščenje, pa tudi za čiščenje odpadnih voda iz cestišč in za čiščenje izcednih voda odlagališč komunalnih odpadkov.

Z RČN posnemamo samočistilno sposobnost narave. Postopek čiščenja odpadne voda v RČN običajno poteka v dveh fazah. V usedalniku se izloči večina mehanskih nečistoč, v mokrišču pa poteka aerobna in anaerobna mikrobiološka razgradnja preostalih nečistoč, zato da iz čistilne naprave odteka voda, primerna za izpust. Usedalnik je dimenzioniran tako, da se mehanske nečistoče usedajo, poleg tega v njem že poteka prva faza mikrobiološke razgradnje. Odpadna voda se nato iz usedalnika s pomočjo distribucijskega sistema razliva po filternem pasu grobega kamenja in nadaljuje pot skozi sistem pod površino substrata (medija). Bistvo čistilne naprave je mokrišče, kjer se deloma prečiščena voda iz usedalnika dokončno očisti. Tu prihaja v stik z rizosfero, ki jo sestavljajo korenine in rizomi, s substratom ter mikroorganizmi. V tem delu poteka glavno čiščenje. Očiščena voda se nato s pomočjo drenaže zbere na koncu sistema v iztok. Nivo vode se v RČN uravnava s pomočjo spreminjanja pretoka na dotoku in iztoku. V RČN poteka čiščenja odpadne vode s pomočjo različnih mešanic substrata, mikroorganizmov in močvirskih rastlin. Substrat je v procesu čiščenja pomemben za filtracijo suspendiranih delcev in patogenih bakterij, sedimentacijo suspendiranih delcev v praznih prostorih substrata ter sorpcijo, adsorbcijo in ionsko izmenjavo. Mikroorganizmi so s svojo sposobnostjo razgradnje in vgradnje posameznih snovi v biomaso najpomembnejši. Rastline skozi koreninski sistem, omogočajo naselitev in preživetje aerobnih mikroorganizmov. Prav tako je pomembna njihova sposobnost privzemanja in vgradnja organskih in anorganskih snovi. S svojimi izločki zmanjšujejo število patogenih bakterij.

Slabosti RČN pa so predvsem v veliki potrebni površini ter obsežnih sanacijskih delih pri zamašitvi drenaž. Zato je priporočljivo, da se večje RČN izdelujejo v več poljih posameznih površin od 25-50 m². Tako se v primeru zamašitve sanira samo eno polje, kjer je prišlo do

zamašitve. Pomanjkljivost teh čistilnih naprav je tudi ta, da pozimi slabše delujejo, saj se vegetacija ob nizki temperaturi upočasni ali ustavi.

Za dimenzioniranje RČN podajamo princip dimenzioniranja, kot je ta naveden v Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment, EPA 832-R-93-008, julij 1999, EPA. V prvi fazi izračunamo pretok Q. V primeru kjer je skozi čistilni medij pretok nepoznan, lahko le tega izračunamo z naslednjo enačbo.

$$Q = K_s^b \cdot A \cdot S \quad (6.8)$$

Oznake v zgornji enačbi:

Q pretok [m^3/d],

K_s^b hidravlična prevodnost [$m^3/m^2/d$],

A površina [m^2] in

S hidravlični gradient [m/m].

V slučaju, da je Q prevzet kot povprečni tok $Q=(Q_{vtoka} + Q_{itoka})/2$, ter da ni nobenih izgub v precejalnem telesu (puščanje, preboji in ponikanje, izhlapevanje), se lahko prevzame sprejemljiva posplošitev hidravličnih razmer v pretočnem mediju.

Vrste agregata telesa, po katerem se preteka voda, so opredeljeni z naslednjimi karakteristikami.

Preglednica: Pregled karakteristik agregata

Vrsta granulacije v telesu	Efektivna velikost zrna D_{10} [mm]	n^a Poroznost [%]	K_s^b Hidravlična prevodnost [$m^3/m^2/d$]
Grob pesek	2	32	1.000
Prodnat pesek	8	35	5.000
Droben pesek	16	38	75.000
Srednji gramoz	32	40	10.000
Grobo kamenje	128	45	100.000

BPK_5 odstranjevanje je definirano z naslednjo enačbo:

$$\frac{C_i}{C_v} = e^{-K_T \cdot t} \quad (6.9)$$

Kjer je:

$$t = \frac{n^a \cdot L \cdot W \cdot d}{Q} \quad (6.10)$$

Tako lahko izračunamo površino rastlinske čistilne naprave:

$$Q = L \cdot W = \frac{Q \cdot h \cdot C_v / C_i}{K_T \cdot d \cdot n} \quad (6.11)$$

Oznake v zgornji enačbi:

L dolžina telesa [m],

W širina telesa [m],

d povprečna globina telesa [m],

n efektivna poroznost medija [%],

C_v BPK_5 vrednost vtoka [mg/l],

C_i BPK_5 vrednost iztoka [mg/l],

K_T temperaturni koeficient pri 20C = 1,104 in

Q povprečni pretok skozi telo [m^3 / d].

Delovna globina telesa se izbere glede na dolžino korenine vrste zasajene močvirne rastline.

Preglednica: Dolžine korenin

Vrsta rastline	Dolžina korenike [m]
Sitec, Scirpus	0.8
Trst, Phragmites	0.6
Rogoz, Typha	0.3

(*Pri nas se uporablja tudi močvirna trava Šoš)

Izračun po tej metodi se ne sme uporabljati za dimenzioniranje čistilnih naprav s projektiranim iztokom $BPK_5 < 5$ mg/l. Večje čistilne naprave je potrebno razdeliti na več čistilnih polij zaradi morebitnih kasnejših sanacij in vzdrževanja.

6.3 Primerjava malih čistilnih naprav

V sledečem podpoglavju sta predstavljeni in opisani dve različni tipski čistilni napravi in rastlinska čistilna naprava, katere se med drugimi pojavljajo na našem tržišču. V zadnjih letih se je število proizvajalcev oziroma uvoznikov malih komunalnih čistilnih naprav zelo povečalo. Zaradi večje konkurence so tudi nižje cene čistilnih naprav. Na tržišču so na voljo tako tipske čistilne naprave z aktivnim blatom, s pritrjeno biomaso kot tudi RČN. Velikost teh naprav se prilagaja potrebam investitorja komunalne infrastrukture in se giblje od 5 PE pa do nekaj 1000 PE.

