

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 študij vodarstva in
komunalnega inženirstva

Kandidatka:

Helena Ugrin

Variantne izvedbe odvajanja in čiščenja odpadnih voda za naselje Poletiči in Beli kamen

Diplomska naloga št.: 145

Mentor:
prof. dr. Boris Kompare

Somentor:
asist. dr. Matej Uršič

Ljubljana, 2010

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana HELENA UGRIN izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:
Variantne izvedbe odvajanja in čiščenja odpadnih voda za naselje Poletiči in Beli Kamen.

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

Ljubljana, 10. 09. 2010

HELENA UGRIN

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

- UDK:** 628.1.034:628.2/.3(043.2)
- Avtor:** Helena Ugrin
- Mentor:** prof. dr. Boris Kompare, dr. Matej Uršič
- Naslov:** Variantne izvedbe odvajanja in čiščenja odpadnih voda za naselje Poletiči in Beli Kamen
- Obseg in oprema:** 85 str., 11 pregl., 20 sl., 3 graf., 18 pril.
- Ključne besede:** soglasja, kanalizacija, komunalna odpadna voda, padavinska odpadna voda, kompaktna čistilna naprava, rastlinska čistilna naprava, hidravlično dimenzioniranje, tehnološka primerjava, ekonomska primerjava

Izvodček

Diplomska naloga obravnava ekonomsko primerjavo različnih možnih rešitev odvajanja in čiščenja odpadne vode iz aglomeracij Poletiči in Beli Kamen. Naloga vsebuje opis soglasij, izdanih na podlagi veljavne zakonodaje, ki jih je projektant dolžan pridobiti s strani državnih in občinskih organov ter pooblaščenih javnih služb. Na podlagi poznavanja demografsko-geografskih lastnosti obravnavanega območja je izbran in dimenzioniran sistem odvajanja in čiščenja odpadnih voda. Izdelane so tri možnosti za rešitev. Prva predstavlja odvajanje odpadne vode iz obeh naselij po kanalizacijskem sistemu s tipskim črpališčem v naselju Poletiči. Druga in tretja možna rešitev pa predpostavljata čiščenje odpadnih voda iz naselja Poletiči na tipski čistilni napravi (SBR) oz. na rastlinski čistilni napravi (100 PE). Odpadne vode iz naselja Beli Kamen odvajamo preko obstoječega kanalizacijskega sistema Gračišče na malo čistilno napravo Kubed. Posebej je prikazan hidravlični izračun kanalizacije za fekalno in meteorno kanalizacijo. Hidravlični račun meteorne kanalizacije za obe naselji je izveden s pomočjo računalniškega programa Sewer+. Končna izbira najoptimalnejše rešitve je izvedena na podlagi medsebojne primerjave prednosti in slabosti posameznih rešitev ter njihove stroškovne primerjave.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	628.1.034:628.2/.3(043.2)
Autohr:	Helena Ugrin
Supervisor:	Prof. Ph.D. Boris Kompare, Ph.D. Matej Uršič
Title:	Alternative sewerage and waste-water treatment solutions for the villages of Poletiči and Beli Kamen
Notes:	85 p., 11 tab., 20 fig., 3 grap. 18 ann.
Key wrds:	consents, sewer system for wastewater and rain water, small sewage treatment plant, hydraulic dimensioning, technical and economic comparison

Excerpt

This thesis presents a project of drainage for different types of discharges and waste water treatment for the villages of Poletiči and Beli Kamen. The work contains descriptions of consents issued under existing legislation, that the projectant is obliged to obtain from the state and municipal authorities, and authorized public services. The waste water treatment is selected and dimensioned with regard to demographic and geographic characteristics. Three different solutions exist. One represents the discharge of waste water from both settlements in a mono-drainage system, with a typical pumping station in Poletiči. The second and the third possible solutions present the cleaning of waste water from Poletiči with a standard cleaning installation (SBR) or a vegetal cleaning system (both 100 PE). Waste water from the settlement of Beli Kamen is drained via existing sewerage system Gračišče to Kubed treatment plant. Hydraulic calculation of waste water and rain water is presented separately. Rain water hydraulic calculations for both agglomerations were performed with the help of Sewer+. The final selection of an optimal solution was made by reciprocal comparison of advantages and disadvantages of different solutions with regard to cost comparison.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorju prof. dr. Borisu Komparetu ter somentorju dr. Mateju Uršiču. Zahvalila bi se tudi svojim staršema za moralno in finančno podporo v času študija ter Roku in podjetju ISAN 12 za posredovane podatke.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
	2PREGLED TEMELJNE ZAKONODAJE NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA.....	3
2.1	Evropska zakonodaja.....	3
2.2	Slovenska zakonodaja	4
2.3	Soglasja pooblaščenih institucij.....	9
3	DEMOGRAFSKO GEOGRAFSKE LASTNOSTI OBRAVNAVANEGA OBMOČJA (Poletiči, Beli Kamen, Gračišče, Kubed).....	11
3.1	Splošno o občini Koper	11
3.2	Opis obravnavanega območja	13
3.3	Geološke značilnosti	13
3.4	Natura 2000, naravne vrednote, ekološko pomembna območja, zavarovana območja	13
3.5	Hidrološke značilnosti	15
3.6	Prebivalstvo in struktura poselitve – Poletiči, Beli Kamen	17
3.7	Obstoječa infrastruktura na obravnavanem območju	21
3.7.1	Širše območje MOK	21
3.7.2	Območje KO Kubed	22
3.8	Podatki pomembni za zasnovo kanalizacijskega sistema	24
3.8.1	Prebivalstvo	24
3.8.2	Hidrološke razmere	27
4	OPIS MOŽNIH VARIANTNIH REŠITEV ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNE VODE IZ AGLOMERACIJ POLETIČI IN BELI KAMEN	29
4.1	Zasnova kanalizacijskega sistema za naselji Poletiči in Beli Kamen.....	29

4.1.1	Varianta 1 – kanalizacijski sistem Poletiči – Beli Kamen, končno čiščenje na MČN Kubed	29
4.1.2	Varianta 2 – čiščenje odpadne vode iz naselja Poletiči na MČN, čiščenje odpadne vode iz naselja Beli Kamen na MČN Kubed	31
4.1.3	Varianta 2 A – kompaktna MČN	31
4.1.4	Varianta 2 B – rastlinska čistilna naprava	31
5	HIDRAVLICNO DIMENZIONIRANJE KANALSKEGA SISTEMA	33
5.1	Kanalizacija za odpadno vodo	33
5.2	Dimenzioniranje črpališča Č 1	38
5.2.1	Teoretične osnove in enačbe	39
5.2.2	Dimenzioniranje črpališča	42
5.3	Kanalizacija za padavinsko vodo	47
5.3.1	Opis programa SEWER+	47
5.4	Dimenzioniranje MČN	52
5.4.1	Rastlinska čistilna naprava	52
5.4.2	Kompaktna čistilna naprava	57
6	TEHNIČNA IZVEDBA REŠITEV	59
6.1	Kanalizacijski sistem	59
6.1.1	Kanalizacijski vodi	59
6.1.1.1	Vodi fekalne kanalizacije	59
6.1.1.2	Vodi meteorne kanalizacije	60
6.1.2	Hišni priključki	61
6.1.3	Jaški	61
6.1.4	Ostale zahteve	62
6.2	Kompaktna čistilna naprava	63
6.3	Rastlinska čistilna naprava	63
7	TEHNIČNO - EKONOMSKA PRIMERJAVA	67
7.1	Tehnološka primerjava kompaktne (SBR) in RČN za 100 PE	67
7.2	Ekonomska primerjava	70

7.2.1	Ekonomska analiza	70
7.3	Stroškovna ocena in primerjava cen.....	72
7.3.1	Investicijski stroški	72
7.3.2	Stroški vzdrževanja in obratovanja	76
8	ZAKLJUČEK	78
	VIRI	80

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mejne vrednosti za BPK₅ in KPK na iztoku iz male komunalne čistilne naprave	5
Preglednica 2: Število prebivalcev po popisih.....	25
Preglednica 3: Višina padavin (mm), merilna postaja Portorož letališče, obdobje od 1970 do 2005.....	28
Preglednica 4: Enotska jakost padavin (l/(s*ha)), merilna postaja Portorož letališče, obdobje od 1970 do 2005.....	28
Preglednica 5: Vrste črpališč	46
Preglednica 6: Tipično onesnaženje ene odrasle osebe v enem dnevu.....	54
Preglednica 7: dolžine korenin	55
Preglednica 8: pregled karakteristik agregata	55
Preglednica 9: Tehnični podatki SBR_REG 100.....	58
Preglednica 10: prostorske zahteve posameznih tipov čistilnih naprav.....	70
Preglednica 11: Rekapitulacija aproksimativnih ocen investicije posameznih variant... 	74

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Graf rasti števila prebivalstva v naselju Poletiči – Beli Kamen.	25
Grafikon 2: Niz gospodarsko enakovrednih nalivov različnih povratnih dob.	27
Grafikon 3: Sestava celotnih stroškov.	71

KAZALO SLIK

Slika 1: Velikost naselij v MOK	12
Slika 2: Varstvena območja	14
Slika 3: Rečna mreža v MOK.....	15
Slika 4: Povirje reke Dragonje 1:50000	16
Slika 5: Razporeditev hiš z evidenco hišnih števil za naselje Beli Kamen.	18
Slika 6: Razporeditev hiš z evidenco hišnih števil za naselje Poletiči.	19
Slika 7: Naselje Beli Kamen.....	20
Slika 8: Naselje Poletiči.	21
Slika 9: Lokacija MČN Kubed	23
Slika 10: MČN Kubed.	23
Slika 11: RČN Sveti Tomaž, 250 PE	32
Slika 12: delna polnitev cevi	37
Slika 13: Moodyjev diagram.....	44
Slika 14: Primer določitve prispevnih površin za naselje Poletiči.	51
Slika 15: Rastlinska čistilna naprava.....	56
Slika 16: Shema delovanja SBR	57
Slika 18: Tipska čistilna naprava podjetja Regeneracija d. o. o.	58
Slika 17: Prikaz iztočne glave	60
Slika 19: RČN s horizontalno - vertikalnim podpovršinskim tokom	64
Slika 20: Faze izgradnje RČN	65

KAZALO PRILOG

Priloga A: Grafične priloge

- A1 Pregledna situacija območja
- A2 KO Kubed
- A3 Hidrografska mreža KO Kubed
- A4 Kanalizacija za odpadno vodo
- A5 Kanalizacija za padavinsko vodo
- A6 Vzdolžni profili Poletiči
- A7 Vzdolžni profili Beli Kamen

Priloga B: Tabelarične priloge

- B1 Hidravlični izračun kanalizacije za odpadno vodo
- B2 Hidravlični izračun kanalizacije za padavinsko vodo za naselje Poletiči (Sewer+)
- B3 Hidravlični izračun kanalizacije za padavinsko vodo za naselje Beli Kamen (Sewer+)

Priloga C: Aproksimativni predračuni

- C1 Predračun za Varianto 1: skupna kanalizacija Poletiči – Beli Kamen, s črpališčem, tlačnim vodom (f_{tl}) ter povezovalnim kanalom f_{grav}
- C2 Predračun za Varianto 2 A: kompaktna (SBR) čistilna naprava
- C3 Predračun za Varianto 2 B: rastlinska čistilna naprava
- C4 Letni stroški obratovanja posamezne variantne rešitve

Priloga D: Primeri sestavnih delov mreže kanalizacijskega sistema

- D1 Primer jaška za fekalno kanalizacijo
- D2 Primer kaskadnega jaška za fekalno kanalizacijo
- D3 Primer tipskega črpališča
- D4 Primer betonskega jaška za meteorno kanalizacijo

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

BPK	Masna koncentracija raztopljenega kisika, ki se pri določenih pogojih porabi za biološko oksidacijo organskih in anorganskih snovi v vodi.
BPK ₅	Masna koncentracija raztopljenega kisika, ki se pri določenih pogojih, v petih dneh, pri 20°C, porabi za biološko oksidacijo organskih in anorganskih snovi v vodi.
ČN	Čistilna naprava.
KPK	Kemijska potreba po kisiku, predstavlja pa količino kisika, ki je potrebna za oksidacijo prisotnega organskega onesnaženja.
MČN	Mala čistilna naprava.
PE	Populacijski ekvivalent oz. populacijska enota za obremenjevanje vode, ki ustreza onesnaženju, ki ga povzroči en prebivalec na dan.
PGD	Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja.
OPPN	Občinski podrobni prostorski načrt.
RČN	Rastlinska čistilna naprava.
SBR	Sekvenčni biološki reaktor.
GRP	Glass reinforced polyester.
MOK	Mestna občina Koper.

1 UVOD

Varstvo okolja ter ohranjanje neokrnjene narave predstavljata temelj trajnostnega razvoja, ki v zadnjem času postaja vse pomembnejši cilj delovanja človeka v okolju. Eden izmed teh ciljev je ohranitev čistih vodnih virov, saj so le-ti bistveni za preživetje živih bitij.

K čistejšemu okolju pripomore tudi gradnja ustrezno načrtovanih čistilnih naprav oz. kanalizacijskih sistemov, ki omogočajo nadzorovano spuščanje snovi v okolje. Posamezni projektant mora pri projektiranju dobro poznati veljavno zakonodajo, ki določa mejne parametre izpusta snovi v okolje.

Poleg izbire ustrezne tehnologije čiščenja odpadnih voda je pomemben tudi ekonomski vidik, ki ob izkazanih minimalnih stroških potrjuje najoptimalnejšo izbiro.

V svoji diplomski nalogi bom obravnavala ekonomsko primerjavo različnih možnih rešitev odvajanja in čiščenja odpadne vode iz aglomeracij Poletiči in Beli Kamen. Ti dve naselji ležita v Mestni občini Koper in kakor mnoga majhna naselja v Sloveniji še nimata urejenega ustreznega odvajanja odpadne vode. Obravnavala bom tri možne rešitve; in sicer kot prvo možno rešitev odvajanje odpadne vode iz obeh aglomeracij preko kanalizacijskega sistema s končnim čiščenjem na MČN Kubed. Kot drugo možno rešitev predlagam čiščenje odpadnih voda naselja Poletiči na kompaktni ČN Poletiči (100 PE), iz naselja Beli Kamen pa odvajanje preko kanalizacijskega sistema na MČN Kubed. Tretja možnost predstavlja odvajanje odpadnih voda iz naselja Poletiči na RČN (100 PE). Odpadne vode iz naselja Beli Kamen odvajamo in čistimo na MČN Kubed.

Dobro poznavanje okolja je pri projektiranju bistvenega pomena, zato sem prvo poglavje v celoti posvetila predstavitvi demografsko-geografskih lastnosti okolja, v katerem se aglomeraciji nahajata. Sledi mu poglavje z opisom vseh treh možnih rešitev. Diplomaska naloga vključuje tudi hidravlično dimenzioniranje kanalizacijskega sistema ter

dimenzioniranje črpališča, kompaktne oz. RČN, saj je ustrezno dimenzioniranje kanalizacijskega sistema in objektov temeljno za projektiranje.

Zaključno poglavje diplomske naloge je naslovljeno Tehnično - ekonomska primerjava možnih rešitev, ki nam podaja pregled nad tehnično in stroškovno sprejemljivostjo vseh možnih rešitev. Tako skozi pregled prednosti in slabosti posameznih rešitev in stroškovno oceno uvidimo tehnološko in ekonomsko najsprejemljivejšo rešitev.

2 PREGLED TEMELJNE ZAKONODAJE NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNIH VODA

Ministrstvo za okolje in prostor (MOP) je ključna institucija pri pripravljanju zakonov s področja varovanja in urejanja okolja ter prostora, na podlagi določil, uredb in direktiv Evropske skupnosti. Poleg priprave zakonov je ena izmed njegovih temeljnih nalog, da izvaja nadzor nad upoštevanjem veljavne zakonodaje pri čiščenju in odvajanju komunalnih odpadnih voda.

2.1 Evropska zakonodaja

Vodna direktiva (EU Water Framework Directive, 2000/60/EC)

Vodna direktiva je bila sprejeta s strani držav članic Evropske skupnosti, da bi spodbudila trajnostno rabo vodnih virov ter doseganje dobrega stanja vseh voda. Predstavlja temeljni dokument na področju nacionalne zakonodaje vsake države članice Evropske unije.

Temeljni cilj Vodne direktive je vzpostavitev dobrega stanja površinskih, podzemnih in obalnih voda do leta 2015. Njen namen pa je tudi preprečevanje slabšanja stanja voda, preprečevanje onesnaženja pri viru, vzpostavitev mehanizmov za nadzor emisij in onesnaževanja ter uvajanje ekonomske cene vode in načela "povzročitelj plača".

Vodna direktiva določa upravljanja voda, ki temelji na naslednjih ključnih načelih:

- celovitost (celovita obravnava podzemnih vod, rek, jezer, morij in somornic),
- medsebojno sodelovanje odgovornih uprav,
- sodelovanje javnosti (načrtovanje in upravljanje voda).

Slovenska zakona, ki povzemata vsebino Vodne direktive, sta: Zakon o vodah ter Zakon o varstvu okolja, s podzakonskimi akti.

Direktiva sveta o čiščenju komunalne odpadne vode (91/271/EGS)

Je pomembnejša direktiva s področja čiščenja komunalnih odpadnih voda, ki narekuje zbiranje, čiščenje in odvajanje komunalne odpadne vode ter čiščenje in odvajanje odpadne vode iz določenih industrijskih obratov. Cilj direktive je varstvo okolja pred škodljivimi vplivi komunalne odpadne vode, ki vstopa v kanalizacijski sistem in pred izpustom v celinsko vodo oz. morje ni primerno predhodno očiščena. Direktiva obravnava le velika naselja (nad 2000 PE).

2.2 Slovenska zakonodaja

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1), (ur. l. RS, št. 39/2006, 20/2006, 70/2008, 108/2009)

Krovni zakon na področju varstva tal, vode, zraka in hrupa, na podlagi katerega so bili sprejeti številni podzakonski predpisi, ki podrobneje urejajo odvod odpadnih voda v okolje, delovanje čistilnih naprav ter monitoring odpadnih voda.

Zakoni, ki so podlaga za izdane predpise in urejajo področje odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, so:

- **Zakon o gospodarskih javnih službah (ur. l. RS, št. 32/1993),**
- **Zakon o vodah (ur. l. RS, št. 67/2002),**
- **Zakon o urejanju prostora (ur. l. RS, št. 110/2002, (8/2003 popr.), 108/2009).**

Predpisi s področja čiščenja komunalnih odpadnih vod:

- **Uredba emisij snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (ur. l. RS, št. 47/2005, 45/2005)** je osnovni podzakonski predpis, ki ureja odvajanje odpadnih voda v vodno okolje.
- **Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (ur. l. RS, št. 45/2007)**, ki določa mejne vrednosti odpadne vode, mejne vrednosti učinka

čiščenja odpadne vode ter posebne ukrepe v zvezi z načrtovanjem in obratovanjem komunalnih čistilnih naprav.

- **Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (ur. l. RS, št. 98/2007)** pa je veljavna na področju malih čistilnih naprav, do velikosti 2000 PE.

Zakonodaja na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda ne določa obveznih tipov, oblik in tehnologij delovanja čistilnih naprav, opredeljuje pa dovoljene parametre, ki jih pri izpustu voda iz ČN v okolje očiščena voda ne sme preseči. Preglednica 1 navaja mejne vrednosti emisije KPK in BPK₅ na iztoku iz MČN.

Preglednica 1: Mejne vrednosti za BPK₅ in KPK na iztoku iz male komunalne čistilne naprave (vir: ur. l. RS št. 98, z dne 26.10.2007)

parameter	Izražen kot	enota	Mejna vrednost emisije
Kemijska potreba po kisiku (KPK)	O ₂	mg/l	150
Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	O ₂	mg/l	30

Posebno pozornost je potrebno nameniti tudi zahtevam, ki jih obstoječa zakonodaja narekuje v bodoče. Izbrati je potrebno optimalno rešitev odvajanja in čiščenja odpadnih voda, ki je skladna s roki, določenimi v Uredbi o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (ur. l. RS, št.45/2007). Slednja določa prehodne roke za odvajanje komunalne odpadne vode po javni kanalizaciji in sicer:

- do 31. decembra 2010 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo od 100.000 PE,
- do 31. decembra 2010 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo od 15.000 PE in manjšo od 100.000 PE

- do 31. decembra 2015 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo od 2.000 PE in manjšo od 15.000 PE.

Na občutljivem prispevnem območju pa mora biti odvajanje komunalne odpadne vode v javno kanalizacijo zagotovljeno najpozneje do:

- do 31. decembra 2008 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo od 100.000 PE,
- do 31. decembra 2008 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo od 10.000 PE in manjšo od 100.000 PE
- do 31. decembra 2015 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo od 2.000 PE in manjšo od 10.000 PE.

Z uredbo so določeni tudi prehodni roki za čiščenje komunalne odpadne vode. Tako mora biti za odpadno vodo, ki se z območij poselitve odvaja po javni kanalizaciji, zagotovljeno sekundarno čiščenje odpadne vode, pred posrednim ali neposrednim odvajanjem v vode najpozneje do:

- do 31. decembra 2010 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo 15.000 PE,
- do 31. decembra 2015 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo 2.000 PE in manjšo od 15.000 PE

Na prispevnem območju občutljivega območja, pa mora biti zagotovljeno terciarno čiščenje odpadne vode najpozneje do:

- do 31. decembra 2008 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo 100.000 PE,
- do 31. decembra 2015 za območja poselitve z obremenitvijo, enako ali večjo 2.000 PE in manjšo od 10.000 PE.

Upravljavec obstoječe KČN ali skupne ČN je dolžan po veljavni uredbi zagotoviti, da se obratovanje čistilne naprave prilagodi zahtevam, ki veljajo za odvajanje komunalne odpadne vode na prispevnem območju občutljivih območij, najpozneje do leta 2014 (sedem let od začetka veljavnosti uredbe). Ravno tako je v tem časovnem obdobju upravljavec dolžan zagotoviti dodatno obdelavo komunalne odpadne vode, če se ČN nahaja na občutljivem območju zaradi kopalnih voda.

Predpis, ki ureja monitoring odpadnih voda je **Pravilnik o meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje (ur. l. RS, št. 35/1996, 29/2000, 106/2001, 41/2004-ZVO-1)**.

Nacionalni program varstva okolja (NPVO), (ur. l. RS, št. 83/1999)

Je osnovni strateški dokument na področju varstva okolja. Njegov cilj je splošno izboljšanje okolja in kakovosti življenja ter varstvo naravnih virov.

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadnih voda (sprejet 14. 10. 2004),

je izvedbeni akt, ki izhaja iz NPVO. Cilji operativnega programa se nanašajo na roke izvedbe, doseganje s predpisi določenih zahtev za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode ter vključevanje finančnih virov, potrebnih za izvedbo operativnega programa. Zajema obdobje med leti 2005 in 2017.

Pri razpršenih poselitvah izven mest pa se velikokrat srečujemo tudi z odpadno vodo iz kmečkih objektov (hlevi). Zakonodajo s področja, ki zadeva čiščenje in odvajanje odpadnih vod iz naselij in hlevov ter uporabo ali končno odlaganje blata iz malih čistilnih naprav oziroma uporabo gnoja, lahko razdelimo na štiri tematske sklope (B. Kompare in sod., 2007):

- Zakonodaja, ki opredeljuje potrebo po gradnji kanalizacije, čistilnih naprav, gnojišč in drugih objektov za zbiranje odpadne vode iz gospodinjstev, njeno čiščenje, zbiranje gnojevke in gnoja ter nujno uporabo na poljih:
 - Zakon o vodah (ur. l. RS, št. 67/2002)
 - Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (ur. l. RS, št. 45, z dne 25.05.2007)

- Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (ur. l. RS, št. 98, z dne 26.10.2007)
- Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (ur. l. RS, št. 105, z dne 05.12.2002)
- Uredba emisij snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (ur. l. RS, št. 47/2005)
- Zakonodaja, ki opredeljuje, oziroma omejuje gradnjo ali aktivnosti na vodovarstvenih območjih:
 - Pravilnik na vodovarstvenih območjih, ki se lahko izvedejo samo na podlagi vodnega soglasja, in o dokumentaciji, ki je potrebna za pridobitev vodnega soglasja (ur. l. RS, št. 62/2004)
 - Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (ur. l. RS, št. 64/2004)
Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (ur. l. RS, št. 5/2006)
 - Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo itd.
- Zakonske podlage za izvajanje gnojenja z gnojem, oz. uporabo blata s čistilnih naprav v kmetijstvu:
 - Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (ur. l. RS, št. 68-372/1996)
 - Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (ur. l. RS, št. 35-2049/2001)
 - Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (uradni list RS št. 84/2005)
 - Strokovno navodilo o urejanju gnojišč in greznic (ur. l. RS, št. 10/1985)
 - Navodilo za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju (ur. l. RS, št. 34-1555/2000)
 - Pravilnik za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju (ur. l. RS, št. 130/04)
- Opredelitev odpadka:
 - Pravilnik o ravnanju z odpadki (ur. l. RS, št. 84/1998)

Dobro poznavanje zakonske podlage s področja odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih vod je bistvenega pomena pri pravilnem načrtovanju ter ustreznem upravljanju čistilnih naprav. (H. Ugrin, 2009)

2.3 Soglasja pooblaščenih institucij

Upoštevanje zakonodaje na področju čiščenja in odvajanja odpadnih voda je zajeto v soglasjih, ki jih je dolžan pridobiti investitor oz. pooblaščenec investitorja. Slednji je dolžan pridobiti soglasje za gradnjo kanalizacije s strani lokalne skupnosti, v tem primeru MOK. Zaradi poteka trase kanalizacije po javnih poteh mora MOK izdati tudi dovoljenje pristojnega občinskega organa, ki dovoljuje izvajanje del na občinskih cestah, na podlagi **Odloka o občinskih cestah in drugih javnih površinah (ur. l. RS, št. 23/2007)**.

S strani Ministrstva za okolje in prostor pridobi investitor oz. njegov pooblaščenec informacijo o pogojih gradnje, ki lahko vpliva na vodni režim ali stanje voda. Slednje je izdano na podlagi Zakona o vodah in Zakona o graditvi objektov in določa, da je gradnja kanalizacijskega sistema na obravnavanem območju možna ob upoštevanju:

- **Pravilnika o gradnjah na vodovarstvenih območjih (ur. l. RS, št. 62/2004),**
- **Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Rižane (ur. l. RS, št. 49/2008),**
- **Pravilnikom o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (ur. l. RS, št. 105/2002, 50/2004),**
- **Uredbo emisij snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (ur. l. RS, št. 47/2005, 40/2007).**

Ministrstvo za promet izdaja soglasje na podlagi naslednje zakonodaje in predpisov:

- **Zakon o javnih cestah (ur. l. RS, št. 33/2006, 45/2008, 57/2008),**
- **Zakon o varnosti cestnega prometa (ur. l. RS, št. 37/2008, 57/2008),**

- **Uredba o kategorizaciji državnih cest (ur. l. RS, št. 33/1998, 48/1999, 102/1999, 69/2000, 79/2000, 97/2000, 62/2001, 52/2002, 95/2002, 18/2003, 119/2003, 131/2004),**
- **Zakon o graditvi objektov (ur. l. RS, št. 126/2007),**
- **Pravilnik o projektni dokumentaciji (ur. l. RS, št. 55/2008),**
- **Pravilnik o projektiranju cest (ur. l. RS, št. 91/2005, 26/2006),**
- **Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (ur. l. RS, št. 46/2000),**
- **Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o prometni signalizaciji in prometni opremi na javnih cestah (ur. l. RS, št. 110/2006),**
- **TSC 07.113 Objekti na javnih cestah – Napeljave,**
- **TSC 08.512 Varstvo cest: Izvajanje prekopov na vozni površinah.**

Ravno tako je investitor oz. njegov pooblaščenec dolžan pridobiti kulturnovarstveno soglasje s strani Zavoda za varstvo kulturne dediščine Slovenije, na podlagi **Zakona o varstvu kulturne dediščine (ur. l. RS, št. 16/2008)** in **Uredbe o varstvu objektov glede na zahtevnost (ur. l. RS, št. 37/2008)**.

Potrebna je tudi pridobitev soglasja s strani Telekoma Slovenije, Elektro Primorske ter Rižanskega vodovoda Koper, ki dodatno, ob upoštevanju veljavne zakonodaje, določa tudi upoštevanje **Tehničnega pravilnika Rižanskega vodovoda Koper**.

V primeru izgradnje kanalizacijskega omrežja Poletiči – Beli Kamen, je pooblaščenec investitorja dolžan upoštevati pogoje, ki jih je investitor izdal na podlagi **Zakona o graditvi objektov (ur. l. RS, št. 110/2002)**, **Zakona o spremembah in dopolnitvah ZGO – 1B (ur. l. RS, št. 126/2007)**, **Odloka o uporabi kanalizacije in opravljanja kanalizacijskih storitev na območju občine Koper (UO SO Koper, št. 1, dne 25. 01. 1974)** ter na osnovi **Pravilnika za projektiranje in gradnjo kanalizacije na območju občine Koper (UO SO Koper, št. 17, dne 09. 12. 1977)**.

3 DEMOGRAFSKO GEOGRAFSKE LASTNOSTI OBRAVNAVANEGA OBMOČJA (Poletiči, Beli Kamen, Gračišče, Kubed)

Za učinkovito načrtovanje sistema čiščenja in odvajanja odpadnih voda je poleg poznavanja ustreznih zakonov, uredb, predpisov in odlokov s strani Države pomembno tudi dobro poznavanje geografskih, hidroloških ter poselitvenih lastnosti območja, v katerem bomo sistem načrtovali. Posameznik in družba so namreč temeljni povzročitelji onesnaževanja, ki ga lahko preprečimo oz. zmanjšamo že pri samem viru. (M. Roš, 2001)

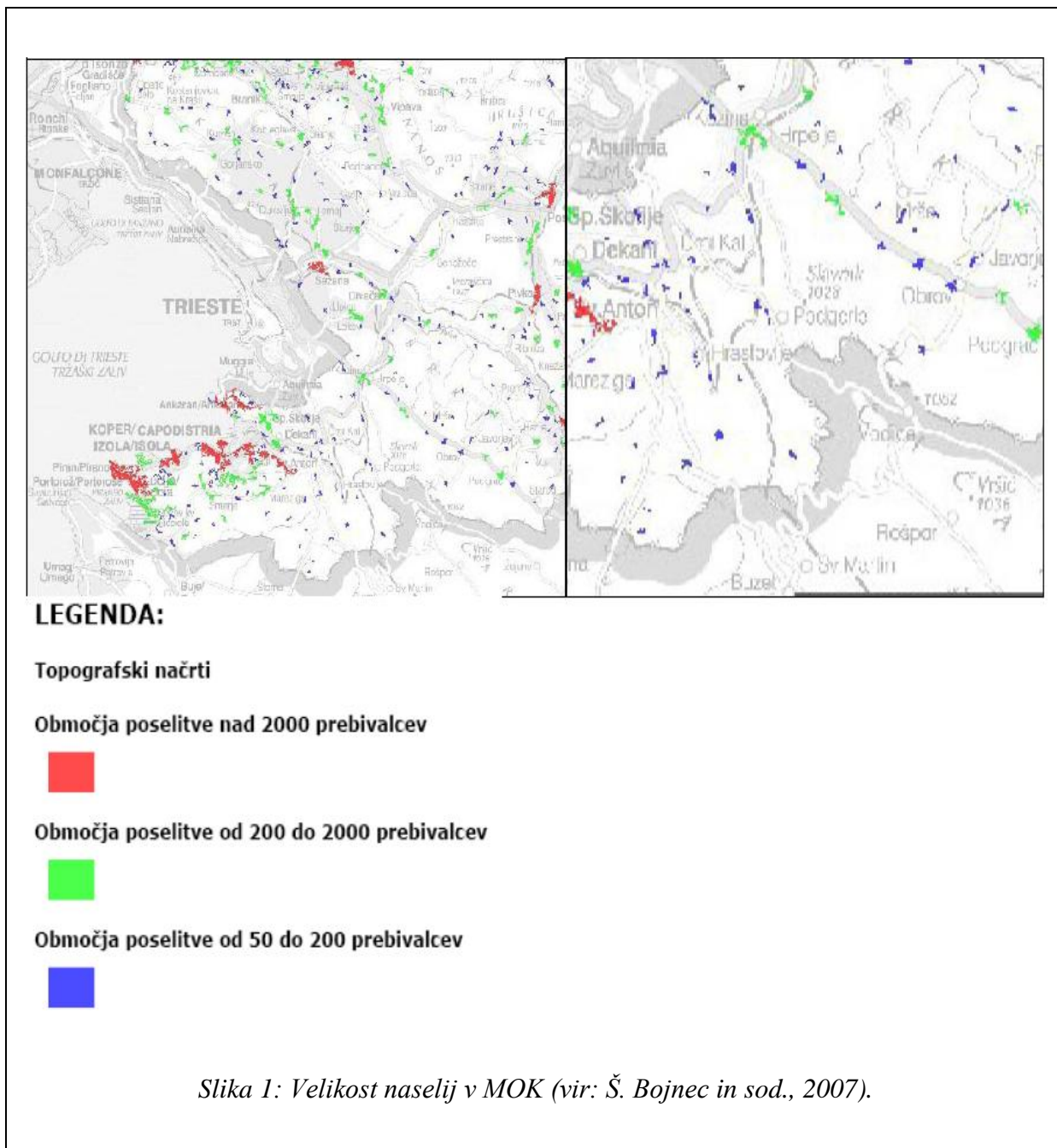
Pomemben dejavnik pri izbiri najprimernejše variante so topografija, hidrološke in geološke značilnosti ter tip poselitve območja. (M. Jereb, 2008)

3.1 Splošno o občini Koper

MOK obsega površino 311,2 km², na kateri prebiva 49.303 prebivalcev, v 105 naselij, torej naseljitveno gostoto 158 na km². Gosteje poseljen je ožji priobalni pas, ki zajema urbano območje Kopra. Ta del je tudi industrijsko ter infrastrukturno bolj razvit od mestnega zaledja, za katerega so značilna manjša naselja. V starih naseljih se srečujemo z gručasto pozidavo objektov, medtem ko je za novejšo gradnjo značilna predvsem razpršena gradnja posameznih objektov, razpotegnjena ob cestah. (Statistični podatki MOK, 2009)

Območje MOK predstavlja razgiban gričevnat svet, ki na SV delu meji na kraški rob. Rakitovec (533 m) je najvišje ležeče naselje, ki se nahaja ravno na tem območju. Ob obali prevladujejo strma flišna pobočja (Debeli Rtič), na izlivih rek (Rižana, Badaševica) v morje je značilen ravninski svet, tudi depresijski, sicer pa v zaledju Kopra prevladujejo srednje strma pobočja s hudourniškiimi grapami. (H. Ugrin, 2009)

Kakor mnoga mesta v Sloveniji se tudi MOK srečuje s pojavom razpršene gradnje naselij (Slika 1) ter s tem povezano težavo ustreznega komunalnega opremljanja zemljišč.



3.2 Opis obravnavanega območja

Obravnavano območje spada v katastrsko občino Kubed, ki leži v Koprskem primorju.

KO Kubed meri 12,5 km². Njen obseg znaša 19,5 km. Na severu poteka njena meja od vznožja Dekanskega hriba, Kominšice in Ivančevca do reke Rižane na Mostičju (priloga A2). Vzhodna meja sledi vodnemu toku Rižane vse do izvira, od koder se povzpne na vrh hriba Brdo po ozki grapi. Od tu se spusti do potoka Rakovec in sledi dolgi hudourniški strugi med Vrhom in Lačno. Pod njeno najvišjo točko se meja povzpne do samega vrha in poteka nekaj časa po slemenu nato zavije proti jugu do vzpetine Bragot, prečka Gračiško valo in se po vzpetini Usuje spusti do potoka Štulovca. Na zahodu poteka meja po razmeroma ozkih in globokih potočnih dolinah do vznožja Dekanskega hriba. (O. Jakomin, 2006)

V KO Kubed uvrščamo tri vasi: Gračišče, Kubed in Poletiči ter dva zaselka: Beli Kamen in Galantiči. Na tem območju poznamo dva tipa naselij. V prvega, ki predstavlja vasi na prehodu iz flišnega gričevja v kraški svet, uvrščamo Kubed in Gračišče. Vas Poletiči uvrščamo v drugi tip – tip gručasto slemenskih vasi. (O. Jakomin, 2006)

3.3 Geološke značilnosti

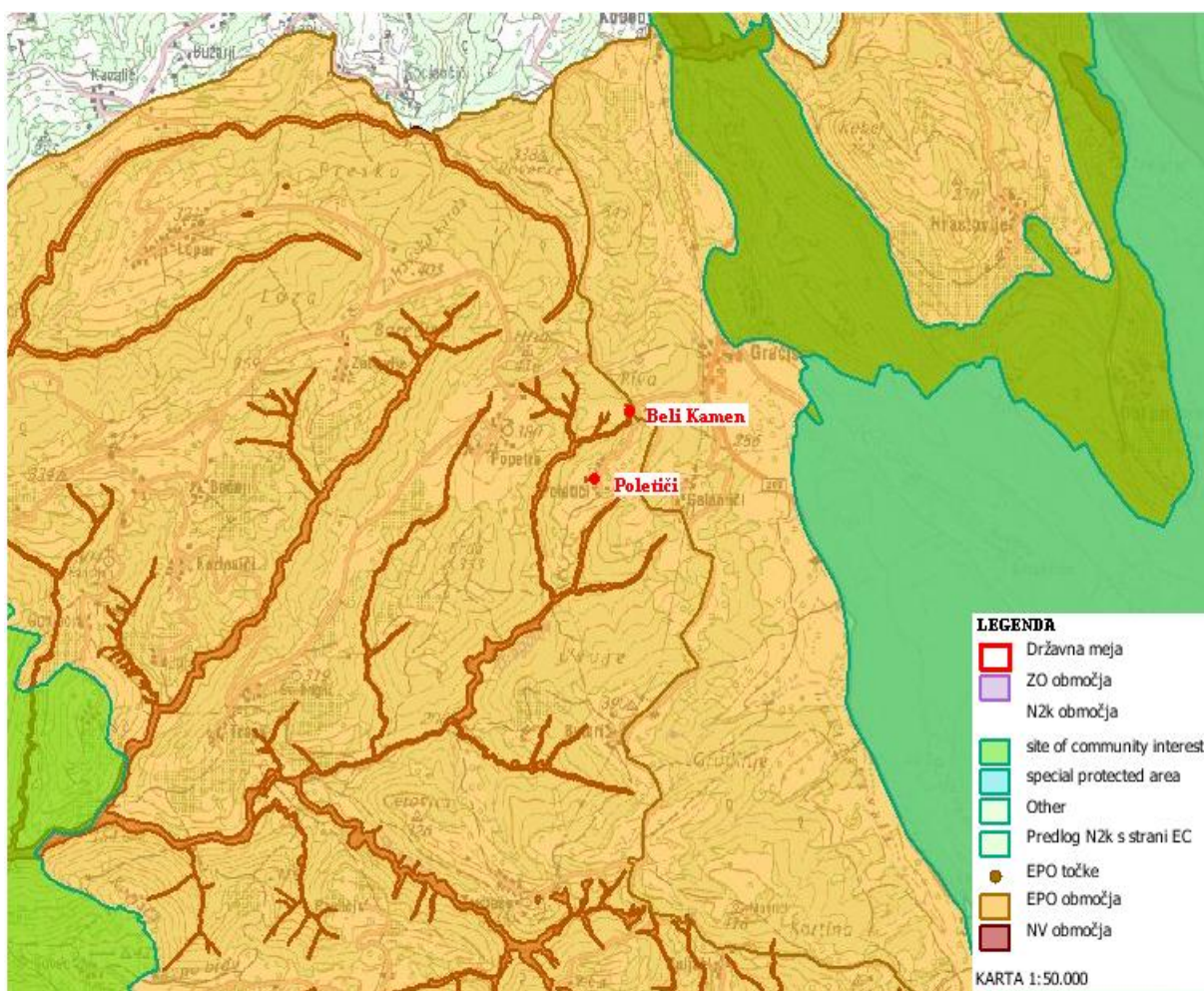
Pokrajino, ki obsega KO Kubed, sestavljajo eoceanska sedimentacija fliša in paleoconskega apnenca. V sestavi fliša se izmenjujejo laporji in peščenjaki, med njimi najdemo vložke nekaj metrov debelih plasti brečastega apnenca. (O. Jakomin, 2006)

3.4 Natura 2000, naravne vrednote, ekološko pomembna območja, zavarovana območja

Na območju KO Kubed se srečamo z območjem Nature 2000 (Kras), ki zajema vzpetino Lačna, ki sega vse do Kubeda ter porečje reke Dragonje.