6.3.1 Čistilne naprave z razpršeno biomaso

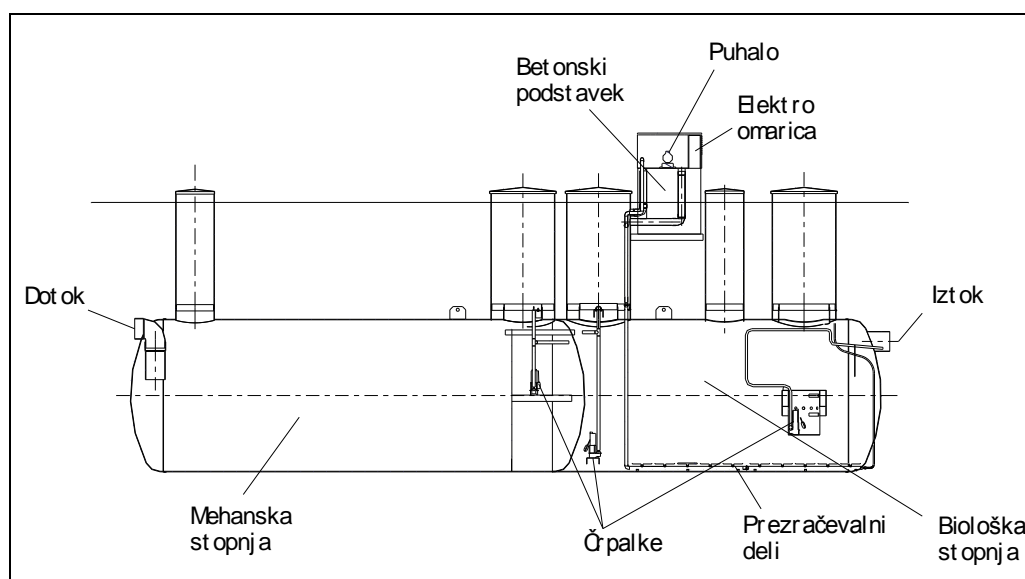
REGENERACIJA d. o. o. (Slovenija)

Podjetje Regeneracija d.o.o. je vodilno podjetje v Sloveniji na področju poliestrskega programa. Njihova proizvodnja obsega izdelavo kanalizacijskih cevi, revizijskih jaškov, tipskih črpališč, lovilcev olj in maščob itd. Med njihovimi proizvodi so tudi tipske čistilne naprave velikosti od 3 PE pa vse do 1000 PE. V standardni ponudbi imajo čistilne naprave velikosti od 3 PE do 500 PE, večje čistilne naprave se izdelajo po naročilu glede na zahteve oziroma potrebe naročnika. Ponujajo tudi tipske montažne čistilne naprave, delujoče po SBR tehnologiji.

Značilnost SBR tehnologije je, da se postopek čiščenja lahko odvija v enem samem ali v več zaporednih bazenih, odvisno od velikosti čistilne naprave. V zadnjih letih se je uveljavila računalniško podprta avtomatizacija SBR čistilnih naprav, kar omogoča preprosto vodenje procesa. Z vzdrževanjem različnih koncentracij aktivnega blata in časa za usedanje lahko operater spreminja operativne pogoje procesov glede na spremembe obremenitev. Tehnologija čiščenja odpadne vode je razdeljena na pet faz. Prva faza predstavlja polnjenje, kar pomeni dotok odpadne vode iz mehanske stopnje v biološko stopnjo. V drugi fazi se začne dovajati kisik s pomočjo puhal in difuzorjev. V tretji fazi čiščenja odpadne vode oziroma v fazi mirovanja se odpadna voda bistri. Očiščena voda je v zgornjem sloju in je pripravljena za izpust, medtem ko je v spodnjem delu aeracijskega bazena usedla biomasa. V

četrti fazi se očiščena voda s pomočjo črpalke prečrpava v odvodnik. V zadnji peti fazi pa se presežek blata vrača v mehansko stopnjo in postopek se ponovi.

Pri ČN SBR od 5 do 20 PE se uporabljajo stoječe SBR naprave, od 30 PE naprej (vključno z njo) pa ležeče ČN SBR.



Slika: Prikaz male čistilne naprave podjetja Regeneracija d. o. o. (<http://www.regeneracija.si>)

Preglednica: Tehnični podatki ČN SBR (<http://www.regeneracija.si>)

Tip SBR	PE	Volumen mehanske stopnje (m ³)	Volumen biološke stopnje (m ³)	Premer D (mm)	Višina H oz. dolžina L (mm)	Dolžina L _{MS} (mm)	Dolžina L _{BS} (mm)	Cevni priključek DN (mm)	Poraba kWh/leto	Teža (kg)
SBR-REG-5		1,4	0,8	1400	1750			150	160	180
SBR-REG-8		2,2	1,2	1800	1850			150	240	250
SBR-REG-12		3,3	1,8	1800	2450			150	350	320
SBR-REG-20	16 - 25	4,5	3	2200	2450			150	540	390
SBR-REG-20 ¹	16 - 25	4,5	3	1800	3700			150	540	390
SBR-REG-30	26 - 35	6,6	3,4	1600	5800			150	800	420
SBR-REG-40	35 - 45	7,2	4,5	1800	5500			150	1000	520
SBR-REG-50	46 - 60	8,9	5,6	2000	6800			150	1300	620
SBR-REG-75	61 - 85	13,4	8,4	2000	7900			150	2000	860
SBR-REG-100	86 - 125	17,9	11,3	2400	7000			150	2500	1500
SBR-REG-150	125 - 175	20,8	16,9	2400	9000			150	4200	1800
SBR-REG-200	176 - 225	27,8	22,5	2400	11900			200	5400	2200
SBR-REG-250 ²	226 - 275	29,7	28,1	2400		7100	6600	200	6800	3000
SBR-REG-300 ²	276 - 325	35,6	33,8	2400		8000	7900	200	7700	3500
SBR-REG-350 ²	326 - 375	41,6	39,4	2400		9500	9000	200	9000	4000
SBR-REG-400²	376 - 450	47,5	45	2400		11000	10400	200	9800	4300
SBR-REG-500 ³	451 - 550	50	56,3	2400		11900	2 x 6500	200	11000	5200