Obravnavano območje se nahaja na II. vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Rižane, zato je potrebno predvideno gradnjo načrtovati in izvesti skladno s Pravilnikom o gradnjah na vodovarstvenih območjih.

Območje Nature 2000 (zelena barva). Območje vasi Poletiči ter zaselka Beli Kamen spada pod ekološko pomembno območje porečja reke Dragonje (rjava barva). Struga potoka Štulovca predstavlja naravno vrednoto (temnorjava barva) (Slika 2).



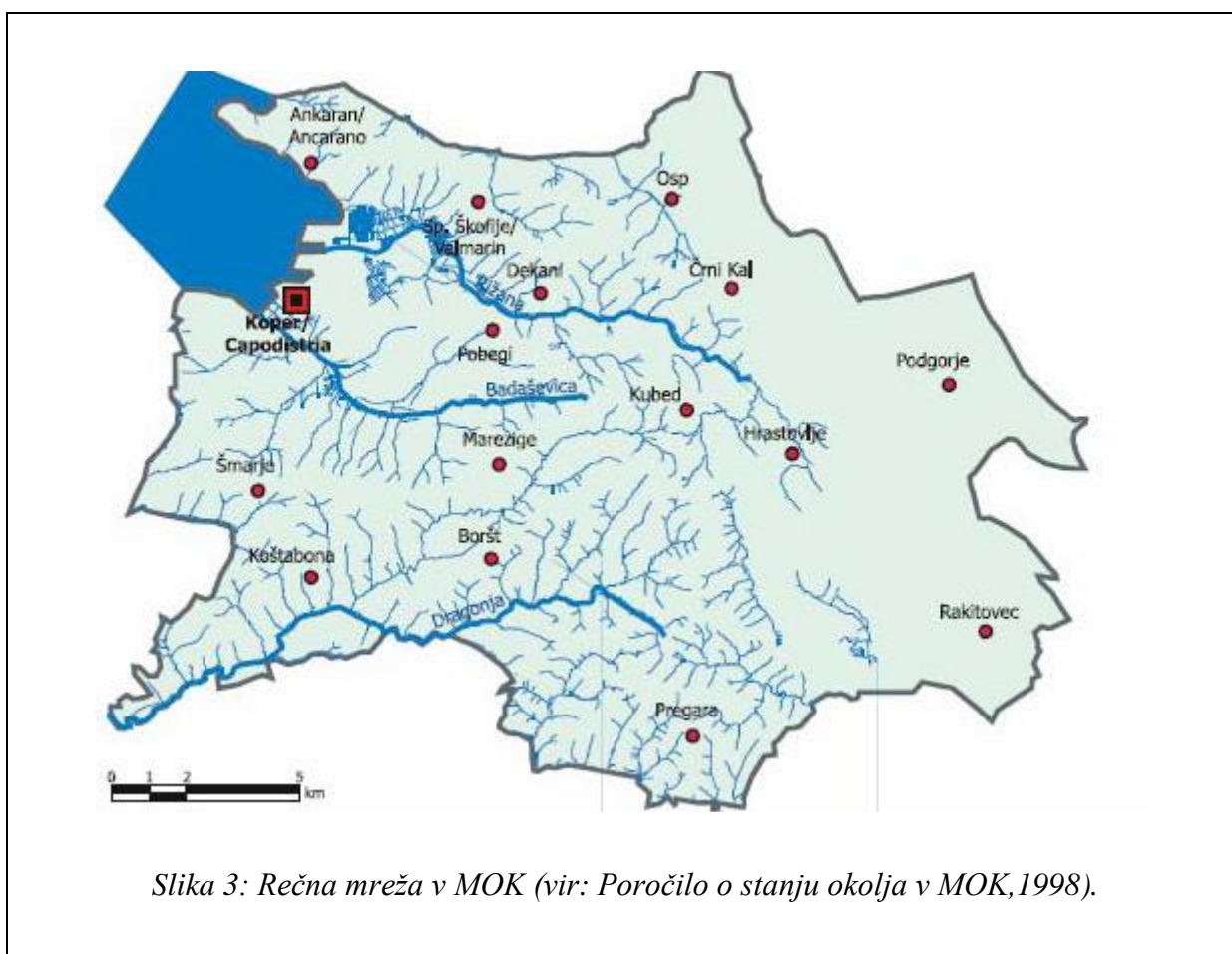
Slika 2: Varstvena območja (vir: Naravovarstveni atlas, 2009).

3.5 Hidrološke značilnosti

Šavrinska brda se v splošnem vzdigujejo od severozahoda proti jugovzhodu, od obale Tržaškega zaliva proti notranjosti. Voda večine vodotokov s tega območja odteka v smeri severozahod ali zahod – severozahod. (A. Melik, 1960)

Zaradi neprepustne podlage je za to območje značilna dobro razvita, pahljačasta rečna mreža, vendar je potrebno poudariti, da je večina izmed strug napolnjenih le ob dolgotrajnejšem deževju. Poleti te struge skoraj v celoti presahnejo in imajo v deževnih obdobjih povečano erozijsko moč, kar kaže na njihov hudourniški značaj. (M. Glavina, 2008)

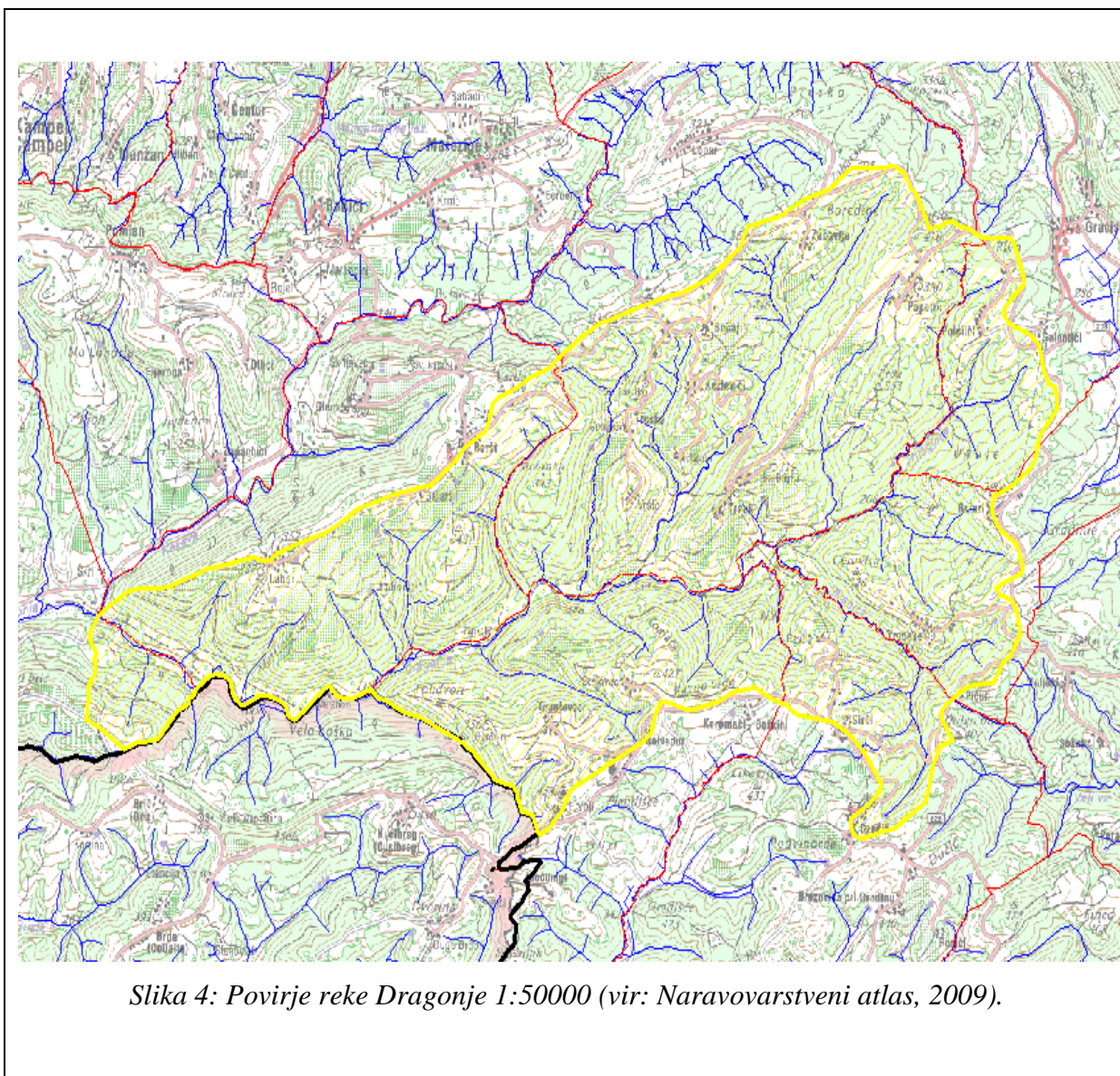
Pahljačasto rečno mrežo, značilno za Koprsko primorje prikazuje Slika 3.



Na območju Mestne občine Koper so tri večje reke: Rižana, Badaševica in Dragonja, od katerih imata prvi dve izvir in izliv v obravnavani občini, zadnja pa samo izvir (cit. po Poročilo o stanju okolja v MOK,1998).

Potok Štulovca (priloga A3) je eden izmed dvanajstih pritokov reke Dragonje in izvira pod zaselkoma Poletiči in Galantiči (Poročilo o stanju okolja v MOK,1998).

Povirje reke Dragonje obsega veliko območje, ki na jugozahodni strani sega do Škrlin, na severovzhodni strani pa vse do Gračišča (Slika 4).



3.6 Prebivalstvo in struktura poselitve – Poletiči, Beli Kamen

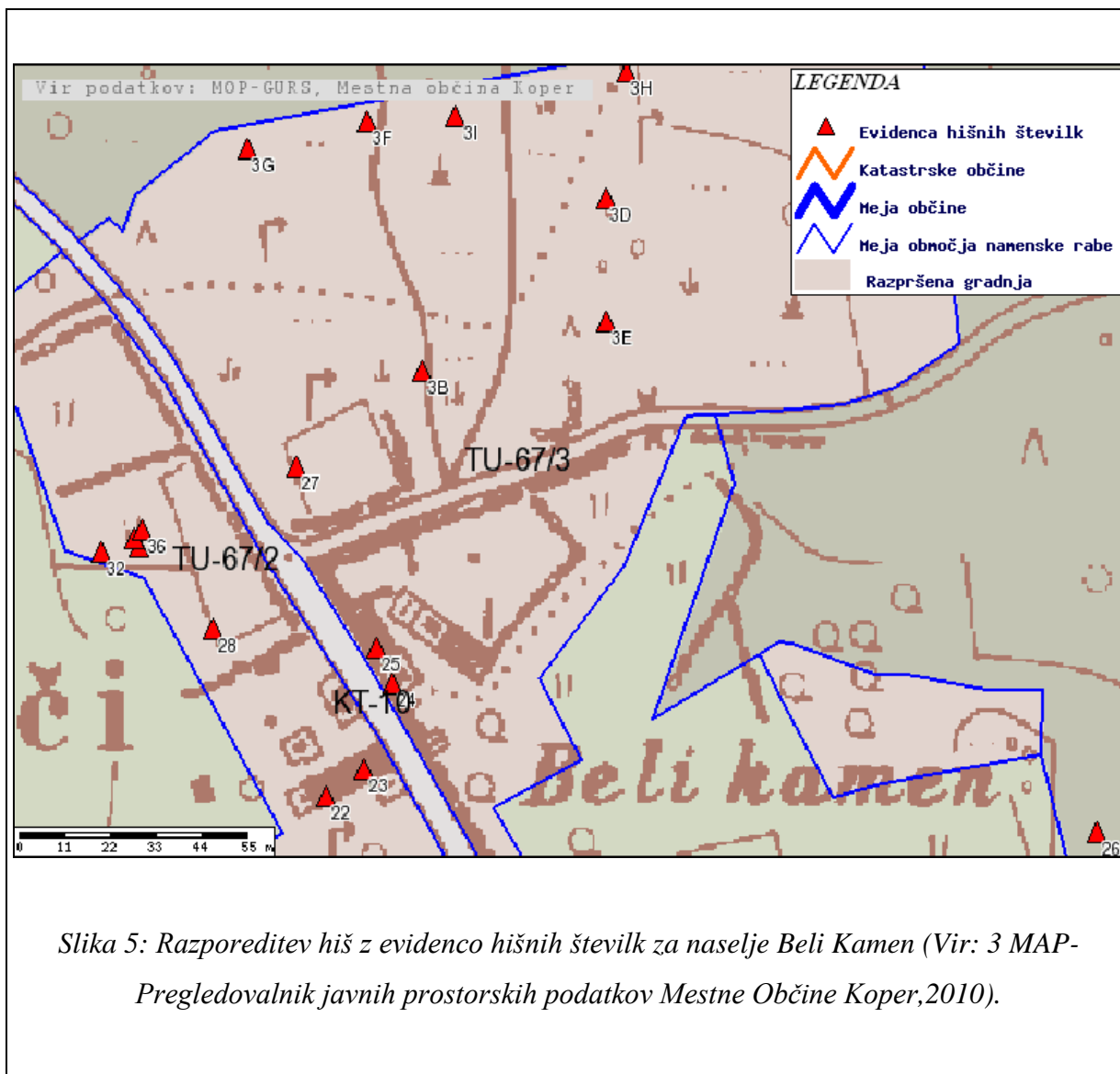
Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je prebivalo v Poletičih in Belemu Kamnu leta 2002 skupno 47 prebivalcev. Od tega je bilo 29 moških in 18 žensk. V naselju je bilo prijavljenih 14 gospodinjstev in 13 družin, s povprečnim številom članov 3,4. Skupno število stanovanj je bilo 26 (SURs, Popis 2002). Po podatkih posredovanih s strani Komunale Koper pa je v letu 2007 število prebivalcev naraslo na 68.

Gručasta vas Poletiči (Slika 8) leži nad povirjem reke Dragonje, v bližini tesne grape, kjer izvira potok Štulovca (eden izmed izvirov reke Dragonje). Vas leži na nadmorski višini 350 m. Proti severu se položno spušča do zaselka Beli Kamen (Slika 7), ki šteje le nekaj hiš in leži ob cesti, ki vodi iz Kopra (preko Sv. Antona) v Gračišče (Statistični podatki MOK, 2009).

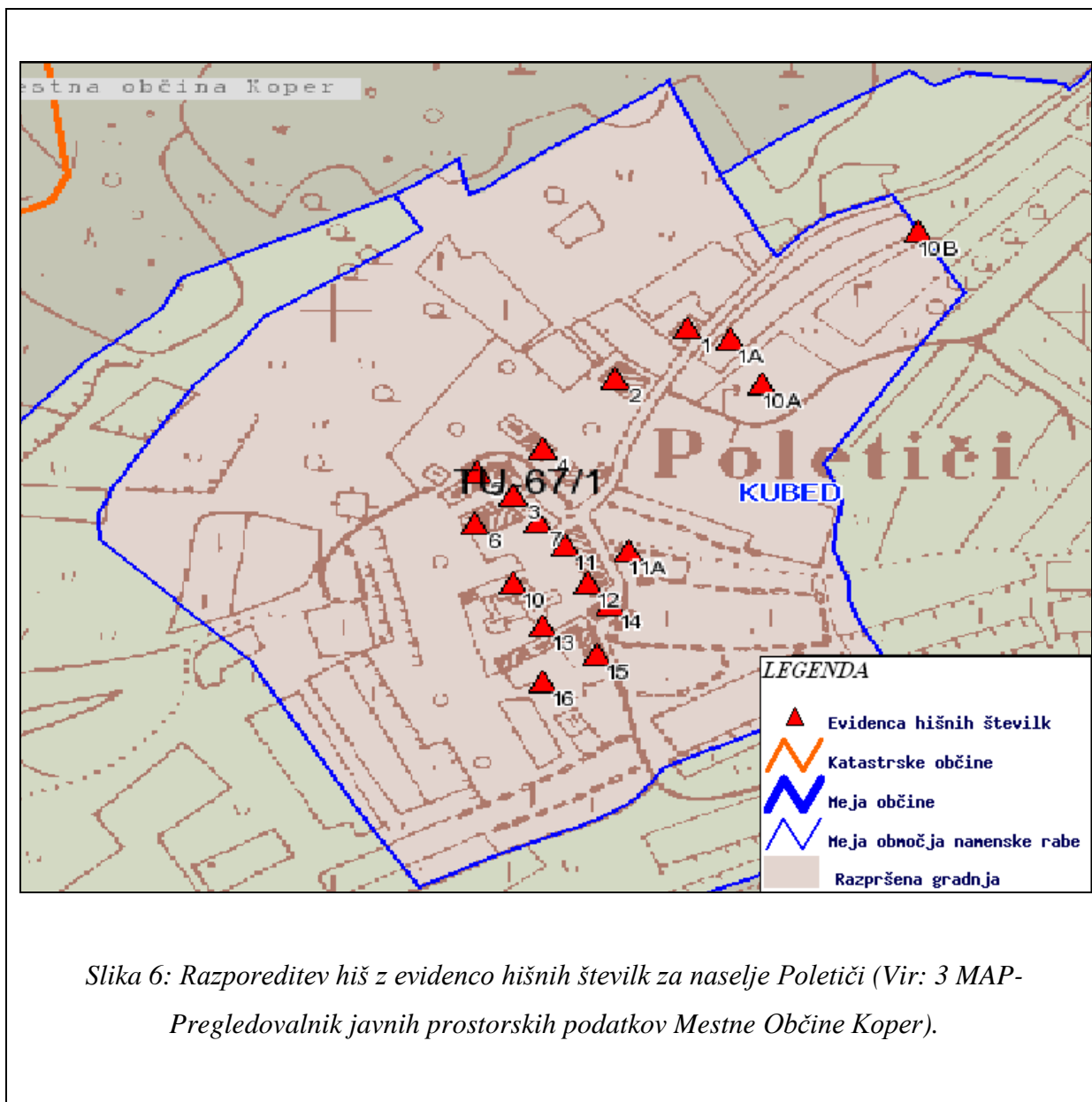
Trenutno stanje je torej sledeče: v naselju Poletiči in Beli Kamen je skupno 29 stanovanj. Če upoštevamo podatek, posredovan s strani Komunale Koper, da na tem območju prebiva 68 prebivalcev, znaša povprečno število 2,4 člana na stanovanje.

Struktura poselitve je pomembna pri snovanju kanalizacijskega omrežja. Predvideti moramo, da se na mrežo kanalov lahko priključijo vse stavbe. (M. Jereb, 2008)

Zazidalno območje v naselju Beli Kamen obsega 3,15 ha. V naselju je evidentiranih 18 hiš. Hišne številke 3B, 3D, 3E, 3F, 3G, 3H, 3I spadajo pod aglomeracijo Gračišče, preostale pa pod naselje Poletiči (Slika 5). (3 MAP-Pregledovalnik javnih prostorskih podatkov Mestne občine Koper)



Celotno zazidalno območje v naselju Poletiči obsega 5,7 ha (širitev poselitve v prihodnosti). Trenutno je na poselitvenem območju velikem 2,17 ha, evidentiranih 18 hiš (Slika 6),. Čeprav za celotno območje še ni sprejet OPPN, kar pomeni da točnega poteka celotne kanalizacije ni mogoče predvideti, lahko pa predvidimo obodno kanalizacijo. (3 MAP-Pregledovalnik javnih prostorskih podatkov Mestne Občine Koper,2010)



Aglomeraciji Poletiči in Beli Kamen z 68 prebivalci povzročajo 37,74 (Komunala Koper, 2007) enot obremenitve v okolju. Letna količina prodane vode, v primeru merjenja odvzema pitne vode iz vodovodnega sistema, znaša 2.023 m³. (Komunala Koper, 2007)

Po veljavni zakonodaji (Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (Ur. l. RS 105/02)) je na tem območju potrebna ureditev odvajanja in čiščenja odpadne vode do leta 2017. Odločitev glede izbora optimalne metode čiščenja komunalne odpadne

vode stoji na lokalni skupnosti. Slednja se odloča na podlagi učinkovitosti čiščenja ter ekonomske analize posameznega sistema. (R. Mozetič, 2007)

Ker strošek opremljanja zemljišč z javno kanalizacijo pri manjši gostoti poselitve izrazito narašča, se sklepa, da je zgornja meja stroškov 900 EUR in se kot racionalnejšo obravnava izbiro drugačnega načina čiščenja: MČN, ustrezne greznice (Nacionalni program varstva okolja, 2009).



Slika 7: Naselje Beli Kamen.



Slika 8: Naselje Poletiči.

3.7 Obstoječa infrastruktura na obravnavanem območju

Pomembno je, da se pred začetkom načrtovanja kanalizacijskega omrežja podrobno seznanimo z obstoječim stanjem, torej z že zgrajeno komunalno infrastrukturo in novo projektirano omrežje, kar se da prilagoditi staremu. Obliko omrežja določa predvsem konfiguracija terena in struktura poselitve. Za lokacijo čistilne naprave pa je odločilna izbira za iztok primernega odvodnika. (M. Jereb, 2008)

3.7.1 Širše območje MOK

Višinska razgibanost območja Koprškega primorja je relativno velika. Slednje dodatno otežuje ustrezno komunalno opremljanje naselij. Vendar pa največjo težavo predstavlja depresijska lega določenih območij, kjer je potrebno odpadno vodo s črpalkami črpati na višje

ležeče dele kanalizacijskega sistema. V Koprju imajo trenutno tri večja črpališča, s čimer so povezani veliki stroški upravljanja in vzdrževanja. (H. Ugrin, 2009)

Na območju MOK je zgrajenih 12 čistilnih naprav. Centralna čistilna naprava je locirana v Srminu, pri Luki Koper. Iztok iz nje je urejen v reko Rižano. Večina MČN je lociranih ob reki Rižani oziroma na vodovarstvenem območju. To območje ima tudi prednost pri reševanju problematike čiščenja in odvajanja odpadnih voda pred ostalimi. V to skupino lahko uvrstimo čistilno napravo Kastelec, Podgorje, Movraž, Lukini, Kubed, Osp – Gabrovica, Žgani in Rakitovec. Tu velja navesti tudi čistilno napravo Škofije, zgrajeno za del Škofij ter čistilno napravo Ankaran, ki je tudi najstarejša med vsemi v MOK. Čistilna naprava Škofije čisti odpadne vode iz mednarodnega mejnega prehoda Škofije ter poslovno stanovanjski center Škofije. Pomembno je poudariti, da so v lanskem letu zgradili zbirni fekalni kanal Iplas – Škofije, na katerega bodo priključili sekundarno omrežje območje Škofij. V izgradnji pa je zbirni fekalni kanal Kemiplas – Dekani – Miši, ki bo omogočil priključitev sekundarnega omrežja na območju Dekanov. Odpadne vode z območja Dekanov, Škofij in Ankarana se bodo čistile na CČN Koper, posledično naj bi se, po začetku obratovanja CČN, opustile male čistilne naprave v Ankaranu in na Škofijah. Na vseh malih čistilnih napravah poteka čiščenje komunalne odpadne vode na biodisku. (H. Ugrin, 2009)

3.7.2 Območje KO Kubed

MČN Kubed se nahaja pod naseljem. Očiščena odpadna voda se odvaja v potok Žaneštra, v bližini čistilne naprave (Slika 9). Stopnja čiščenja je sekundarna (Podatki o ČN, 2008).

Na območju KO Kubed je odvajanje odpadne vode urejeno s kanalizacijskim sistemom Gračišče – Kubed, ki se konča s čiščenjem odpadne vode na MČN Kubed (Slika 10). Čiščenje odpadne vode v tej čistilni napravi poteka na biodisku, njena nazivna velikost je 420 PE, upravlja pa jo Javno podjetje – Azienda pubblica Komunala Koper, d. o. o.-s. r. l. (Podatki o ČN, 2008).



Slika 9: Lokacija MČN Kubed (vir: Geopedia, 2010).



Slika 10: MČN Kubed.

Na območju obeh aglomeracij Poletiči ter Beli Kamen imajo stanovanjski objekti urejen odvod odpadne vode v tri- ali dvoprekatne pretočne greznice. Odvajanje meteorne kanalizacije je deloma urejeno ob cesti z odprtimi jarki.

3.8 Podatki, pomembni za zasnovo kanalizacijskega sistema

3.8.1 Prebivalstvo

Upoštevati je potrebno, da podatek o številu prebivalcev, pridobljen s strani Komunale Koper in na spletni strani MOK, velja za obe naselji skupaj, torej znaša skupno število prebivalcev v Poletičih in Belemu Kamnu (2007) 68 prebivalcev.

Pri zasnovi kanalizacijskega sistema je pomembna predvsem količina vode, ki odteka vanj. Ta je odvisna od števila prebivalcev na zazidalni površini, ki je predvidena za gradnjo kanalizacijskega sistema. Upoštevati moramo, da načrtujemo kanalizacijsko omrežje za nemoteno obratovanje skozi amortizacijsko dobo 50 let, zaradi tega je potrebno predvideti rast števila prebivalcev na tem območju v času amortizacijske dobe. Ta podatek dobimo s pomočjo spodnjih enačb (J. Panjan, cit. po M. Jereb, 2008):

$$A = A_0 \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n \quad (2.1)$$

Pri čemer je:

A	število prebivalcev po letu n
A_0	sedanje število prebivalcev
P	letna porast števila prebivalcev
n	doba planiranja

Preglednica 2: Število prebivalcev po popisih (vir: Statistični podatki MOK, 2009)

število prebivalcev A_0 po popisih za leto									
	1869	1900	1931	1961	1971	1981	1991	2002	2007
Poletiči	92	121	78	73	60	60	67	47	68



Grafikon 1: Graf rasti števila prebivalstva v naselju Poletiči – Beli Kamen.

Zaradi dveh vojnih obdobj v preteklosti, pri izračunu letne prirasti števila prebivalcev, upoštevamo podatke od leta 1991 dalje. Porast števila prebivalstva v letu 2007 je pogojena s pojavom selitve prebivalstva iz mest na periferijo. K temu prispeva mobilizacija prebivalstva, boljše cestne povezave, cenejše zazidalne parcele na podeželju itd.

Letno prirast števila prebivalcev čez n let določimo iz podatkov v Preglednici 2, oz. Grafikona 1, po enačbi:

$$p = \left(\sqrt[n]{\frac{A}{A_0}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (2.2)$$

V tem primeru je letna rast števila prebivalcev:

$$p = \left(\sqrt[16]{\frac{68}{67}} - 1 \right) \cdot 100 = 0,093\%$$

$$n = 2007 - 1991 = 16$$

Letna prirast števila prebivalcev znaša 0,093 %.

Pomemben je tudi podatek o gostoti poselitve (število prebivalcev na hektar površine).

Slednje določimo po spodnji enačbi:

$$g_p = \frac{n_p}{F_p} \tag{2.3}$$

kjer je:

g_p gostota poselitve [P/ha]

n_p število prebivalcev [P]

F_p površina naselja (zazidalne površine) [ha]

Gostota naselitve, privzeta za obe naselji, izračunana po enačbi 2.3:

$$g_p = \frac{68P}{(2,17 + 3,15)ha} = 12,78P / ha$$

Za načrtovanje komunalne infrastrukture moramo poznati predvideno gostoto poselitve na koncu amortizacijske dobe. Slednjo izračunamo po enačbi:

$$g_{p,n} = g_p \cdot \left(1 + \frac{p}{100} \right)^n \tag{2.4}$$

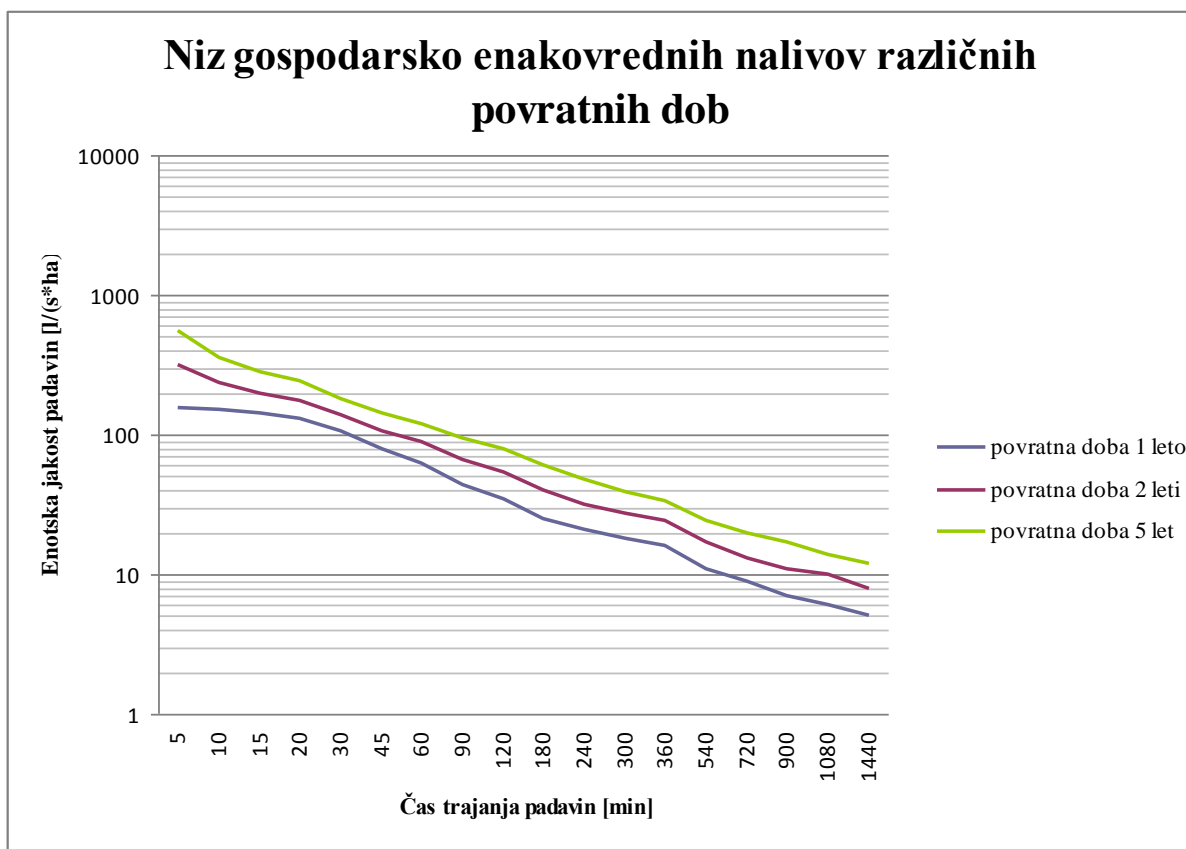
Gostota poselitve na koncu amortizacijske dobe (privzeto za obe naselji):

$$g_{p,n} = 12,78P / ha \cdot \left(1 + \frac{0,093}{100} \right)^{50} = 13,39P / ha$$

3.8.2 Hidrološke razmere

Za dimenzioniranje meteornega kanalizacijskega sistema je bistvenega pomena največja pričakovana količina odtoka padavinske vode pri velikem nalivu, ki predstavlja največjo obremenitev cevovoda. Preglednici 3 in 4 prikazujeta višino in količino ekstremnih padavin glede na povratno dobo (1, 2 ali 5 let), za merilno postajo Portorož letališče.

Grafikon 2 prikazuje gospodarsko enakovredne nalive za obravnavano območje.



Grafikon 2: Niz gospodarsko enakovrednih nalivov različnih povratnih dob (vir: Arso, Ljubljana, 2005).

Preglednica 3: Višina padavin (mm), merilna postaja Portorož letališče, obdobje od 1970 do 2005. (vir: Arso, Ljubljana, 2005)

trajanje padavin (min)	povratna doba (leta)		
	1 leto	2 leti	5 let
5	5	9	17
10	9	14	21
15	13	18	25
20	16	21	29
30	19	25	33
45	21	29	39
60	23	32	44
90	24	35	51
120	26	39	56
180	27	43	64
240	30	46	69
300	32	49	71
360	35	51	73
540	37	55	79
720	39	58	84
900	39	60	90
1080	42	63	93
1440	43	67	100

Preglednica 4: Enotska jakost padavin ($l/(s*ha)$), merilna postaja Portorož letališče, obdobje od 1970 do 2005. (vir: Arso, Ljubljana, 2005)

trajanje padavin (min)	povratna doba (leta)		
	1 leto	2 leti	5 let
5	156	312	556
10	151	237	355
15	141	199	280
20	130	176	239
30	106	138	181
45	80	106	143
60	63	88	121
90	44	66	95
120	35	54	78
180	25	40	60
240	21	32	48
300	18	27	39
360	16	24	34
540	11	17	24
720	9	13	20
900	7	11	17
1080	6	10	14
1440	5	8	12

4 OPIS MOŽNIH REŠITEV ODVAJANJA IN ČIŠČENJA ODPADNE VODE IZ AGLOMERACIJ POLETIČI IN BELI KAMEN

Pomembno vlogo pri projektiranju kanalizacijskega sistema predstavlja njegova ustrezna izbira. Za aglomeraciji Poletiči in Beli Kamen je predvidena izgradnja ločenega kanalizacijskega sistema. Odpadna voda se odvaja po kanalskem omrežju, padavinska pa se steka v sistem meteorne (padavinske) kanalizacije. Njegova prednost pred izvedbo mešanega sistema je v tem, da večja deževja ne morejo povzročiti preobremenitve sistema.

V našem primeru se meteorna kanalizacija odvaja izven območja predvidene zazidave, neposredno za naselje Poletiči, v potok Štulovca. Meteorna kanalizacija iz naselja Beli Kamen se izliva izven naselja v bližnji potok.

4.1 Zasnova kanalizacijskega sistema za naselji Poletiči in Beli Kamen

Predviden kanalizacijski sistem je zasnovan tako, da poteka v največji meri po javnih površinah. Kjer to ni mogoče, bodo kanalizacijski vodi potekali po zasebnih zemljiščih, kjer je potrebno predhodno pridobiti in urediti pravno premoženjska razmerja (služnostne pogodbe) lastnikov zemljišč.

4.1.1 Varianta 1 – kanalizacijski sistem Poletiči – Beli Kamen, končno čiščenje na MČN Kubed

Fekalna kanalizacija se gravitacijsko odvaja na črpališče fekalnih voda, s tlačnim vodom se dvigne na cesto za Beli Kamen in se nato težnostno odvede na fekalno kanalizacijo Beli Kamen s končno dispozicijo na mali čistilni napravi Kubed. (ISAN12 d. o. o., 2008a)

Ta variantna rešitev predvideva na območju Poletičev izgradnjo kanalizacijskega sistema v dveh fazah, in sicer:

1. faza predvideva ureditev fekalne kanalizacije obstoječe zazidave območja in najnujnejše ukrepe meteorne kanalizacije za zavarovanje fekalne kanalizacije.

2. faza predvideva izgradnjo osnovnih fekalnih kanalov in meteorne kanalizacije za celotno predvideno zazidalno območje.

Na območju naselja Beli Kamen je predvidena priključitev fekalne kanalizacije na javno fekalno kanalizacijo Gračišče. Meteorna kanalizacija se odvaja v bližnji vodotok na območju Brbari. (ISAN12 d. o. o., 2008b)

Zaradi težav pri pridobivanju služnosti vseh lastnikov zemljišč, kar je posledica dejstva, da je veliko teh lastnikov na predvidenem območju nepoznanih, je izgradnja kanalizacijskega sistema z enim črpališčem realno neizvedljiva. Zato je v dejansko predvidena zasnova kanalizacijskega sistema s tremi črpališči. Za slednjo je v splošnem znano, da ni ekonomična, zaradi višjih stroškov povezanih z obratovanjem in vzdrževanjem črpališč.

Na območju Poletičev se obe fazi izvedeta ločeno. Trenutno potek pridobitev gradbenega dovoljenja za izvedbo prve faze, ki predvideva ureditev fekalne kanalizacije obstoječih stanovanjskih objektov ter objektov, ki so predvideni za obnovo objektov v gradnji. Meteorna kanalizacija je predvidena samo tam, kjer lahko poteka vzporedno s predvideno fekalno kanalizacijo (Priloga A5). (ISAN12 d. o. o., 2008a)

Čisto padavinsko vodo iz streh, zelenic ter peščenih površin, speljemo v ponikovalnice. Padavinske vode z utrjenih površin, kjer se odvija motorni promet pa preko peskolovov in lovilcev olj in v meteorno kanalizacijo.

Druga faza je zasnovana tako, da omogoča odvajanje odpadnih voda za celotno predvideno zazidalno območje. Ker za slednje še niso izdelani OPPN, ni mogoče opredeliti in predvideti primerne kanalizacijskega sistema. Predviden je zgolj glavni kolektor, na katerega se bodo v končni fazi priključevali vsi kanali. Za končno dispozicijo odpadne vode sta predvideni dve možni varianti: končno čiščenje na samostojni mali čistilni napravi, s kapaciteto 100 PE

(zaradi predvidene širitve naselja), ali novo fekalno črpališče z navezavo na fekalno kanalizacijo 1. faze. (ISAN12 d. o. o., 2008a)

Predmet diplomske naloge je ekonomska primerjava različnih izvedb možnih rešitev za obe aglomeraciji. Slednji, pod drugo točko predstavljata dodatno rešitev odvajanja in čiščenja odpadne vode iz obravnavanega območja in v PGD nista obravnavani kot možni oz. predstavljata del rešitve 2. faze.