¹- Ležeča različica, ²- Dve posodi (1 mehanska stopnja + 1 biološka stopnja) in ³- Tri posode (1 mehanska stopnja + 2 biološki stopnja)

Vgradnja tipske čistilne naprave podjetja Regeneracija d. o. o. je dokaj enostavna. ČN SBR se vkoplje v zemljo. Nad zemljo ostane le del vstopnih jaškov s pohodnimi pokrovi, ki so zavarovani pred odprtjem in proti vplivom padavin. Če je na območju nevarnost poplave, proizvajalec odsvetuje vgradnjo kompresorja in električnih komponent v jašek. V takem primeru jih je bolje vgraditi v primeren zaprt prostor v bližini. Nad zemljo ostane tudi zračnik, ki odvaja zrak iz biološke stopnje. Če v bližini ni bivalnih enot, je zračnik montiran na iztočni cevi, ki vodi direktno v zrak. Če pa je ČN SBR v neposredni bližini hiš, se zračnik izpelje ob hiši nad sleme strehe ali čim dlje od bivalnih prostorov. V primeru, da se pojavi neprijeten vonj, je možno odzračevanje preko biofiltra, ki očisti zrak neprijetnega vonja.

Poleg tipskih čistilnih naprav podjetje Regeneracija izdeluje tudi MČN po naročilu in so dimenzionirane glede na realne hidravlične izračune. Izdelujejo tudi klasične čistilne naprave, vključno z vsemi potrebnimi objekti (primarni usedalnik, aeracijski bazen in naknadni usedalnik, ki ga pri ČN SBR ni). Po razgovoru s projektanti, zaposlenimi v podjetju, se za dimenzioniranje MČN uporabljajo postopki, zahtevani po standardu ATV A122 (glej poglavje 6.4).

Cena čistilne naprave tipa SBR REG 400 znaša 57.380,00 evrov. V tej ceni niso vključeni DDV, gradbena in montažna dela, vključen pa je prevoz MČN na gradbišče.

EURO MEC (Italija)

Podjetje EURO MEC je skupaj s tovarno betonskih izdelkov v kraju Montichiari in komercialno projektno pisarno v Mantovi prisotno na področju čiščenja odpadnih voda že več kot dvajset let.

Prefabricirane naprave tipa EURO MEC model OXI za individualno gradnjo oz. naselja so dimenzionirane in izdelane na podlagi evropskih standardov in ustrezajo tudi slovenski zakonodaji. Značilnosti in prednosti take naprave so:

- enostavna in ekonomična inštalacija,
- preprečeno širjenje hrupa in vonjav v okolico,

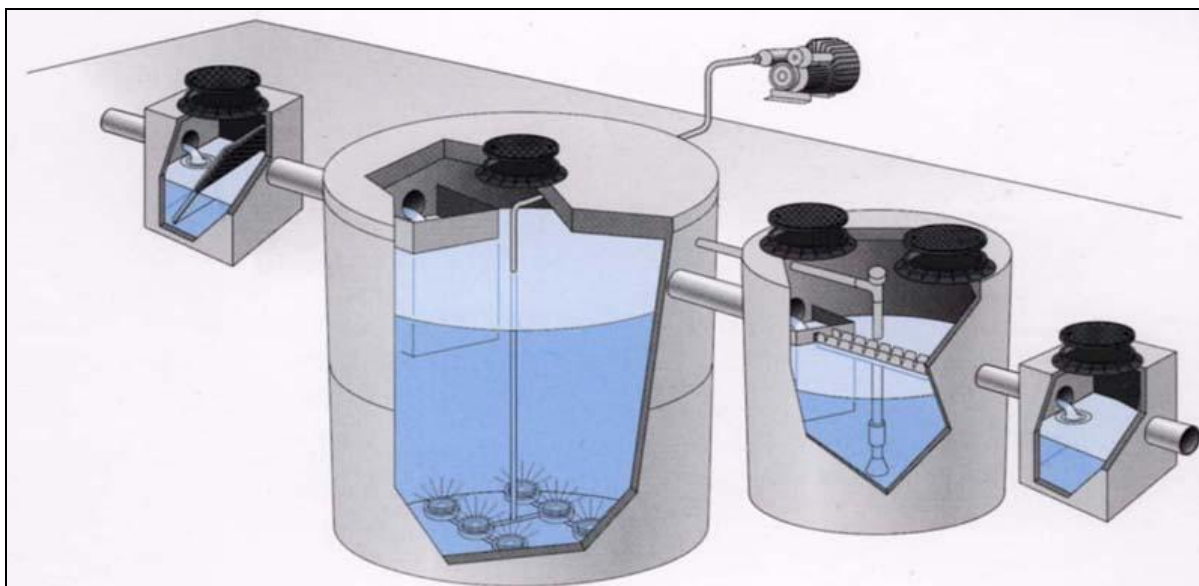
- maksimalno znižani obratovalni stroški,
- velika fleksibilnost pri gradnji,
- uporaba visoko kvalitetnih materialov (vibriran armiran beton, PVC, nerjaveča pločevina),
- dolga življenjska doba ter
- vsi betonski elementi so povozni (maksimalna obtežba: $q = 1.800 \text{ kg/m}^2$).

Proizvajalec ponuja širok spekter čistilnih naprav različnih velikosti. Za obravnavano območje sta primerna dva tipa čistilnih naprav, in sicer:

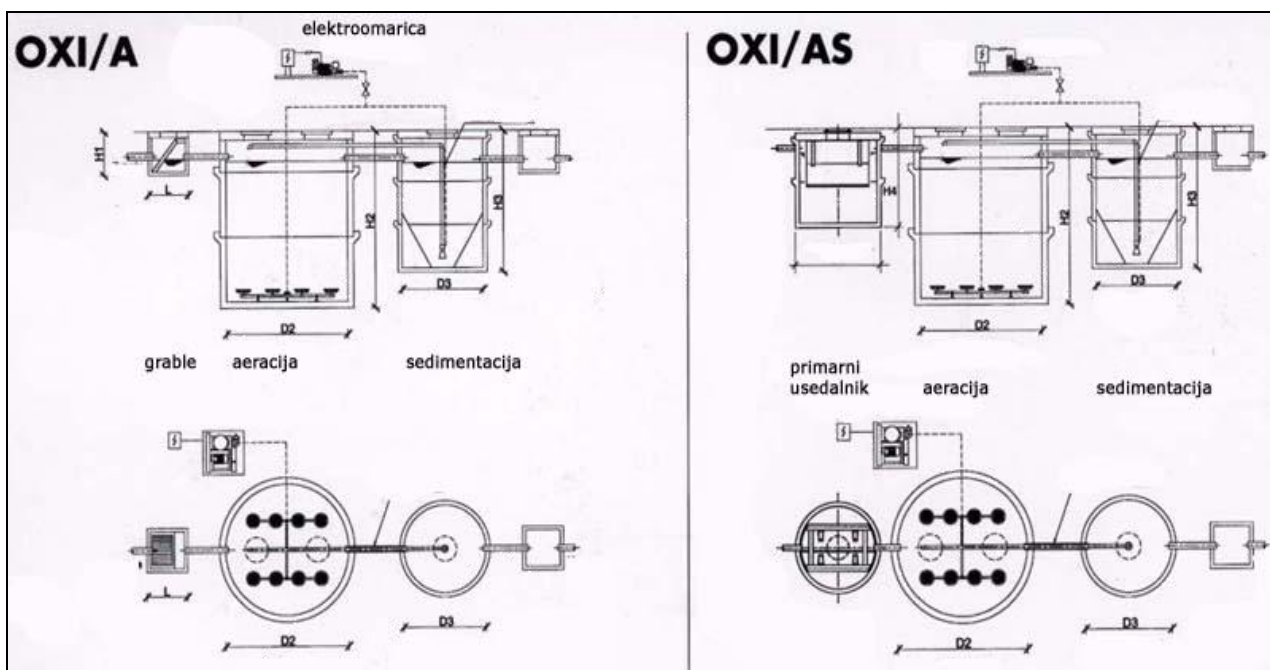
- model OXI/A iz okroglih modularnih jaškov kapacitete 5-800 PE, izdelan iz visoko kvalitetnega armiranega betona; vsa vgrajena oprema je iz nerjaveče pločevine in PVC materialov,
- model OXI/P paralelepipedne oblike kapacitete 30-800 PE, prav tako narejen iz visoko kvalitetnega armiranega betona; vgrajena oprema je prav tako iz nerjaveče pločevine in PVC materialov.

Preglednica: Tehnični podatki čistilne naprave (model OXI/A) (<http://www.eco-ing.com/5pe.html>)

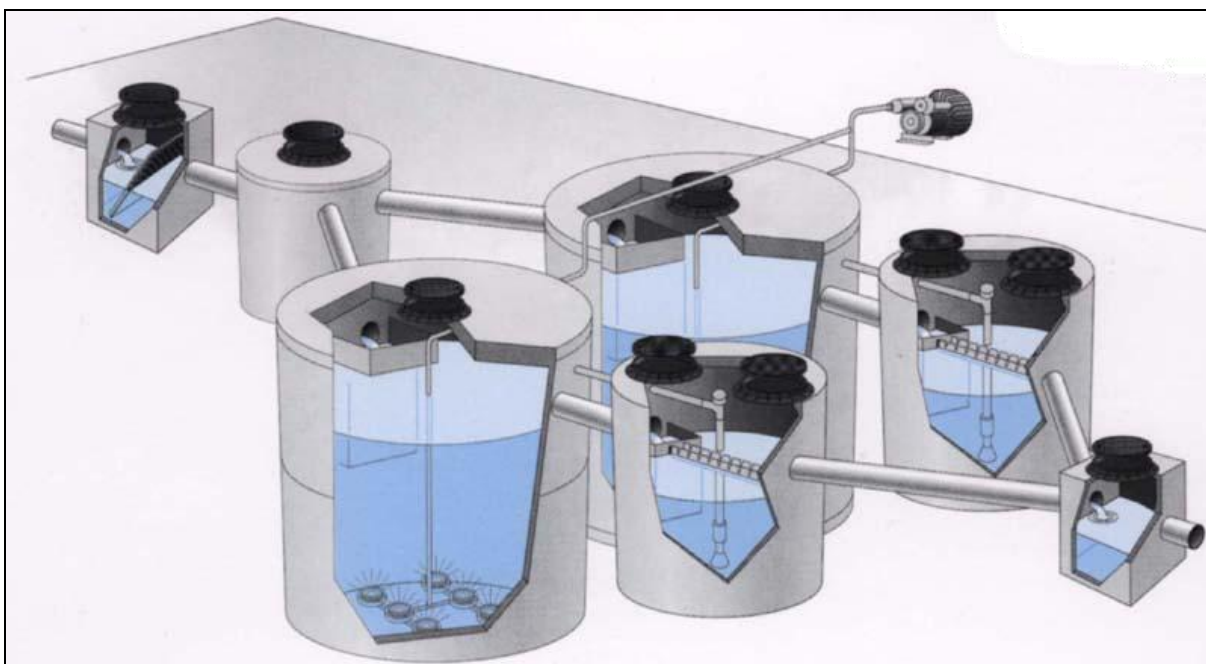
Model	Inštaliran a moč (kW)	L1	H1	D2	H2	D3	H3	Teža (t)
OXI/A 5	0,37	50	66	150	165	-	-	2,5
OXI/A 10	0,7	50	66	150	165	-	-	2,5
OXI/A 15	0,55	50	66	150	165	100	108	3
OXI/A 20	0,55	50	66	150	212	100	108	3,5
OXI/A 30	1,1	50	66	200	229	100	158	4,5
OXI/A 40	1,1	50	66	200	229	100	208	5,5
OXI/A 50	1,1	50	66	200	279	100	258	5,8
OXI/A 60	1,1	50	66	200	279	100	258	7,5
OXI/A 80	2,2	50	66	200	329	125	258	8,5
OXI/A 100	2,2	50	66	300	245	150	258	13,5
OXI/A 125	2,2	80	96	300	320	150	258	16,5
OXI/A 150	2,2	80	96	300	320	200	229	17,5
OXI/A 175	3	80	96	300	395	200	229	19
OXI/A 200	3	80	96	300	395	200	279	21
OXI/A 225	4	80	96	300	470	200	279	22
OXI/A 250	4	80	96	300	470	200	329	23
OXI/A 300	4	80	96	2X300	395	2X200	279	31
OXI/A 350	4	80	96	2X300	395	2X200	279	31
OXI/A 400	5,5	80	96	2X300	470	2X200	329	33
OXI/A 450	5,5	80	96	4X300	320	2X200	370	43
OXI/A 500	5,5	80	96	4X300	320	300	370	43
OXI/A 550	7,5	80	96	4X300	320	2X300	320	50
OXI/A 600	7,5	80	96	4X300	395	2X300	320	50
OXI/A 700	7,5	80	96	4X300	395	2X300	320	50
OXI/A 800	9,2	80	96	4X300	470	2X300	320	55