4.1.2 Varianta 2 – čiščenje odpadne vode iz naselja Poletiči na MČN, čiščenje odpadne vode iz naselja Beli Kamen na MČN Kubed

Druga varianta podaja kot možno rešitev čiščenje odpadne vode na MČN Poletiči (100 PE). Končna dispozicija odpadne vode iz naselja Beli Kamen pa je na MČN Kubed.

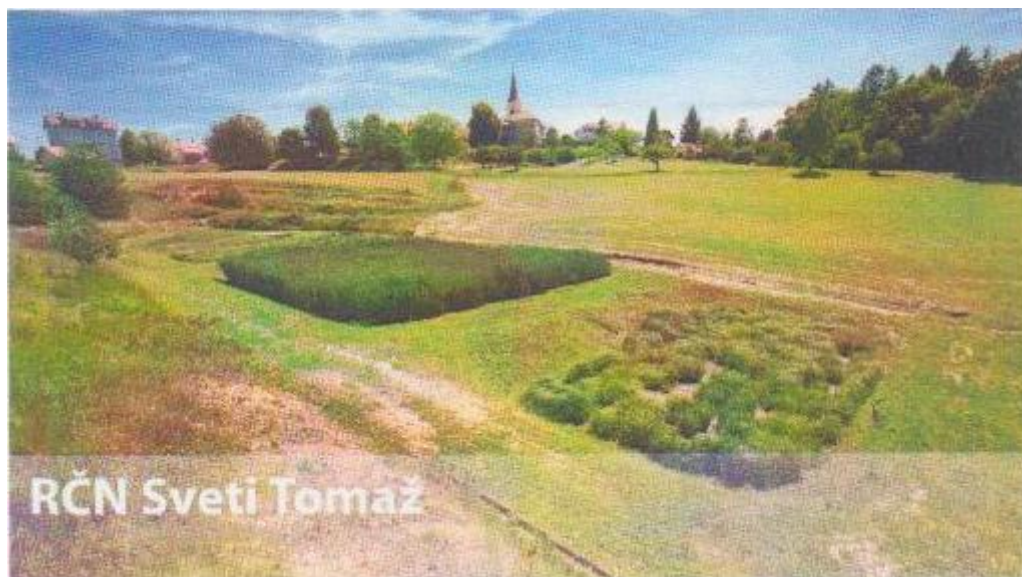
4.1.3 Varianta 2 A – kompaktna SBR čistilna naprava (100 PE)

Odvajanje in čiščenje odpadnih voda iz aglomeracije Poletiči na kompaktni MČN z odvodom v potok Štulovca. Težnostno odvajanje odpadne vode iz aglomeracije Beli Kamen v kanalizacijski sistem Gračišče – Kubed, s končnim čiščenjem na MČN Kubed.

4.1.4 Varianta 2 B – rastlinska čistilna naprava (100 PE)

Odvajanje in čiščenje odpadnih voda iz aglomeracije Poletiči na MČN (rastlinska čistilna naprava) z odvodom v potok Štulovca. Težnostno odvajanje odpadne vode iz aglomeracije Beli Kamen v kanalizacijski sistem Gračišče – Kubed, s končnim čiščenjem na MČN Kubed. Z izborom ustrezne tehnologije čiščenja zagotavljamo stopnjo, do katere se bo odpadna voda očistila pred izpustom v okolje. Za manjša naselja in individualne hiše se večinoma uporabljajo: greznice, biološke kompaktne ČN, lagune in rastlinske ČN. (B. Kompare in sod, 2009)

Primer RČN prikazuje Slika 11.



Slika 11: RČN Sveti Tomaž, 250 PE (vir: <http://www.limnos.si>).

5 HIDRAVLIČNO DIMENZIONIRANJE KANALSKEGA SISTEMA

Pri dimenzioniranju kanalizacijskega sistema je pomembna predvsem hidravlična obremenitev. To je največji predviden dotok v sistem, ki je odvisen predvsem od porabe vode, od zapadlih padavinskih voda in od tuje vode v sistemu (M. jereb, 2008)

Odpadno vodo iz obeh naselij odvajamo ločeno, ker ne želimo, da bi v primeru velikih nalivov ali dolgotrajnih deževij prišlo do preobremenitve sistema ter s tem povezanimi težavami na kanalizacijskem sistemu kot na sami čistilni napravi.

5.1 Kanalizacija za odpadno vodo

Pri določanju odtoka odpadne vode iz gospodinjstev potrebujemo povprečno količino odpadne vode na prebivalca, ki je enaka količini porabljene pitne vode (norma potrošnje) na število prebivalcev.

Celotna letna količina prodane vode v primeru merjenja odvzema pitne vode iz vodovodnega sistema za naselje Poletiči (Komunala Koper, 2007):

$$\text{Prodana voda}_{2007} = 2.023 \text{ m}^3/\text{leto}$$

$$\text{Povprečna dnevna prodana voda}_{2007} = 5,54 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Izračun norme porabe (n_p) vode ob upoštevanju števila prebivalcev (68 prebivalcev) na projektiranem območju:

$$n_p = \frac{Q_{d \text{ povp}, 2007}}{P} = 82 \text{ l/P dan} \quad (4.1)$$

$$n_p = \frac{5,54m^3 / dan}{68P} = 82 \text{ l/P dan}$$

Pri izračunih upoštevamo amortizacijsko dobo 50 let. Na podlagi amortizacijske dobe in prirastka prebivalstva izračunamo število prebivalcev po izteku življenjske dobe (J. Kolar, 1983):

$$\check{S} = \check{s} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n \quad (4.2)$$

Pri čemer je:

\check{S}	število prebivalcev po letu n
\check{s}	sedanje število prebivalcev
P	letna porast števila prebivalcev

$$\check{S} = 68 \cdot \left(1 + \frac{0,093}{100}\right)^{50} = 71$$

Za obe naselji je na koncu amortizacijske dobe predvideno povečanje števila prebivalcev na 71, upoštevati pa moramo tudi prirast števila prebivalstva zaradi predvidene širitve naselja. Ker za predvideno zazidalno območje še niso izdelani OPPN, struktura poselitve območja še ni znana, zato je ne moremo določiti točnega povečanja števila prebivalstva zaradi širitve naselja.

Pri izračunu števila prebivalcev v naselju Poletiči privzela izračunano gostoto poselitve $g_{p,50} = 13,39P / ha$. Število prebivalcev v naselju Poletiči v dobi petdesetih let, naraste na 91.

Hidravlični izračun za odpadno vodo po posameznih ceveh za naselje Poletiči je bil izveden za celotno zazidalno območje (Priloga B). Ker strukture poselitve širšega območja ne poznamo (s strani občine še ni izdelan OPPN), je za izračun privzeta gostota poselitve že

naseljenega območja ($g_{p,50} = 13,39P/ha$). Tako so bili pridobljeni podatki za izračun hidravlike v cevovodu f_a in f_e .

Dotok odpadne vode iz gospodinjstev znaša:

$$q_h = A \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n \cdot n_p \quad (4.3)$$

Maksimalni, srednji in minimalni urni dotok je izražen z deležem dnevnega dotoka odpadne vode iz vseh gospodinjstev Q_d .

$$Q_{\max,h} = \frac{Q_d}{8} \quad (4.4)$$

$$Q_{sr,h} = \frac{Q_d}{24} \quad (4.5)$$

$$Q_{\min,h} = \frac{Q_d}{36} \quad (4.6)$$

Kjer so:

Q_d	dnevni dotok [l/dan]
$Q_{\max,h}$	maximalni urni dotok [l/s]
$Q_{sr,h}$	srednji urni dotok [l/s]
$Q_{\min,h}$	minimalni urni dotok

Specifični sušni dotok na prebivalca naselja $q_{h,preb}$ določimo po spodnjih enačbah:

$$q_{sr,h,preb} = \frac{n_p}{24 \cdot 3600} \quad (4.7)$$

$$q_{\max,h,preb} = \frac{n_p}{10 \cdot 3600} \quad (4.8)$$

$$q_{\min,h,preb} = \frac{n_p}{36 \cdot 3600} \quad (4.9)$$

Specifični sušni dotok iz posameznega gospodinjstva q_h je odvisen od števila članov gospodinjstva in ga določimo po enačbi:

$$q_h = q_{h,preb} \cdot \text{št. članov gospodinjstva} \quad (4.10)$$

Ker v naselju Poletiči industrijskih in obrtnih obratov ni, jih pri izračunu hidravlične obremenitve kanalizacijskega sistema ni potrebno upoštevati.

Celotni dotok tuje vode po ATV 128 (ha kanalizirane površine):

$$Q_{inf} = 0,15[l/s \cdot ha] \cdot A_{območbn}[ha] \quad (4.11)$$

Sedaj izračunamo maksimalni pretok za dimenzioniranje kanalizacije, za obe naselji:

$$Q_{\max} = Q_{\max,h} + Q_{inf} \quad (4.12)$$

$Q_{\max,h}$ maksimalni pretok za dimenzioniranje kanalizacijskega sistema [l/s]

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

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

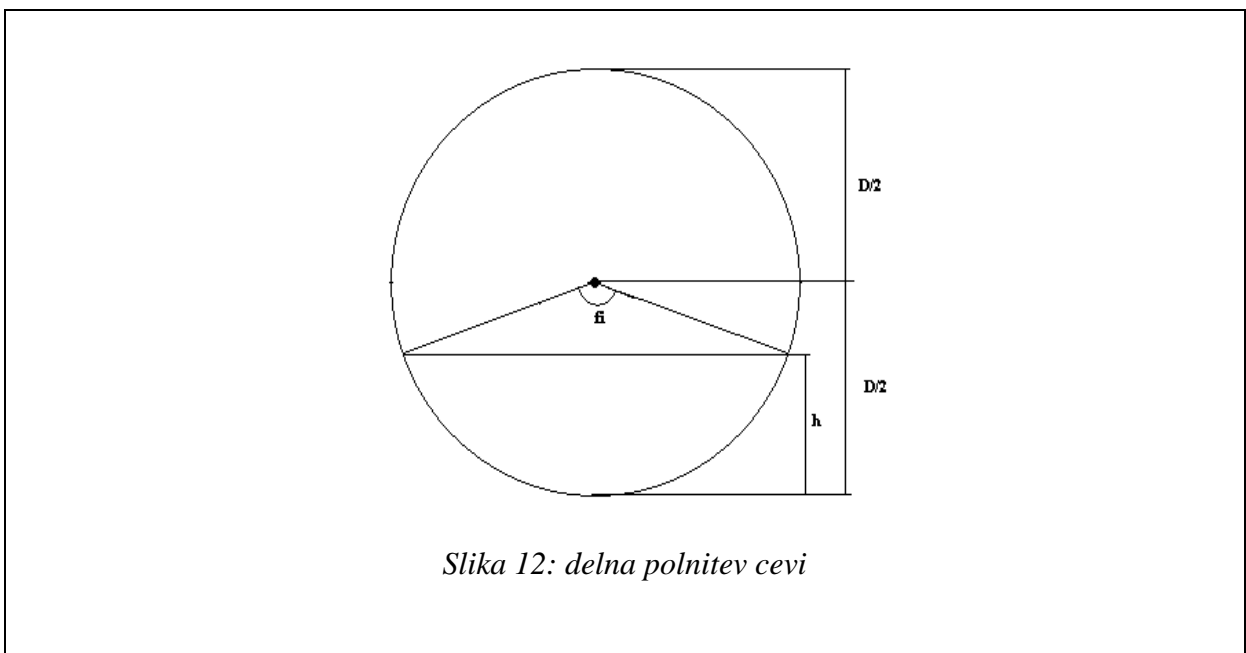
Enačbe za določitev hitrosti ter pretoka po ceveh (izračun podan v Prilogi B)

Pretok v cevi:

$$Q = S \cdot v = K \cdot \sqrt{I} \quad (4.13)$$

Pri čemer je:

Q	pretok [l/s]
S	prerez polnitve kanala [m ²]
v	hitrost [m/s]
I	padec [‰]
K	pretočni modul ali karakteristika cevovoda v odvisnosti od polnitve [l/s]



Slika 12: delna polnitev cevi

Manningova enačba za določitev pretoka po ceveh:

- Polni prerez:

$$v_{pol} = \frac{1}{n_g} \cdot R_0^{2/3} \cdot I^{0,5} \quad (4.14)$$

$$R_0 = \frac{S_0}{O_0} = \frac{d}{4} \quad (4.15)$$

$$Q_{pol} = S_0 \cdot v_{pol} \quad (4.16)$$

- Delno polnjenje cevi (Slika 12):

$$v = \frac{1}{n_g} \cdot R^{2/3} \cdot I^{0,5} \quad (4.17)$$

$$R = \frac{S}{O}$$

$$S = \frac{d^2}{8} \cdot \left(1 - \sin \alpha \right) \quad (4.18)$$

$$\alpha = 2 \arccos \left(\frac{D/2 - h}{D/2} \right)$$

$$O = \frac{d}{2} \cdot \alpha \quad (4.19)$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot S \quad (4.20)$$

Kjer je:

v	hitrost [m/s]
n_k	koeficient hrapavosti (za PVC cevi 0,011) [-]
R	hidravlični radij, polen prerez: $R_0 = d/4$ [m]
O	omočen obod [m]
α	kot polnitve [rad]
D	premer cevi [m]

5.2 Dimenzioniranje črpališča Č1

Po kanalizacijskem sistemu se odvaja velika količina vode, katere prečrpavanje bi bilo drago, zato se poskušamo temu izogniti s tem, da gradimo predvsem sisteme s težnostnim (gravitacijskim) odvodom. Padec glavnih kanalov je od 1 ‰ do 10 ‰, padec priključkov pa je lahko nekoliko večji. Pri zasnovi sistema moramo iskati čim boljše ujemanja padca dna cevovoda in padce terena, saj so tako globine cevi in izkopov manjše. Kjer izgradnja

težnostnega sistema ni mogoča, se gradijo tlačni ali vakuumski sistemi, ki pa so dražji predvsem pri obratovanju. (M. Jereb, 2008)

5.2.1 Teoretične osnove in enačbe

Kjer vode ni mogoče odvajati gravitacijsko in jo je potrebno prečrpavati na višji nivo, gradimo črpališča.

Na projektiranem območju se predvideva izgradnja enega črpališča za odpadno vodo. Za padavinsko vodo ni predvidene izgradnje črpališč.

Pri dimenzioniranju črpališča moramo najprej določiti pretok, na katerega se bo črpališče dimenzioniralo. Ko določimo pretok, sledi določitev prostornine nabire vode. Slednja predstavlja prostornino med nivojem vklopa in izklopa črpalke v črpališču. Prostornino nabire oziroma velikost črpalne komore v večini primerov določi komunalno podjetje, če pa se predvideva tovarniško izdelano črpališče, prostornino določi proizvajalec sam. Kljub temu se prostornina nabire lahko izračuna po spodnji enačbi (G. Malovrh, 2008).

Za tlačni cevovod uporabimo PEHD cevi z manjšim premerom in večjo trdnostjo.

Pričakovani dotok odpadne vode določa dimenzije velikosti črpalne komore, ki predstavlja prostornino med nivojem vklopa in izklopa črpalke. Sicer pa črpališče običajno dimenzioniramo na dvakratni sušni dotok, kar v našem primeru znaša:

$$Q_{\max, \text{Poletiči}} = 1,12 \text{ l/s} \cdot 2 = 2,24 \text{ l/s}$$

Črpalno višino določimo po enačbi 4.21:

$$P_{\epsilon} = \frac{g \cdot Q_{\max} \cdot h_{\epsilon}}{\eta} \quad (4.21)$$

Pri čemer so:

P_{ξ}	nazivna moč črpalke [W]
Q_{\max}	maksimalni pretok [m ³ /h]
g	gravitacijski pospešek 9,81 m/s ²
h_{ξ}	višina črpanja [m]
η	izkoristek črpalke [-]

Izračun višine črpanja:

$$h_{\xi} = h_{geod} + \Sigma \Delta H_{lin} + \Sigma \Delta H_{lok} \quad (4.22)$$

Kjer so:

h_{geod}	geodetska višina
$\Sigma \Delta H_{lin}$	vsota linijskih izgub
$\Sigma \Delta H_{lok}$	vsota lokalnih izgub

Koeficient trenja λ določimo po spodnjih enačbah (M. Uršič, 2009) oz. s pomočjo Moodijevega diagrama. Za njegovo določitev moramo poznati razmerje med absolutno hrapavostjo (določimo glede na izbrani tlačni vod) in premerom cevi ε/d ter Reynoldsovo število:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad (4.23)$$

Kjer je:

ν viskoznost tekočine [m²/s]

Vzamemo viskoznost vode pri T = 15 °C, ki znaša $\nu = 1,14 \cdot 10^{-6}$ m²/s

Hitrost tekočine v cevovodu okroglega prereza dobimo iz enačbe 4.24:

$$V = \frac{Q_i}{S_i} = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot d^2} \quad (4.24)$$

Oznake v zgornji enačbi:

$Q_i = Q_{\max}$ pretok v cevovodu [m^3/s]
 S_i prečni prerez cevovoda [m^2]

Če v enačbo 4.24 vpeljemo kinematično viskoznost $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ in jo delimo z gravitacijskim pospeškom g , dobimo enačbo, ki je poznana kot Poiseuillusova enačba in opisuje tlačne (energijske) izgube:

$$h = \frac{32 \cdot \nu \cdot V}{d_i \cdot g} \cdot L_i \quad (4.25)$$

Linijske izgube po Darcy-Weissbachovi enačbi:

$$\Delta H_{lin} = \lambda \cdot \frac{L_i}{d_i} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (4.26)$$

Oznake v zgornji enačbi:

λ koeficient trenja
 L_i dolžina cevovoda i [m]
 d_i premer cevovoda i [m]
 V hitrost tekočine v cevovodu [m/s]

Veljati mora enakost:

$$\lambda \cdot \frac{Li}{d_i} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{32 \cdot \nu \cdot V}{d_i \cdot g} \cdot Li \rightarrow \lambda = \frac{64 \cdot \nu}{V \cdot d_i} \quad (4.27)$$

V enačbo 4.27 vpeljemo Reynoldsovo število $Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$ in dobimo funkcijsko povezavo

koeficienta trenja λ z Reynoldsovim številom Re :

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (4.28)$$

Koeficienti lokalnih izgub

$\xi_{vt} = 0,5$	lokalne izgube na vtoku
$\xi_k = 0,6$	lokalne izgube na kolenu
$\xi_{izt} = 1,0$	lokalne izgube na iztoku

Pred izračunom linijskih izgub moramo poznati še dolžino projektiranega tlačnega voda. Glede na predvideno dolžino tlačnega voda (ob upoštevanju predpostavke $l/d \geq 500$) se določi, ali ga uvrščamo med kratke ali dolge cevovode.

5.2.2 Dimenzioniranje črpališča

Podatki:

Dolžina tlačnega voda: $L = 190$ m

Višinska razlika: $H_{geod} = 344,89$ m – $323,1$ m = $21,72$ m

Dvojni maksimalni dotok v črpališče: $Q_{\xi} = 0,82$ l/s = $0,00082$ m³/s = $3,0$ m³/h

Izbrane cevi : PEHD 50 (d = 50 mm)

Račun hitrosti (V) vode v tlačni cevi, po enačbi 2.24 (omejitev od 0,7 m/s do 1,3 m/s):

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{4 \cdot 2,24}{1000 \cdot \pi \cdot 0,05^2} = 1,14 \text{ m/s}$$

Izračunamo vsoto izgub:

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_{lin} + \Sigma \Delta H_{lok} = \sum \lambda \cdot \frac{L_i}{d_i} \cdot \frac{V_i^2}{2 \cdot g} + \sum \xi_i \cdot \left(\frac{V^2}{2 \cdot g} \right) \quad (4.29)$$

Linijske izgube v cevovodu odčitamo iz Moodijevega diagrama (slika13).