Slika: Čistilna naprava – model OXI/A (<http://www.eco-ing.com/5pe.html>)



Slika: Čistilni napravi – modela OXI/A in OXI/AS (<http://www.eco-ing.com/5pe.html>)



Slika: Čistilna naprava – model OXI/A velikosti ≥ 300 PE (<http://www.eco-ing.com/5pe.html>)

Karakteristike modela OXI/P pa so prikazane v prilogi B4.

Model čistilne naprave OXI/A je sestavljen iz primarnega usedalnika, aeracijskega bazena in naknadnega usedalnika, iz katerega se del aktivnega blata vrača v aeracijski bazen, višek pa se odstrani. To pomeni, da gre za klasično čistilno napravo z razpršeno biomaso za razliko od modela OXI/P, ki deluje po postopku SBR, kar pomeni, da ni naknadnega usedalnika. V tem primeru se celoten cikel čiščenja odvija v enem samem bazenu, ki je razdeljen na aeracijski del in sedimentacijski del. Proizvajalec ponuja dve različici: modela OXI/A in OXI/AS. Model OXI/A ima namesto primarnega usedalnika grablje, model OXI/AS pa ima namesto grabelj primarni usedalnik.

Pri vgradnji je možnih več opcij. Čistilno napravo se lahko vgradi v zemljo, možna je tudi nadzemna izvedba. Čistilne naprave so lahko pokrite in povozne, lahko so odkrite ali pa pokrite z lahko polipropilensko montažno streho.

Cena modela OXI/A, primerne za obravnavano območje znaša 50.000,00 evrov brez DDV, cena modela OXI/P pa 57.000,00 evrov brez DDV. Treba je poudariti, da v tej ceni niso vključena gradbena in montažna dela ter niti prevoz tipske čistilne naprave na gradbišče.

Predstavljena proizvajalca sta ena izmed mnogih, ki se pojavljata na našem tržišču. Poleg podjetja Regeneracija d.o.o., ki je eno vodilnih podjetij v Sloveniji na področju izdelave tako tipskih kot tudi po naročilu narejenih čistilnih naprav, se na našem tržišču v zadnjih letih pojavlja vedno več proizvajalcev tipskih čistilnih naprav. Seveda morajo vsi ponudniki zadovoljiti kriterijem evropske in naše zakonodaje, predvsem predpisanim parametrom Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav. Naloga posameznega investitorja je, da preuči vse možne variante in vse ponudnike čistilnih naprav in se odloči za optimalno rešitev, kar naj bi pomenilo najugodnejšo ceno ob najboljšem učinku čiščenja odpadne vode.

Za projektirano območje se kljub višji nabavni ceni predvidi čistilna naprava slovenskega proizvajalca Regeneracija d.o.o. Možni sta dve varianti, in sicer, da se odločimo za tipsko čistilno napravo po njihovi standardni ponudbi ali za čistilno napravo po naročilu, kar pomeni, da se predvidi tudi naknadni usedalnik. Prava varianta predstavlja čistilno napravo SBR, katere volumen primarnega usedalnika znaša $V = 47,5 \text{ m}^3$, volumen aeracijskega bazena pa $V = 45 \text{ m}^3$. Kot druga opcija se za čiščenje odpadne vode iz obravnavanih naselij predlaga čistilna naprav z razpršeno biomaso in povratnim blatom. To pomeni, da je potrebno predvideti tudi naknadni usedalnik, iz katerega se del aktivnega blata vrača v aeracijski bazen. Med obema možnima opcijama se odločimo za drugo varianto.

Ob upoštevanju standarda za čistilne naprave velikosti med 50 in 500 PE ATV A122 se predvidijo primarni in naknadni usedalnik ter aeracijski bazen velikosti in dimenzij, kot sledi.

Primarni usedalnik

Ker se predvideva, da bo v primarni usedalnik speljano blato iz sekundarnega usedalnika, naj bo njegova prostornina vsaj $0,1 \text{ m}^3$ na PE.

$$V_{\text{prim.used.}} = 0,1 * 400 = 40 \text{ m}^3$$

Dimenzije enega primarnega usedalnika bi torej znašale: premer 4 m in
višina 3,5 m.

Aeracijski bazen

Predvidena biološka obremenitev čistilne naprave s 400 populacijskimi enotami je enaka:

$$B_{dBPK_5} = 400PE \cdot 60gBPK_5 / PE \cdot d = 24,00 \text{ kgBPK}_5 / d$$

Sledi izračun prostornine aeracijskega bazena. Iz tabele (glej podpoglavje 6.2.1) izberemo BPK_5 volumenska obremenitev $B_p = 0,20 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$. S pomočjo spodnje enačbe izračunamo prostornino aeracijskega bazena:

$$V_{AT} = B_{dBPK_5} / B_{pBPK_5}$$

$$V_{AT} = \frac{24 \text{ kg} / d}{0,20 \text{ kg} / \text{m}^3 d} = 120 \text{ m}^3$$

Predvidevata se dva aeracijska bazena velikosti 60 m^3 . Dimenzije enega prezračevalnika bi torej znašale: premer 4 m in
višina 5 m.

Za razgradnjo organskih snovi je potreben kisik. Potrebno dovajanje kisika izračunamo s pomočjo enačbe:

$$aOC = 3 \cdot B_{dBPK_5} / 24 = 0,125 \cdot B_{dBPK_5}$$

$$aOC = 0,125 \cdot 24 = 3,00 \text{ kgO}_2/\text{h}.$$

Naknadni usedalnik

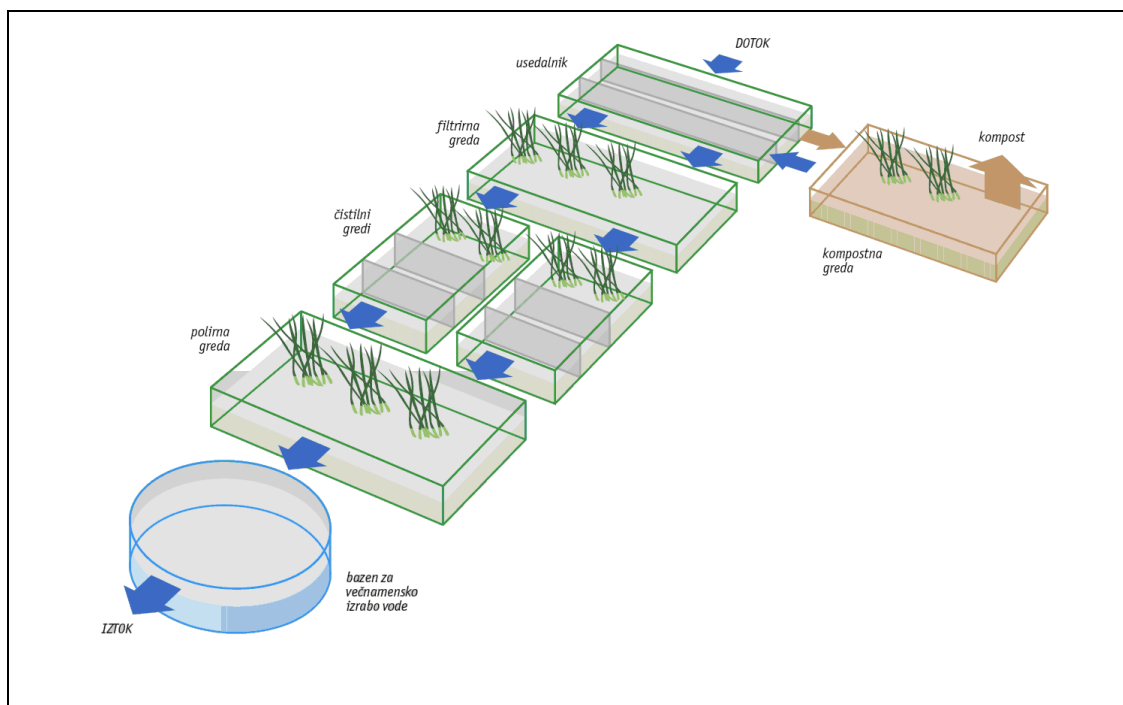
Pri določitvi potrebnega volumna naknadnega usedalnika si lahko pomagamo z diagramom, prikazanim v podpoglavju 6.2.1. Ker je potrebno poznati odstotek tuje vode za to območje, predpostavimo 25 % tuje vode. Iz diagrama odčitamo potrebni volumen naknadnega usedalnika, ki znaša $V_{nak.used.} = 37 \text{ m}^3$. Poleg volumna naknadnega usedalnika iz grafa

razberemo še premer naknadnega usedalnika, ki znaša 4,5 m. Ko razpolagamo s temi podatki, je treba določiti še višino naknadnega usedalnika, ta pa znaša ca. 2 m.

6.3.2 Rastlinska čistilna naprava (RČN)

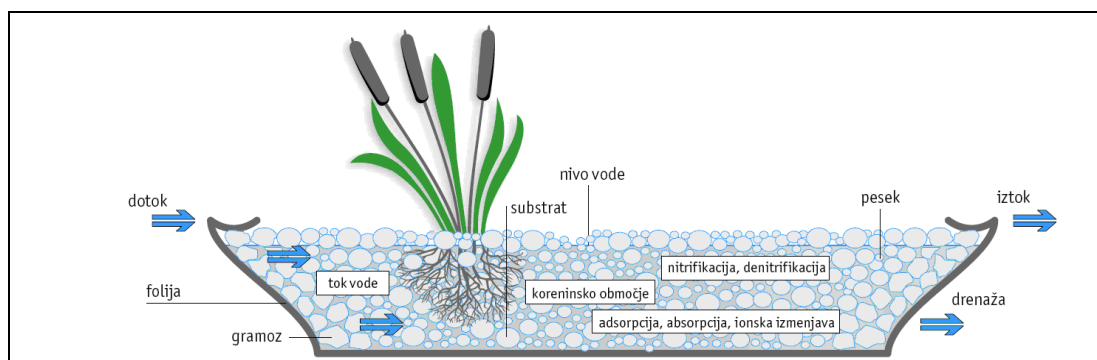
Limnos d.o.o. (Slovenija)

Podjetje Limnos se ukvarja z dimenzioniranjem in gradnjo RČN. V svoji ponudbi ponujajo RČN imenovano Limnowet. Delovanje omenjene RČN prikazujeta spodnji sliki.



Slika: Shema delovanja RČN LIMNOWET (Vir: <http://www.limnos.si/>)

Strupene snovi se v procesu čiščenja razgradijo, delno vgradijo v rastline, delno pa ostajajo v substratu, od koder se iz prvih bazenov, brez večjih stroškov, v cikličnih obdobjih lahko odstranijo. Po potrebi se sistem zaključuje z bazenom za večnamensko uporabo prečiščene vode (namakanje oziroma zalivanje zelenih površin, gašenje požarov, gojenje aqua kultur) ali kot krajinski element. Mulj iz mehanske stopnje se kompostira v kompostni gredi, ki je v osnovi podobna RČN.



Slika: Prerez skozi gredo RČN (Vir: <http://www.limnos.si/>)

Prednosti RČN LIMNOWET so predvsem:

- novi biotop za rastline in živali,
- učinkovito odstranjujejo spojine dušika, fosforja, težke kovine in druge strupene snovi iz odpadnih vod ter tako varujejo podtalnico, pitne vire, vodotoke in jezera, (70–90 % učinkovitost),
- učinkovito zmanjšujejo število fekalnih in drugih bakterij (90–99 %), za delovanje praviloma nista potrebni niti energija niti strojna oprema,
- obratovanje in vzdrževanje je enostavno, brez večjih stroškov,
- prečiščena voda se lahko večnamensko uporabi (namakanje oziroma zalivanje zelenih površin, gašenje požarov, aqua culture),
- večje število gred omogoča prilagajanje dani oblikovanosti prostora,
- ob povečani obremenitvi (povečanje števila prebivalcev) se RČN enostavno dogradi,
- se lepo vključujejo v okolje in prispevajo k lepšemu izgledu degradiranih področij in
- pri čiščenju izcednih odpadnih voda opravljajo funkcijo čiščenja tudi po zaprtju deponije (Vir: <http://www.limnos.si/>).