Po podatkih:

$$\varepsilon = 0,002 \text{ mm} \quad (\text{J. Puhar in sod, 2007})$$

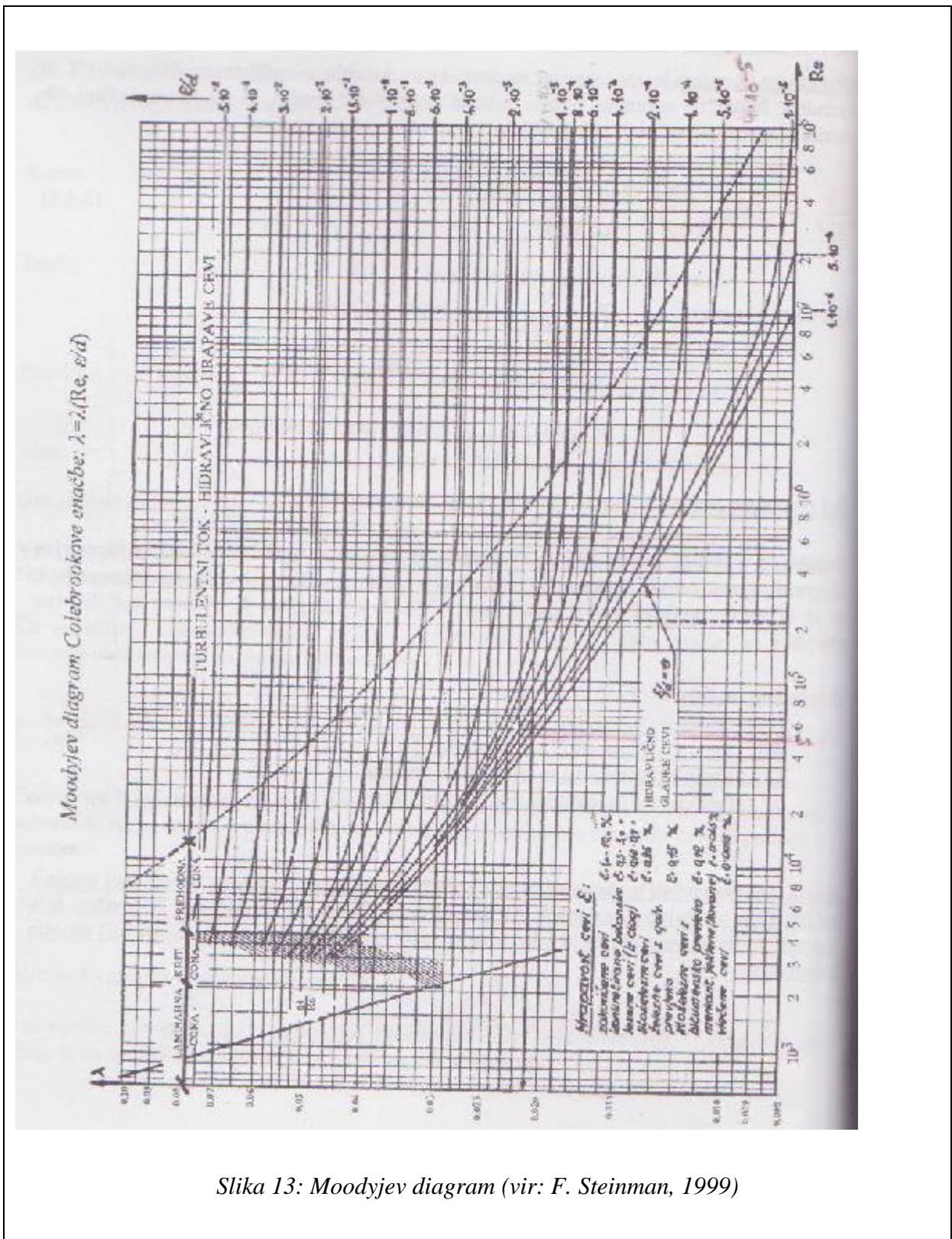
$$d = 50 \text{ mm}$$

Izračunamo Reynoldsovo število ter razmerje ε/d :

$$\text{Re} = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{1,14 \text{ m/s} \cdot 0,05 \text{ m}}{1,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} = 5 \cdot 10^4$$

$$\frac{\varepsilon}{d} = \frac{0,002 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} = 4 \cdot 10^{-5}$$

Iz Moodijevega diagrama (slika13) odčitamo vrednost koeficienta trenja $\lambda = 0,020$.



Slika 13: Moodyjev diagram (vir: F. Steinman, 1999)

$$\Delta H = 0,020 \cdot 190 / 0,05 \cdot 1,14^2 / 20 + 0,5 \cdot 1,14^2 / 20 + 1 \cdot 1,14^2 / 20 + 0,6 \cdot 1,14^2 / 20 = 5,07m$$

Izračun višine črpanja, po enačbi 4.30:

$$h_{\varepsilon} = 21,72m + 5,07m = 26,79m \quad (4.30)$$

V našem primeru znaša moč črpalke:

$$P_{\varepsilon} = \frac{9,81m/s^2 \cdot 0,00158m^3/s \cdot 26,55m}{0,8} = 0,52kW$$

Po navodilih za dimenzioniranje črpališča podjetja Regeneracija (vir: Regeneracija.si) je priporočljivo število vklopov in izklopov črpalke na uro, za moč motorja do 7,5 kW, $z \leq 15$.

Izbrano je bilo: $z = 15$ ter izračunan potreben volumen črpalne komore:

$$V_{komore} = \frac{8,6}{15} = 0,57m^3$$

Izbrano je bilo tipsko črpališče CJ-16-6-900 s prostornino črpalne komore $1 m^3$ (zagotovljen je varnost tudi v primeru izpada električne energije). Premer črpalne komore je $D = 1600$ mm, potrebna višina črpalne komore pa $H = 900$ mm. Črpalna količina črpalke v delovni točki je 6 l/s (preglednica 5).

Preglednica 5: Vrste črpališč (vir: Regeneracija, 2010)

Tip	Qp	Prostornina črpalne komore (m ³)	Premer črpalne komore D(mm)	Potrebna višina črpalne komore H3 (mm)	DN	DN	z - št. vklopov in izklopov	h ₂ *	hp	h _{OFF} *
	(l/s)				Dot.	Izt.		(mm)	(mm)	(mm)
					(mm)	(mm)				
CJ 12 – 2-850	2	0,22	1200	850	200	50	15	300	150	400
CJ 14 – 4-900	4	0,15	1600	900	200	50	15	300	200	400
CJ 16 – 6-900	6	1	1600	900	200	80	15	300	200	400
CJ 16 – 8-1000	8	1	1600	1000	200	100	15	300	300	400
CJ 20 – 10-1000	10	1,88	2000	1000	200	100	15	300	300	400
CJ 20 – 15-1100	15	1,88	2000	1100	200	100	15	300	400	400
CJ 20 – 20-1400	20	2,8	2000	1400	250	150	15	400	500	500
CJ 20 – 25-1500	25	2,8	2000	1500	250	150	12	400	600	500
CJ 24 – 30-1500	30	4,07	2400	1500	250	200	12	400	600	500
CJ 24 – 35-1600	35	4,97	2400	1600	250	200	12	400	700	500
CJ 24 – 40-1600	40	4,97	2400	1600	250	200	12	400	700	500
CJ 28 – 45-1500	45	6,1	2800	1500	250	200	12	400	600	500
CJ 28 – 50-1600	50	6,1	2800	1600	250	200	12	400	700	500
CJ 28 – 60-1700	60	8	2800	1700	250	250	12	400	800	500

Primer črpališča je prikazan v Prilogi D3.

Opis delovanja tipskega črpališča Regeneracija

Sestavni deli črpališča so: jašek, potopne črpalke, centrifugalne črpalke, nivojska stikala, protipovratni ventili, zaporni ventil, tlačni cevovod, lestev, podest, lovilna rešetka in pokrov.

Črpališče je sestavljeno iz ene ali dveh komor. Dodatne komore služijo kot zadrževalni bazeni, čistilni jaški ali razbremenilniki. Odpadne vode se skozi dotočno kanalsko cev (le-teh je lahko več) stekajo v spodnji del jaška, imenovan črpalna komora. Poškodbe ali zamašitev črpalk in tlačnega voda se lahko prepreči tako, da se na vstopu dotočnih cevi pritrdi lovilne košare. Ko nivo v črpalni komori doseže določeno višino, se vklopi črpalka. Črpalke vklopijo in izklopijo nivojska stikala oziroma ustrezni senzorji. Velikost črpalne komore in nivo za vklop črpalke se izračuna glede na količino dotoka, kapaciteto črpalk ali število vklopov črpalke v eni uri. V črpališču sta vedno dve črpalki, tako da je v primeru okvare ene črpalke še vedno zagotovljeno nemoteno delovanje črpališča. Tlačni vod je opremljen s protipovratnima ventiloma, ki preprečujeta vračanje vode iz tlačnega cevovoda v črpališče. Zaporni ventil na tlačnem cevovodu se zapre v primeru okvare črpalk. Za čiščenje in vzdrževanje črpališča je pritrjen podest, do katerega se je možno spustiti po lestvi. (Regeneracija, 2010)

5.3 Kanalizacija za padavinsko vodo

Za hidravlični izračun cevovoda obstaja več matematičnih metod. Hidravliko cevovoda za padavinsko vodo je bila izračunana s pomočjo programa Sewer+, ki je zasnovan po matematičnem modelu retenzijske metode. Princip tega modela je upoštevanje retenzije (zadrževanja) v ceveh. Možna je tudi izbira računa po racionalni metodi.

V nalogi je bil pri hidravličnem računu kanalizacije za padavinsko vodo uporabljen program SEWER+. V Prilogi B2 in B3 je podan račun po racionalni metodi.

5.3.1 Opis programa SEWER+

Opis sem povzela po opisu na spletni strani programa SEWER+.

Vzpostavitev modela terena

Programu moramo najprej podati vhodne podatke, torej teren in obstoječe komunalne vode.

Podatke lahko podamo na več načinov:

- iz geodetskega posnetka oz. z datoteko s koordinatami X, Y, Z,
- iz AutoCAD risbe, če imajo točke terena določeno višino Z,
- s pomočjo AutoCAD geodetskih blokov z atributom za višino Z.

Osnova za projektiranje je 3D model terena, ki ga program tvori na osnovi terenskih podatkov.

Kadar imamo model terena določen, nam program avtomatsko določa teren nad posamezno osjo kanala. Na izbiro sta dve metodi določanja terena nad posameznim kanalom: digitalen model reliefa in metoda projiciranja geodetskih točk na os kanala. Uporaba slednje je smiselna, kadar nimamo na razpolago geodetskega posnetka terena, imamo pa posnete posamezne točke v neposredni bližini poteka kanalov.

V svojem primeru sem vnesla podatke o terenu s pomočjo AutoCAD geodetskih blokov z atributom za višino Z.

Vzpostavitev sistema mrež in kanalov

Pred začetkom dela na projektu si zaradi lažje organizacije dela običajno ustvarimo grobo shemo našega projekta.

Osnova obdelave je baza podatkov, ki jo imenujemo Projekt in jo lahko poljubno poimenujemo. Projekt se deli na mreže, ki lahko predstavljajo samostojne elemente katastra podzemnih vodov ali pa sklope posameznega katastra. Elementi mreže so kanali. Kanali se delijo na cevi, ki predstavljajo najmanjši element Projekta. Cev predstavlja odsek kanala, v

katerem se njegove lastnosti (kvaliteta, profil, padec) ne spreminjajo in je vidna samo pri hidravličnih izračunih.

Vnos osi kanalov in povezava v sisteme

Projektiranje pričnemo z vnosom trase bodočega kanalizacijskega sistema. Ob vnašanju osi kanala program sproti izpisuje podatke, ki jih ima trenutno na razpolago (kote terena, številčenje jaškov, razdalje med jaški itd.).

Pred vnosom osi je potrebno določiti ime kanala. Ker je kanalsko omrežje navadno močno razvejano, kanale označujemo po določenem sistemu. Os vnašamo od izliva navzgor. Kanale lahko med seboj združujemo, jaške popravljamo, vrivamo oziroma brišemo (M. Jereb, 2008). Slednje storimo z ukazom "vnos osi".

Jaške sem postavila na razdalji cca 25 m ($100 \cdot \Phi$).

Vnos nivelete kanalov in določitev cevi

Naslednji korak je vnos nivelete kanalov (grafično ali numerično). Določamo jo v vzdolžnem profilu posameznega kanala. Program nam v vzdolžnem profilu izriše potek terena nad kanalom z lokacijami horizontalnih lomov.

Pri svojih izračunih sem niveleto kanalov vnašala numerično, pri čemer sem za posamezen kanal podala koto vtoka oz. iztoka. Pri padcih sem upoštevala minimalno mejo 0,6 %. Po pravilniku za projektiranje kanalizacije odpadna hitrost vode v ceveh ne sme biti manjša od 0,5 m/s in prekoračiti vrednosti 4 m/s.

Niveleto kanala določimo s podajo globine revizijskih jaškov v horizontalnih lomih. V vzdolžnem profilu lahko vnašamo tudi nove revizijske jaške ter jih lahko poljubno brišemo. Jaške, v katerih je izveden horizontalni lom, lahko brišemo le v določenih primerih. S pomočjo pogovornega okna lahko grafično ali numerično ustvarjamo kaskadne in prepadne jaške ali pa jih ponovno spreminjamo nazaj v običajne revizijske.

Jaškom, katerih globina je enaka ali presega 1,90 m, sem povečala Φ iz $\Phi 800$ na $\Phi 1000$ zaradi lažjega dostopa delavcev pri vzdrževanju.

Določiti moramo tudi kvaliteto cevi in izbrati premer posamezne cevi. Izbrala sem PVC DN 100, gladke cevi.

Hidravlični izračun – preverba predlaganih cevi ali avtomatični hidravlični izračun

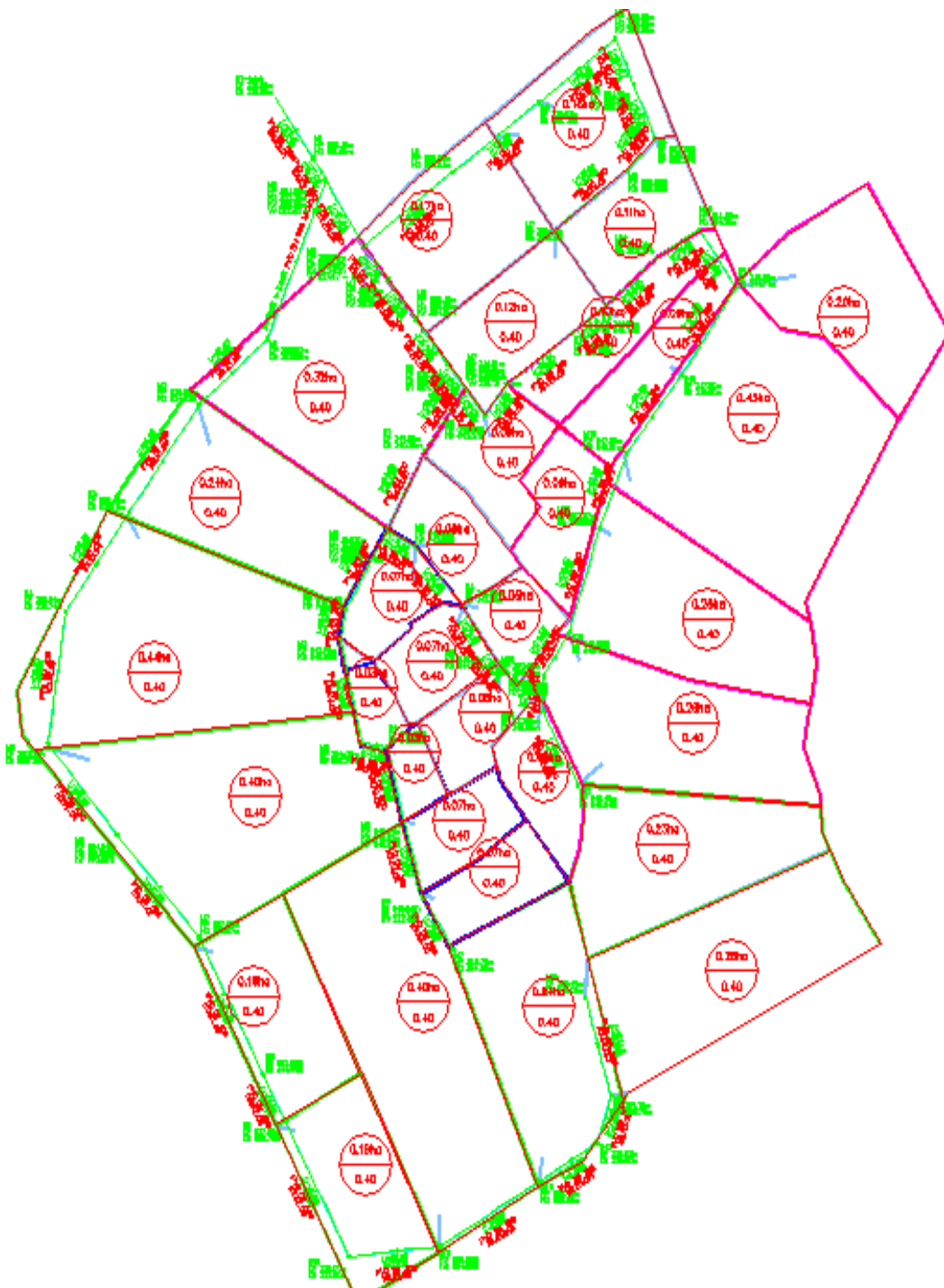
Ko so trasa kanalizacijskega sistema in nivelete posameznih kanalov določene, lahko začnemo s hidravličnim izračunom. Za dimenzioniranje kanalov padavinske kanalizacije moramo določiti prispevne površine (Slika 14), za dimenzioniranje kanalov za odpadno vodo pa sušni odtok. (M. Jereb, 2008)

Za hidravlični izračun meteorne kanalizacije moramo v program vnesti podatke o terenu, hidrološke podatke ter izbrati želeni kot polnitve kanalizacijskega sistema. Podati moramo še tip, intenziteto, podatke o prebivalcih in čas trajanja naliva, prispevne površine (numerično, grafično), koeficient odtoka in druge hidrološke podatke.

Sama sem izrisala prispevne površine na posamezne cevi glede na višinske točke terena ter smiselno določila, v katere cevi priteka meteorna voda. Podatke sem vnašala grafično, na kanal, glede na prispevno površino. Koeficient odtoka sem po projektantski praksi privzela 0,40 in je za vse površine enak. Upoštevala sem 2 min čas koncentracije. Prebivalcev pri preračunu nisem upoštevala.

Izbran časovni korak, ki vpliva na natančnost izračuna odtoka s površine, je 30 s., želen kot polnitve cevi pa 70 %.

Dimenzije in kvaliteto cevi lahko izberemo sami (program zgolj preveri) ali pa optimalen izbor prepustimo programu.



Slika 14: Primer določitve prispevnih površin za naselje Poletiči.

Rezultati

Program nam omogoča izpis tako grafičnih kakor tudi tabelarnih rezultatov.

Tako je možno izdelati tabele:

- s hidravličnimi rezultati,
- za zakoličbo, z višinskimi kotami jaškov,
- izkopov za celoten sistem ali po posameznih kanalih (glede na globino izkopa, vrsto izkopa itd.)
- porabljenih cevi po dimenzijah in kvalitetah za vsak kanal posebej in kumulativno po mrežah,
- vseh revizijskih, kaskadnih in prepadnih jaškov za vsak kanal posebej in kumulativno po mrežah.

Grafični prikaz rezultatov je v okolju AutoCADa, risbe pa prikazujejo situacije z vsemi podatki o kanalizacijskem sistemu in vzdolžne profile za vsak kanal posamezno.

5.4 Dimenzioniranje MČN

Ob upoštevanju, da število prebivalcev v 50-ih letih naraste na 91, predvidimo projektiranje male čistilne naprave za 100 PE.

5.4.1 Rastlinska čistilna naprava

RČN je lahko sestavljena iz dvostopenjskega Imhoffovega gnilišča (usedalnik) in trstične grede. Usedalnik je dimenzioniran tako, da se mehanske nečistoče usedajo (delci, večji od 0,05 mm), poleg tega pa v njem že poteka prva faza mikrobiološke razgradnje. S pomočjo distribucijskega sistema se nato odpadna voda razliva po filternem pasu grobega kamenja in nadaljuje pot skozi površino substrata. V mokrišču se deloma prečiščena voda iz usedalnika dokončno prečisti.

V Immhofovem gnilišču poteka 40 % čiščenja (mehansko in delno biološko). Preostalih 60 % poteka na trstični gredi (biološko čiščenje in odstranjevanje N in P), za katero je priporočljiva izdelava gred na več različnih nivojih (T. Žagar, 2009).

- Globina grede (glede na vrsto rastline, klimo okolja) med 0,3 m in 0,8 m
- Dno grede: 1 % naklon (priporočeno)
- Polica 0,5 m nad površino grede (odlaganje in zbiranje odmrlega rastlinskega materiala)

Princip dimenzioniranja RČN je privzet iz Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment in po priporočilih podjetja Limnos d. o. o. – Podjetje za aplikativni tehnologijo.

Norme porabe (n_p) vode, po enačbi 4.1, znaša:

$$n_p = \frac{5,54 \text{ m}^3 / \text{dan}}{68P} = 82 \text{ l/P dan}$$

Poprečni pretok skozi medij:

$$Q_{\text{dnevni}} = A_0 \cdot n_p = 100 \text{ PE} \cdot 82 \text{ l/P dan} = 8,2 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (4.31)$$

Po priporočilih podjetja Limnos znaša volumen usedalnika polovično vrednost povprečnega pretoka:

$$Vu = \frac{8,8}{2} = 4,1 \text{ m}^3$$

Zaradi predpostavke, da se 40 % odpadne vode očisti na gnilišču, izračunamo, da znaša dnevni dotok odpadne vode na trstično gredo:

$$Q_{\text{dnevni, greda}} = A_0 \cdot n_p \cdot 0,6 = 100 \text{ PE} \cdot 82 \text{ l/P dan} \cdot 0,6 = 4,92 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (4.32)$$

Sedaj izračunamo BPK_5 vtoka in iztoka, pri čemer iz Preglednice 6 upoštevamo tipično onesnaženje ene odrasle osebe v enem letu:

Preglednica 6: Tipično onesnaženje ene odrasle osebe v enem dnevu (vir: B. Kompare in sod., 2007)

parameter	oznaka	vrednost za 1PE	enota
kemijska potreba po kisiku	KPK	120	g O ₂ / dan
biokemijska potreba po kisiku, izražena v 5-ih dneh	BPK ₅	60	g O ₂ / dan
izločljive - suspenzirane snovi	SS	70	g / dan
organski dušik za amonijakom	TKN	11	g / dan
od tega amonijev dušik	NH ₄ - N	75 %	
organski dušik za amonijakom	Norg	25 %	
celotni fosfor (vključno z detergenti)	P	1,8	g / dan

$$C_v = \frac{60 \text{ g} \cdot 100 \text{ PE} \cdot 0,6}{4,92 \text{ m}^3 / \text{ dan}} = 731,7 \text{ mg} / \text{l} \quad (4.33)$$

Zahteva za BPK_5 iztoka iz čistilne naprave:

$$C_i = 10 \text{ mg} / \text{l} \text{ (T. Žagar, 2009)}$$

Površino RČN izračunamo s pomočjo enačbe:

$$A = \frac{Q \cdot \left(\ln \left(\frac{C_v}{C_i} \right) \right)}{Kt \cdot d \cdot n} \quad (4.34)$$

Pri čemer je:

- d delovna globina telesa, ki se izbere glede na dolžino korenine vrste zasajene močvirne rastline, izbrane iz Preglednice 7:

Preglednica 7: dolžine korenin (vir: G. Malovrh, 2008)

vrsta rastline	dolžina korenike [m]
Sitec, Scirpus	0,8
Trst, Phragmites	0,6
Rogoz, Typha	0,3

Iz zgornje preglednice izberemo rastlino Trst, z delovno globino 0,6 m.

- n določena poroznost za izbrani gramoz pri določeni velikosti zrn, kar prikazuje Preglednica 8:

Preglednica 8: pregled karakteristik agregata (vir: G. Malovrh, 2008)

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

Izberemo zrna velikosti 16 do 32, pripadajoča poroznost pa je $n^a = 0,38$.

- Kt je temperaturni koeficient. Pri 20°C je Kt = 1,104.

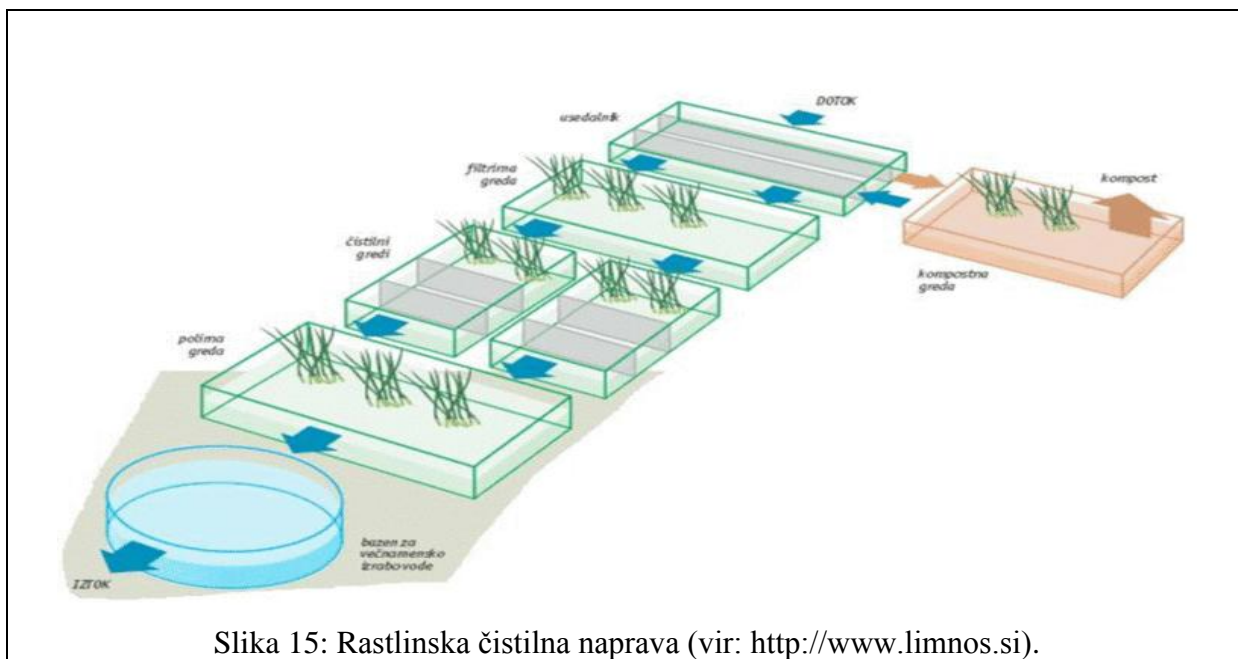
Sedaj lahko iz enačbe 4.34 izračunamo:

$$A = \frac{4,92 \text{ m}^3 / \text{dan} \cdot \left(\ln \left(\frac{731,7 \text{ mg} / \text{l}}{10 \text{ mg} / \text{l}} \right) \right)}{1,104 \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 0,38} = 83,91 \text{ m}^2$$

Dolžina RČN mora biti zaradi kontrole toka vode, oz. preprečitve kratkega stika, bistveno večja od širine. Zato izberemo RČN dimenzije: dolžina 20 m, širina 10 m in globina 0,6 m.

Odločila sem se za rastlinsko čistilno napravo Limnowet, podjetja Limnos (Slika 15). Za uspešno čiščenje komunalne odpadne vode predlaga podjetje površino 2 do 2,5 m² na 1 PE obremenitve. V našem primeru torej:

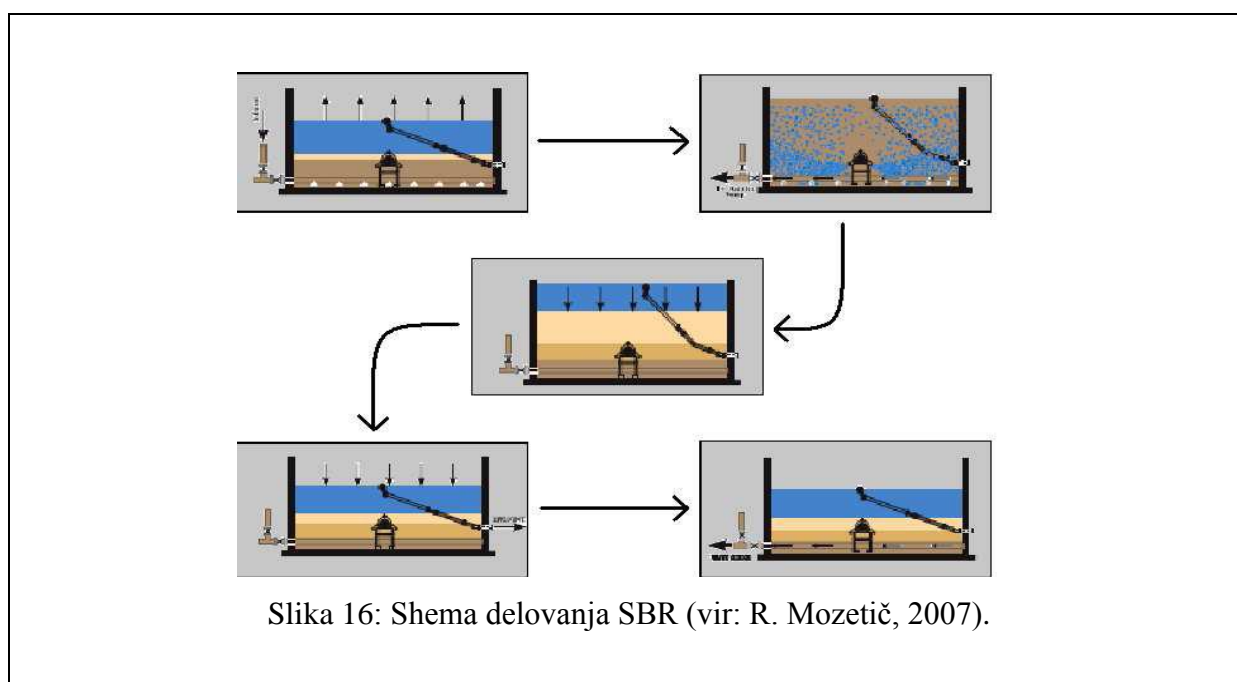
$$A = 2,0 \text{ m}^2 \times 100 \text{ PE} = 200 \text{ m}^2 \quad (4.35)$$



5.4.2 Kompaktna (SBR) čistilna naprava

Kompaktne čistilne naprave delimo na kompaktne naprave s pritrjeno biomaso in naprave s poživiljenim blatom. Med biološke ČN s pritrjeno biomaso uvrščamo precejalnike, biofiltre, potopnike ter ČN s pritrjeno biomaso.

V svoji nalogi obravnavam diskontinuuirni – SBR sistem, ki spada pod ČN z aktivnim biološkim blatom. Za te sisteme je značilno, da vse faze čiščenja (biokemijski procesi in sedimentacija) potekajo v istem reaktorju (Slika 16). Ko odpadna voda priteče v reaktor, vklopimo ozračevanje, pri čemer potečejo procesi oksidacije organskega onesnaženja ter ob dovolj dolgi fazi tudi nitrifikacija. Usedanje nastalega biološkega blata nastopi ob izklopu prezračevanja. Tej fazi sledi izpust očiščene vode, izbistrene nad usedlim blatom. Obratovalni cikel je čas med enim in drugim iztokom očiščene vode (B. Kompare in sod, 2009).

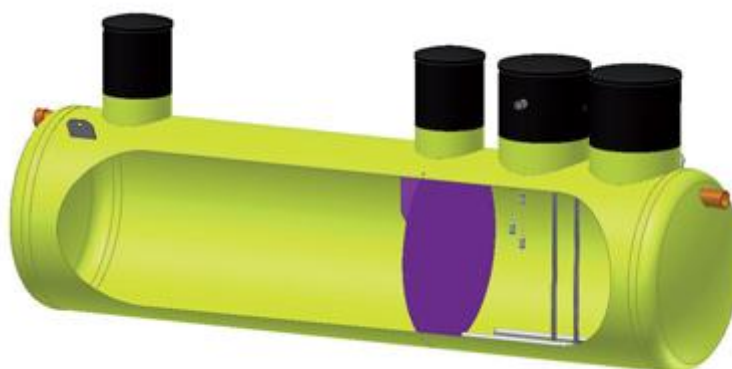


V Preglednici 9 je prikazana Čistilna naprava SBR_REG_100 z vsemi tehničnimi podatki.

Preglednica 9: Tehnični podatki SBR_REG 100

tip	PE	premer	višina oz. dolžina	volumen mehanska stopnja	volumen biološka stopnja	cevni priključek	poraba električne energije	teža
		D [mm]	H oz. L [mm]	VMS [m ³]	VBS [m ³]	DN [mm]	kWh/leto	[kg]
SBR_R EG 100	86- 125	2400	7000	17,9	11,3	150	2500	1500

Predvidena ČN je SBR_REG_100, s kapaciteto 11,5 m³/dan. Volumen mehanske stopnje čiščenja znaša 15 m³, biološke stopnje pa 11,3 m³.



Slika 17: Tipska čistilna naprava podjetja Regeneracija d. o. o. (vir: regeneracija.si,2010)

6 TEHNIČNA IZVEDBA REŠITEV

6.1 Kanalizacijski sistem

Kanalizacija mora biti izdelana v skladu s standardom SIST EN 1610, ki obravnava gradnjo in preizkušanje kanalov za odpadne vode. V njem so podani natančni pogoji in določila, ki jih mora projektant pri svojem delu upoštevati. Opisana izvedba cevovodov in kanalizacije je povzeta po tehničnem poročilu, ki je del načrta Projekta za izdajo gradbenega dovoljenja posredovanega od podjetja ISAN 12 d. o. o., 2008.

6.1.1 Kanalizacijski vodi

Vsi cevovodi so predvideni iz trdostenskega PVC. Cevi morajo ustrezati EN 1401-1 in Pr EN 13476.

6.1.1.1 Vodi fekalne kanalizacije

Fekalno kanalizacijo za odvajanje odpadnih voda iz naselja Poletiči sestavlja skupno 5 kanalskih vej: fa, fb, fc, fd, fe. Kanalske cevi so gravitacijske. Pri priključitvi kanalizacije Poletiči na kanalizacijski sistem Beli Kamen je potrebno dodatno postaviti 191,8 m dolg tlačni kanal. Kanal f_{grav} povezuje obe naselji in je gravitacijski (338,3 m, PVC DN 250 SN4).

V naselju Beli Kamen sestavlja sistem fekalne kanalizacije tudi 5 kanalskih vej: ff, fg, fh, fi ter fj. Vse kanalske cevi so gravitacijske.

Izbrane cevi fekalne kanalizacije so PVC gladke cevi, minimalnega notranjega premera 200 mm, torej minimalno PVC DN 250 SN4 (237,6 mm).

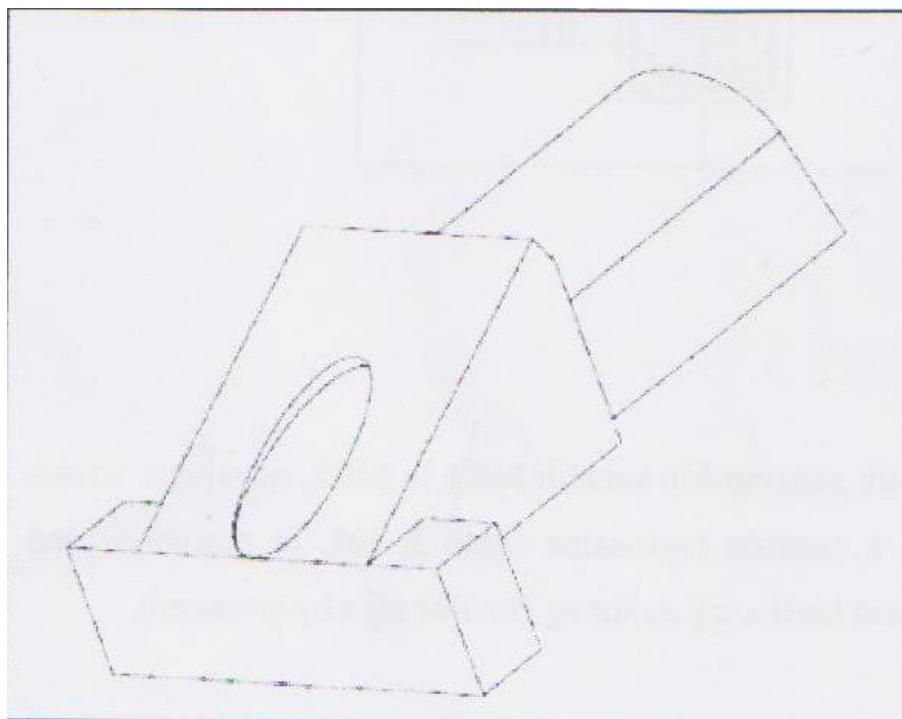
Potek cevi je razviden v Prilogi A4.

6.1.1.2 Vodi meteorne kanalizacije

Meteorno kanalizacijo na območju Poletičev in Belega Kamna sestavlja skupno 8 kanalskih vej: ma, mb, mc, md, me, mf, mg, in mh. Vsi kanali so gravitacijski in vodotesni. Vse cevi meteorne kanalizacije so PVC cevi, velikosti PVC DN 250 ter PVC DN 250 SN4 (236,7 mm), PVC DN 300 ter PVC DN 300 SN4 (299,6 mm), PVC DN 400 ter PVC DN 400 SN4 (380,4 mm) ter PVC DN 500 (475,4 mm).

Voda doteka v sistem padavinske kanalizacije preko požiralnikov s peskolovom. Če je mogoče, vgradimo požiralnike z vtokom pod robnikom. Odvajanje padavinske vode s hišnih streh in z dvorišč poteka v požiralnike z vtočno rešetko.

Izpust padavinske vode iz meteorne kanalizacije izvedemo s tipsko betonsko iztočno glavo ustreznih dimenzij (Slika 17). Na mestu izpusta brežine in dno odvodnika ustrezno zaščitimo pred erozijo. Potek cevi je razviden v Prilogi A5.



Slika 18: Prikaz iztočne glave (vir: M. Jereb, 2008)

6.1.2 Hišni priključki

Cevi hišnih priključkov so predvidene DN160 z notranjim premerom minimalno 150 mm. Cevi se polagajo na pesek in obsipajo s peskom, cevi v padcih 15% in več se položijo na betonsko posteljico in obbetonirajo.

6.1.3 Jaški

Jaški fekalne kanalizacije se izdelajo iz premera 80 ali 100 cm. Izdelajo se iz GRP (ojačani poliester) SN 5000 na podložnem betonu. Dno jaška se izvede iz GRP z muldami. Najmanjši radij zaokroževanja v muldah ne sme biti manjši od 30 cm. Mulda v jašku se mora izdelati vsaj do polovice višine cevi in naj bo nagnjena 5 % proti cevi. Stike jaškov s cevovodom naj se izdela s priključki dolžine do 0,5 m. Pri izdelavi jaškov se v bazo jaškov vgradi nastavke dolžine 0,50 do 1,0 m za izvedbo spoja.