Podjetje predlaga, da je za uspešno čiščenje komunalne odpadne vode potrebnih 2 do 2,5 m² površine za 1PE, s katerim je izražena obremenitev okolja. Tako bi bila za naš primer potrebna RČN površine $A = 2,5 \text{ m}^2 * 400 \text{ PE} = 1000 \text{ m}^2$.

Cena omenjene RČN, vključno z vsemi gradbenimi deli znaša 90.000,00 EUR.

6.4 Primerjava rešitev odvodnje in čiščenja voda za obravnavano območje

Za predvidene variante rešitve je bil izdelan aproksimativni predračun, ki poda okvirno vrednost investicije. Projekti iz idejnih zasnov so aproksimativno ovrednoteni na podlagi projektantskih cen, ki ne vsebujejo DDV-ja. V spodnji preglednici so prikazane aproksimativne ocene za posamezne idejne rešitve. Izdelana je bila primerjava med PVC in betonskimi kanalizacijskimi cevmi ter med revizijskimi jaški iz umetnih mas in betonskimi revizijskimi jaški. Betonske kanalizacijske cevi so se predvidele kot alternativna rešitev za kanalizacijo za padavinsko vodo ne pa tudi za kanalizacijo za odpadno vodo. Razlog temu je dejstvo, da se na tržišču ne prodajajo betonske kanalizacijske cevi manjše dimenzije od 300 mm, oziroma proizvajalci proizvajajo manjše dimenzije betonskih cevi vendar so le te dolžine 1 m`.

Preglednica 6: Rekapitulacija aproksimativnih ocen investicije posameznih variant

UREDITEV	OBMOČJE - VRSTA KANALIZACIJE	CENA €* (material - PVC)	CENA €* (material - beton)	PVC - BETON [%]
1	Ločen kanalizacijski sistem za naselji Muljava in Potok pri Muljavi - MČN ob požiralniku Španove rupe - varianta A	1,379,193.33	1,297,245.81	5.94
2	Ločen kanalizacijski sistem za naselji Muljava in Potok pri Muljavi - MČN ob potoku Višnjica - varianta B	1,717,910.52	1,674,995.27	2.50
2a.	Ločen kanalizacijski sistem za naselji Muljava in Potok pri Muljavi - MČN ob potoku Višnjica z možnostjo priključitve kanalizacije za odpadno vodo iz naselij Bojanji vrh in Veliko Kompolje - varianta B1	394,167.60	394,167.60	-
3	Ločen kanalizacijski sistem za naselji Muljava in Potok pri Muljavi - MČN ob potoku Bržiček - varianta C	1,274,160.92	1,182,290.90	7.21
			Povprečje:	5.22

(* Cene ne vsebujejo DDV-ja)

Iz zgornje preglednice je razvidno, da je za občino Ivančna Gorica najcenejša izgradnja ločenega kanalizacijskega omrežja pod točko 3. V omenjenem primeru bi občina za izgradnjo potrebovala 1.274.160,92 oz. 1.182.290,90 EUR. Kljub temu, da je izbrana varianta najcenejša pa v celoti ne rešuje odvodnje odpadnih in padavinskih voda. Pri tej varianti se ne predvideva priključitev delov naselij imenovanih Kovač, Na Preži in podjetja Promis na kanalizacijo za odpadno vodo. Razlog temu je prevelika oddaljenost omenjenih delov naselja

od predvidene trase kanalizacijskega sistema. V kolikor bi želeli priklopiti omenjene dele naselja in podjetje na kanalizacijski sistem bi bilo potrebno dodatno položiti ca. 1.200 m` kanalizacijskih cevi, kar pomeni, da se vrednost investicije dodatno poveča za 245.000,00 EUR v primeru da se predvidijo PVC kanalizacijske cevi in za 230.000,00 EUR v kolikor bi se uporabile betonske cevi in revizijski jaški.

Varianta, ki v celoti rešuje odvodnjo in čiščenje odpadnih voda na obravnavanem območju je varianta pod točko 2. Ta varianta pa je v primerjavi z varianto pod točko tri dražja za ca. 26 % v primeru uporabe PVC cevi oz. za ca. 23 % v primeru uporabe betonskih cevi in revizijskih jaškov. Kljub višji investicijski vrednosti pa se v tem primeru omogoči priklop vseh delov obravnavanih naselij na kanalizacijski sistem. Poleg celotne ureditve odvodnje in čiščenja odpadnih voda za naselji Muljava in Potok pri Muljavi pa ta varianti omogoča tudi priklop naselij Bojanji vrh in Veliko Kompolje na MČN, katero pa je potrebno povečati za 100 PE. V tem primeru se investicija podraži še za dodatnih 394.167,60 EUR. Kljub višji investicijski vrednosti pa ta varianta rešuje odvodnjo in čiščenje odpadnih voda, ne samo za 325 prebivalcev temveč še za dodatnih 91 prebivalcev. Zato bi bilo smotno iz strani občine, da se kljub višji investicijski vrednosti odloči za omenjeno varianto, saj bi se na ta način v celoti rešil problem odvodnje in čiščenja odpadnih voda za naselje Muljava in njegovo bližnjo okolico.

V zgornji tabeli je tudi prikazana primerjavo med PVC in betonskimi kanalizacijskimi cevmi. Razvidno je, da je uporaba betonskih cevi ne glede na izbrano varianto v povprečju cenejša za ca. 5,22 %.

7 ZAKLJUČEK

Naselji Muljava in Potok pri Muljavi sta med številnimi naselji Republike Slovenije, ki še nimajo urejene odvodnje in čiščenja odpadnih voda. Na področju komunalne ureditve manjših naselij na območju občine Ivančna Gorica in na splošno na celotnem območju Slovenije bo potrebno še veliko postoriti v kolikor želimo bolj čisto okolje.

V diplomski nalogi sem izdelal tri variantne rešitve odvodnje in čiščenja odpadnih voda za omenjeni naselji. Variantne rešitve so odvisne od predvideno lokacije MČN. Pri prvi variantni rešitvi se predvidi ločen kanalizacijski sistem za omenjeni naselju, kateri se zaključí z MČN na lokaciji ob požiralniku Španove rupe. Pri varianti B se prav tako predvidi ločen kanalizacijski sistem za naselji, vendar se v tem primeru MČN predvidi na lokaciji ob potoku Višnjica. V tej varianti se predvidi tudi priklop okoliških naselij Bojanji vrh in Veliko Kompolje na MČN. Pri tretji variantni rešitvi pa se MČN predvidi na lokaciji ob potoku Bržiček. Poleg same primerjave med variantnimi rešitvami sem v diplomski nalogi primerjal tudi različne vrste materialov kanalizacijskih cevi in revizijskih jaškov. Tako je bila izdelana in finančno ovrednotena primerjava med kanalizacijskimi cevmi in revizijskimi jaški iz umetnih mas (PVC) in betonskimi kanalizacijskimi cevmi ter revizijskimi jaški. Pokazalo se je, da bi v primeru uporabe betonskih cevi in betonskih revizijskih jaškov v poprečju prihranili ca. 5,22 % ocenjene investicijske vrednosti. Poleg variantnih rešitev in dimenzioniranja ločenega kanalizacijskega sistema sem primerjal tudi različne MČN. Tako je bila izdelana primerjava med različnima proizvajalcema MČN, kot tudi primerjava med klasično čistilno naprava in RČN. Poleg primerjave med različnimi čistilnimi napravami sem z uporabo nemškega standarda ATV A122 dimenzioniral MČN, potrebno za obravnavano območje.

Za vse variantne rešitve so se izdelali aproksimativni predračuni, na podlagi katerih se je izkazalo, da bi morala občina zagotoviti minimalno 1.182.290,90 EUR, v kolikor bi žela rešiti problem odvodnje in čiščenja odpadnih voda za obravnavano območje. Zato se za naselji predvidi gradnjo v dveh fazah, kar razpolovi vrednost investicije. S tem se investicija časovno

odloži, vendar se omogoči daljši rok za pridobitev potrebnih sredstev. Na podlagi aproksimativnih predračunov se je pokazalo, da bi bilo za občino Ivančna Gorica iz finančnega vidika najbolj ugodna varianta pod točko 3 (glej preglednico 6), saj ta ob aproksimativni oceni investicije predstavlja najnižjo vrednost in ob enem skoraj v celoti rešuje problem odvodnje in čiščenja odpadnih voda za obravnavani naselji. V kolikor pa bi v celoti želeli rešiti ta problem za naselji vključno z njuno okolico, pa sta za občino najbolj racionalni varianti pod točkama 2 in 2 b (glej preglednico 6). Ti varianti ne rešujeta problema čiščenja in odvajanja samo za naselji Muljava in Potok pri Muljavi, temveč tudi za njuno bližnjo okolico, oziroma še za dodatnih 91 ljudi.

V kolikor želimo zaščititi porečja slovenskih vodotokov, bo v prihodnosti potrebno posvečati več pozornosti komunalni ureditvi manjših naselij, kot sta Muljava in Potok pri Muljavi. Izdelava idejnih rešitev, ki lahko kasneje služijo kot osnova za izdelava projektne dokumentacije, je prvi korak k uresničitvi tega cilja.

VIRI

ATV – A 122. 1991 Principles for dimensioning, construction and operation of small sewage treatment plant with aerobic biological purification stage for connection values between 50 and 500 total number of inhabitants and population equivalents: 48 str.

Gams, I., 1987. Razvoj reliefe na zahodnem Dolenjskem. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 92 str.

Jerman, V. 2004. Tehnično – tehnološka in cenovna primerjava malih čistilnih naprav na tržišču Slovenije. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Hidrotehnična smer: 71 f

Kolar, J., 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 524 str.

Odlok o varstvu virov pitne vode na območju Občine Ivančna Gorica. Uradni vestnik občine Ivančna Gorica št. 5 – 21.7.1997: 141-145.

Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode in padavinske vode na območju Občine Ivančna Gorica. UL RS št. 1/2008: 43-55.

Panjan, J., 2001. Čiščenje odpadnih voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 166 str.

Panjan, J., 2001. Odvodnjavanje onesnaženih voda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 166 str.

Radonič, M., 1980. Vodovod: Kanalizacija u zgradbama. Beograd, GraĐevinska knjiga: 851 str.

Ristanovič, D. 2002. Javna kanalizacija na javnem območju Vrzenec s čistilno napravo 500 PE. Projektna dokumentacija. Ljubljana, Občina Horjul: 75 f.

Roš, M., 2001. Biološko čiščenje odpadne vode. Ljubljana, Založba GV: 227 str.

SIST EN 1610. 1997. Gradnja in preskušanje vodov in kanalov za odpadno vodo: 37 str.

Steinman, F., 1999. Hidravlika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 289 str.

Stražar, S. 1998. Idejni načrt čistilne naprave za odpadne vode v Murski Soboti s kapaciteto 50.000 populacijskih enot. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Hidrotehnična smer: 50 f

Šenk, J. 2002. Muljava – kanalizacija glavni kanal »S« na regionalni cesti. Projektna dokumentacija. Ljubljana, Občina Ivančna Gorica: 36 f.

Urbanič, U., Toman, M. 2003. Čistilne naprave. V: Urbanič, U., Toman, M. Varstvo celinskih voda. Ljubljana, Študentska založba: str. 77 – 85

Ekološki inženiring in svetovanje
<http://www.eco-ing.com> (05.01.2008)

Uradna stran občine Ivančna Gorica
<http://www.ivančna-gorica.si> (20.12.2007)

Javno komunalno podjetje Grosuplje
<http://www.jkp.si> (20.12.2007)

EPA. 1999 Subsurface flow constructed wetlands for Wastewater treatment, EPA 832-R-93-008
<http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/sub.pdf> (24.02.2008)

Spletna stran podjetja Regeneracija d.o.o.
<http://www.regeneracija.si> (05.01.2008)

Statistični urad RS – Popis 2002
<http://www.si-stat.si> (10.11.2008)

Telefonski imenik RS – topografske karte
<http://tis.telekom.si> (23.3.2008)

Spletna stran podjetja Zagožen d.o.o.
<http://www.zagozen.si> (16.12.2008)

Frantar, P. Hidrološki podatki o Višnjici. Sporočilo za: Malovrh, G. 19. december 2007. Osebna komunikacija.