Kaskadni jaški se izdelajo po enaki tehnologiji kot običajni fekalni jaški. V širini 1 m se izvede stabiliziranje nasutja pod dovodno cevjo s cementom ali s pustim betonom.

Umirjevalni jaški se izdelajo iz premera Φ 1000 mm, s tangencialnim vtokom in centralnim iztokom. Globina umirjevalnega dela jaška mora znašati minimalno 30 cm. Jaški so predvideni iz enakega materiala in enake konstrukcije kot jaški javne fekalne kanalizacije.

Jaški meteorne kanalizacije se izdelajo iz betonskih cevi premera 60, 80 ali 100 cm. Cevi se položijo na betonski temelj – temeljno ploščo, debeline najmanj 15 cm. Temeljna plošča mora biti najmanj za 10 cm širša od zunanjega premera cevi. V primeru slabo nosilnih tal se pod talno ploščo položi še sloj tampona, debeline 30 cm. Tamponski sloj mora biti širši za najmanj debelino plošče od temeljne plošče. Spoji temelja in betonskih cevi, kakor tudi spoji med posameznimi cevmi in spoj betonske cevi in betonskega okvirja, se izvede iz fine cementne malte. Dno jaška se izvede z muldo. Najmanjši horizontalni radij zaokroževanja v muldi ne sme biti manjši od 30 cm. Mulda v jašku se mora izdelati vsaj do polovice višine cevi. Dno jaška mora biti nagnjeno proti muldi v nagibu najmanj 5 %. Dno in stene jaška se obdelajo s fino cementno malto in trikratnim premazom s hidrotres +. Jaški globine nad 1,50 m

morajo biti opremljeni z vgrajenimi litoželeznimi nastopnimi elementi - stojišči. Jaški morajo biti vodotesni. Opremijo se z litoželeznimi pokrovi.

Litoželezni pokrovi jaškov se izvedejo povsod, razen pri hišnih priključnih jaških in jaških na priključnih cevovodih. Na povoznih površinah, kjer je mogoča obremenitev s tovornimi vozili, se vgradijo pokrovi za obremenitev 250 kN, drugod pa pokrovi za obremenitev 150 kN. Na njivskih površinah se pokrovi jaškov dvignejo za 10 cm iznad terena. Na nagnjenih površinah se pokrovi postavijo vzporedno s terenom.

Jaški v naseljih Poletiči in Beli Kamen so načrtovani na razdalji $10 \cdot \Phi$, v primeru cevi Φ 250, na 25 m. Zaradi vodotesnosti so jaški pri fekalni kanalizaciji iz polipropilena, pri meteorni pa so betonski (Priloga D1, D2 in D4). Premer jaškov je Φ 800 oz. Φ 1000 (vkopani več kot 2 m). Kanal je predviden tako, da je teme cevi minimalno 1,20 m pod nivojem cestišča.

6.1.4 Ostale zahteve

Kanalizacija mora biti v skladu z EN 1610 vodotesna, kar je potrebno dokazati s preizkusom. Obnova tlaka in zaključna dela se lahko izvedejo šele po izvršenih hišnih priključkih kanalizacije. Preizkus vodotesnosti kanalizacije izvedemo po posameznih odsekih po priloženih navodilih. Kanalizacija mora biti pred pregledom očiščena.

Vsa križanja fekalne kanalizacije so predvidena najmanj 50 cm pod niveleto vodovoda, vodovod pa se pri izvedbi prehoda zaščiti s PVC kanalizacijsko cevjo in obsipa s peskom.

Križanja kanalizacije s telefonskimi in z elektroenergetskimi kablji potekajo tako, da se križanje zavaruje z obsipom s peskom, zaščitno PVC strešico in z opozorilnim trakom.

Predvidena kanalizacija je odmaknjena od obstoječih telefonskih napeljav. Prečkanja telefonskih naprav se bodo izvedla z zavarovanjem telefonske naprave z zaščitno PVC kanalizacijsko cevjo. Med izvedbo zemeljskih del se telefonske naprave zaščitijo z lesenim zaščitnim opažem in podprejo z lesenim odrom.

Izvajalec mora pred pričetkom del z upravljavci komunalnih naprav zakoličiti obstoječe komunalne naprave, vsa dela v vplivnem območju komunalnih naprav pa izvajati pod nadzorom upravjalca in po njegovih navodilih.

6.2 Kompaktna (SBR) čistilna naprava

Izmed mnogih ponudnikov na slovenskem trgu sem se odločila za kompaktno ČN podjetja Regeneracija d. o. o. V svojem programu ponujajo SBR biološke čistilne naprave (Slika 18).

Odpadna voda priteka v mehanski del biološke ČN, kjer se večji delci usedajo. Nato voda odteka v biološko stopnjo, iz katere očiščena voda odteka naprej v ponikalnico ali odprte vode. Princip delovanja biološke ČN je v tem, da se v biološki stopnji aktivno blato z mešanjem in s prezračevanjem vzdržuje v stalnem gibanju, kar omogoča pospešeno naravno samočiščenje, saj se raztopljene in neusedljive snovi spremenijo v obliko, ki se lahko useda. To omogočajo mikroorganizmi, ki tvorijo razpršeno biomaso. Biološke ČN se ponavadi vkopljejo v zemljo. Zavarovane morajo biti pred zmrzovanjem in neposredno sončno svetlobo, pretok zraka v prezračevalni bazen pa ne sme biti nikoli oviran. Pokrovi vstopnih odprtih so lahko pohodni ali povozni. (Biološka čistilna naprava SBR, regeneracija.si)

Po priporočilih podjetja Regeneracija je predvidena globina vkopa, ki predstavlja razdaljo med koto terena in zgornjim obodom posode 0,5 m, brez podtalnice. Zakopana mora biti s predpisanim zasipnim materialom. V primeru globljega vkopa posode ali prisotnosti podtalnice, se zahteva podaljšanje priključkov in povečanje debeline stene posode.

6.3 Rastlinska čistilna naprava

RČN so primerne za občutljiva in naravovarstvena območja, ker temeljijo na uporabi naravnih in naravi podobnih sistemov in procesov. Predstavljajo pomemben prispevek k preprečevanju onesnaževanja in obremenjevanja voda ter ohranjanju vodnega režima. RČN imajo za Slovenijo ogromen okoljevarstveni potencial, saj predstavljajo rešitev predvsem za ruralni

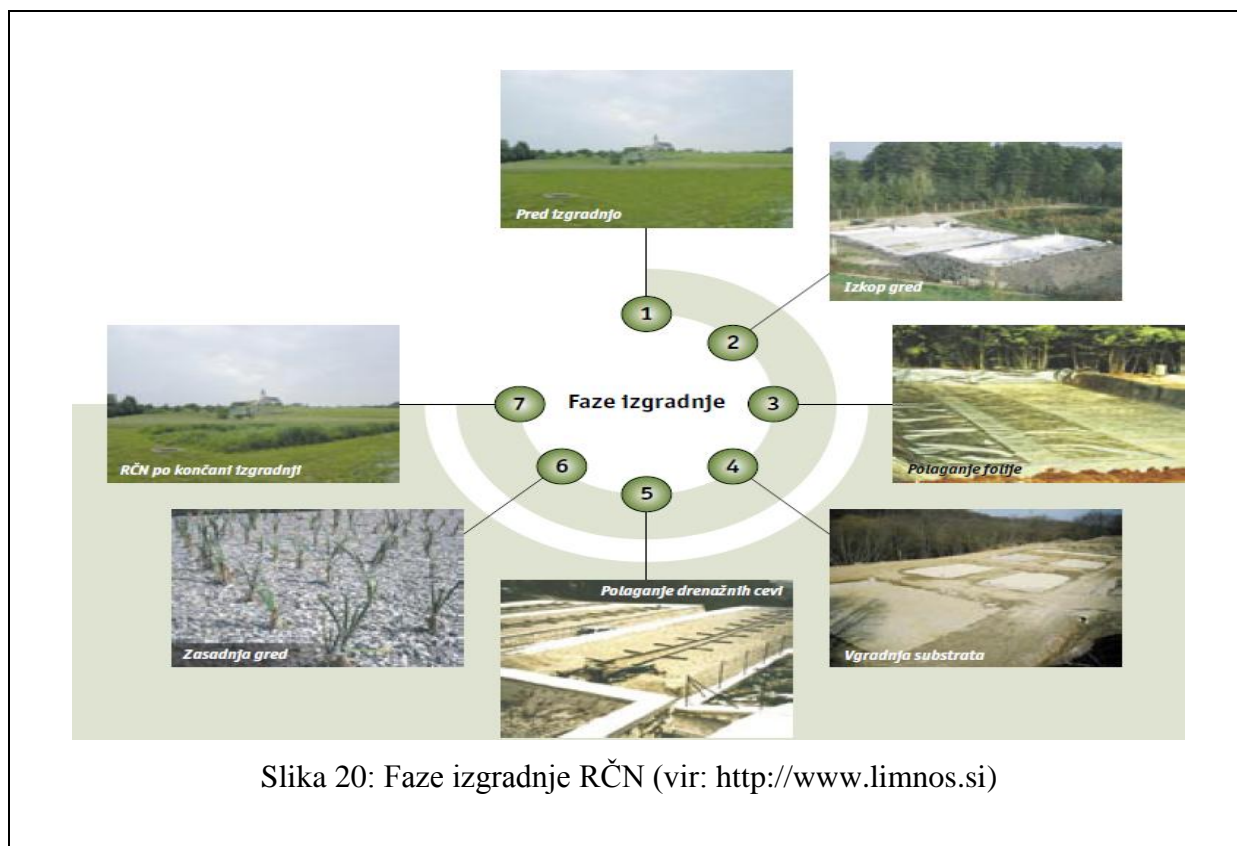
prostor, ki danes brez ustrezne komunalne opremljenosti izgublja okoljsko privlačnost. (Plan B za Slovenijo)

V osnovi ločimo dva tipa RČN; in sicer RČN s prosto gladino (površinskim tokom), ter RČN s podzemnim tokom (Slika 19). Pri prvem tipu je gladina vode na nivoju terena ali malo nad njim, zaradi česar je nadzor nad procesom čiščenja boljši, njena izvedba pa je tudi cenejša. Pri drugem tipu (s podzemnim tokom) je peščena posteljica (z nasajeno vegetacijo), skozi katero se voda pretaka vstavljena v teren. Slednja imajo običajno boljši učinek čiščenja za organsko onesnaženje in dušik in so zato bolj primerne za odpadne vode z višjo koncentracijo organskega onesnaženja. Zaradi zadrževanja vode pod terenom, so manjše možnosti stika ljudi z odpadno vodo ter razvoja mrčesa, predvsem komarjev.



RČN s podpovršinskim tokom vode sestavljajo grede v celoti napolnjene s substratom, v katerem so ukoreninjeni makrofiti. Voda, ki se pretaka skozi substrat ne prehaja v stik z atmosfero in zato ne oddaja smradu ter težje zamrzne. Čistilni procesi ki se odvijajo v RČN, so podobni kot pri sistemih s površinskim tokom, vendar substrat nudi veliko večjo površino za razvoj mikrobnega biofilma, kar omogoča večje čistilne učinke.

Faze izgradnje RČN prikazuje Slika 20.



Odpadna voda se očisti s pretakanjem skozi prodnato posteljico (dno RČN). Bakterije, ki so pritrjene na peščenem mediju in rastlinskih koreninah, razgrajujejo organsko onesnaženje. Fosfor in dušik porabljajo rastline za svojo rast, če je zadrževalni čas odpadne vode dovolj velik. Dolgotrajno odstranjevanje hranil povzroča preveliko zarast rastlin, zato je potrebna njena občasna žetev. RČN so glede na svojo funkcijo zelo primerne za t.i. poliranje efluenta ČN, bodisi očiščenega do prve ali do druge stopnje. Serija RČN omogoča odstranjevanje organskega onesnaženja v prvi fazi in nato odstranjevanje hranil v naslednjih fazah. Vsekakor je potrebno pred RČN izvesti mehansko čiščenje odpadne vode, npr. z greznico, Imhoffovim usedalnikom, grobim horizontalnim kamnitim filtrom ali anaerobno laguno. (B. Kompare in sod., 2009)

Ena izmed pomanjkljivosti RČN je, da trstične grede potrebujejo razmeroma veliko prostora zaradi velikega zadrževalnega časa, ki zagotavlja dober učinek čiščenja. Na PE se računa cca 3m² površine za same trstične grede. Celotna čistilna naprava pa potrebuje bistveno več površin (cca 6 m²/PE). Poleg tega je potrebno RČN kombinirati s kakšno drugo tehnologijo, pred izpustom očiščene odpadne vode v občutljivo območje. Pomemben vidik RČN je osvetljenost, ki pripomore k boljši rasti rastlin. Izgled RČN v senčni legi je slabši, biomasa je manjša, trst pa bolj bledikast in lomljiv. Sicer pa proces čiščenja poteka tudi v senci, saj so glavni nosilci čiščenja mikroorganizmi in glavni vir kisika difuzija. Vloga rastlin je neizpodbitna, vendar omejena na 30 %. (B. Kompare in sod, 2009)

RČN so primerna tehnologija za vikend naselja, ker dobro prenašajo hidravlična nihanja. Možni so tudi dodatni tehnični ukrepi za zmanjševanje vpliva suše, dvig robnih brežin, postavitev dodatnih zadrževalnikov za kompenzacijo hidravličnih viškov ali dogradnjo trstičnih gred ob povečanju PE. (B. Kompare in sod., 2009)

7 TEHNIČNO - EKONOMSKA PRIMERJAVA

Izgradnja kanalizacijskega sistema je v primerjavi z ostalo infrastrukturo najdražja investicija, zato moramo biti pri načrtovanju slednjega še posebno skrbni, da se izognemo nepotrebnim stroškom in sistem zgradimo kar se da racionalno. Zagotoviti moramo tudi določeno trajnost sistema, saj je predvidena amortizacijska doba kanalizacijskega sistema petdeset let in v tem obdobju se morajo skupni stroški na sistemu tudi vrniti. (Panjan, 2002, cit. po M. Jereb, 2008)

Ekonomska analiza dejansko izraža ekonomsko sprejemljivost projekta. Torej je bistvenega pomena, ali skupne koristi presegajo skupne stroške. Medsebojna primerjava med različnimi možnimi rešitvami nam podaja končno rešitev, ki je sprejemljiva tako iz tehnološkega, družbenega, kakor tudi okoljskega vidika. Vendar je potrebno ob slednjem poudariti dejstvo, da presežek skupnih koristi nad skupnimi stroški še ne pomeni, da je projekt iz finančnega vidika uresničljiv.

Pri izbiri variantnih rešitev se moremo torej osredotočiti predvsem na rešitev, ki je z razpoložljivimi finančnimi sredstvi izvedljiva, mora pa hkrati biti tudi tehnološko in družbeno sprejemljiva, predvsem pa okoljsko neoporečna. Slednje opredeljujejo zakoni in predpisi s področja odvajanja in čiščenja odpadnih voda ter emisij očiščenih odpadnih voda v okolje.

7.1 Tehnološka primerjava kompaktne (SBR) in RČN za 100 PE

Zaradi velikih stroškov, ki jih povzroči investicija v izgradnjo, upravljanje in vzdrževanje ČN, je potrebno najti najbolj optimalno rešitev, ki naj ustreza evropski in slovenski veljavni zakonodaji o izpustu očiščenih odpadnih voda v okolje. Pomembno je predvsem, da izbrana optimalna rešitev zniža stroške na minimum in zagotavlja trajno rešitev problematike čiščenja in odvajanja odpadnih voda na določenem območju. (T. Žagar, 2009)

Pri ustrezni izbiri tehnološkega postopka čiščenja je torej potrebno upoštevati stopnjo in vrsto onesnaženosti odpadne vode, njihovo količino, potrebno stopnjo čiščenja, razpoložljiv prostor in finančna sredstva, ki jih imamo na voljo. Pri izbiri najugodnejše variante moramo biti pozorni na zahteve, ki jih imamo glede čiščenja ter na prednosti in slabosti posameznih vrst ČN (B. Gruden, 2005).

Naša tehnološka primerjava temelji na analizi prednosti in slabosti posameznih variantnih rešitev:

1. SEKVENČNI BIOLOŠKI REAKTORJI (SBR)

Prednosti:

- velik odstotek čiščenja BPK_5 (do 99 %) in KPK (do 98 %),
- manjša prostorska potreba, ker se faze čiščenja izvršijo v enem reaktorju
- delovanje brez smradu in nadležnega mrčesa,
- neobčutljivost na temperaturno nihanje,
- lahko sprejema različno velike hidravlične obremenitve,
- nizka poraba energije in enostavno ter poceni vzdrževanje,
- enostavna nadgradnja, razširitev zmogljivosti in servis,
- zagotovljeno je izredno učinkovito in enostavno delovanje in upravljanje,
- delovanje ne povzroča hrupa,
- ob izpadu iz omrežja se naprava samodejno vključi ob ponovni vzpostavitvi,
- kemijska obstojnost,
- dolga življenjska doba,
- vodotesnost,
- visoka statična nosilnost.

Slabosti:

- za nadaljnjo obdelavo blata potrebujemo večja vlaganja,
- visoko porabo električne energije pri strojni opremi za ozračevanje in recirkulacijo blata,
- zahtevna in draga tehnološka oprema,
- ob izpadu električne energije lahko pride do porušitve postopka.

2. RASTLINSKA ČISTILNA NAPRAVA

Prednosti:

- dobro prenašanje hidravličnih nihanj,
- nizki stroški izgradnje, vzdrževanja in obratovanja (delovanje brez strojne in elektroopreme),
- učinkovito odstranjevanje spojin dušika, fosforja, težkih kovin in drugih strupenih snovi (od 70 % do 90 % učinkovitost),
- učinkovito zmanjševanje fekalnih in drugih bakterij (od 90 % do 99 % učinkovitost),
- enostavna dograditev ob povečanju števila prebivalcev,
- krajinska privlačnost,
- ne povzroča smradu in razvoja nevarnih insektov,
- ob prekinitvi dotoka ni vplivov na rastline.

Slabosti:

- potreba po veliki površini,
- osvetljenost za dobro rast rastlin,
- ob zahtevi po visoki stopnji čiščenja je potrebno RČN kombinirati s kakšno drugo tehnologijo čiščenja,
- pozimi zmanjšana učinkovitost čiščenja zaradi nizkih temperatur,
- pogoste kontrole delovanja.

Pri izbiri moramo poleg prednosti in slabosti posamezne rešitve upoštevati tudi razpoložljivi prostor, ki pogojuje postavitev čistilne naprave. Preglednica 10 prikazuje okvirno oceno po prostoru za posamezno vrsto čistilne naprave.

Preglednica 10: prostorske zahteve posameznih tipov čistilnih naprav (vir: prirejeno po B. Kompare in sod., 2009)

tip ČN	potreba po prostoru	velikost za 100 PE	velikost za 200 PE
Rastlinska ČN	(3m ² /PE*) cca 6m ² /PE	600 m ²	1000 m ²
Mala tipska ČN (SBR)		100 m ²	150 m ²

*neto površine, ki jim je potrebno dodati še manipulacijsko površino

7.2 Ekonomska primerjava

Ekonomska analiza je poleg učinkovitosti čiščenja posameznega sistema podlaga za končno odločitev glede izbora optimalne metode čiščenja komunalne odpadne vode, ki pa v končni fazi stoji na lokalni skupnosti. (R. Mozetič, 2007)

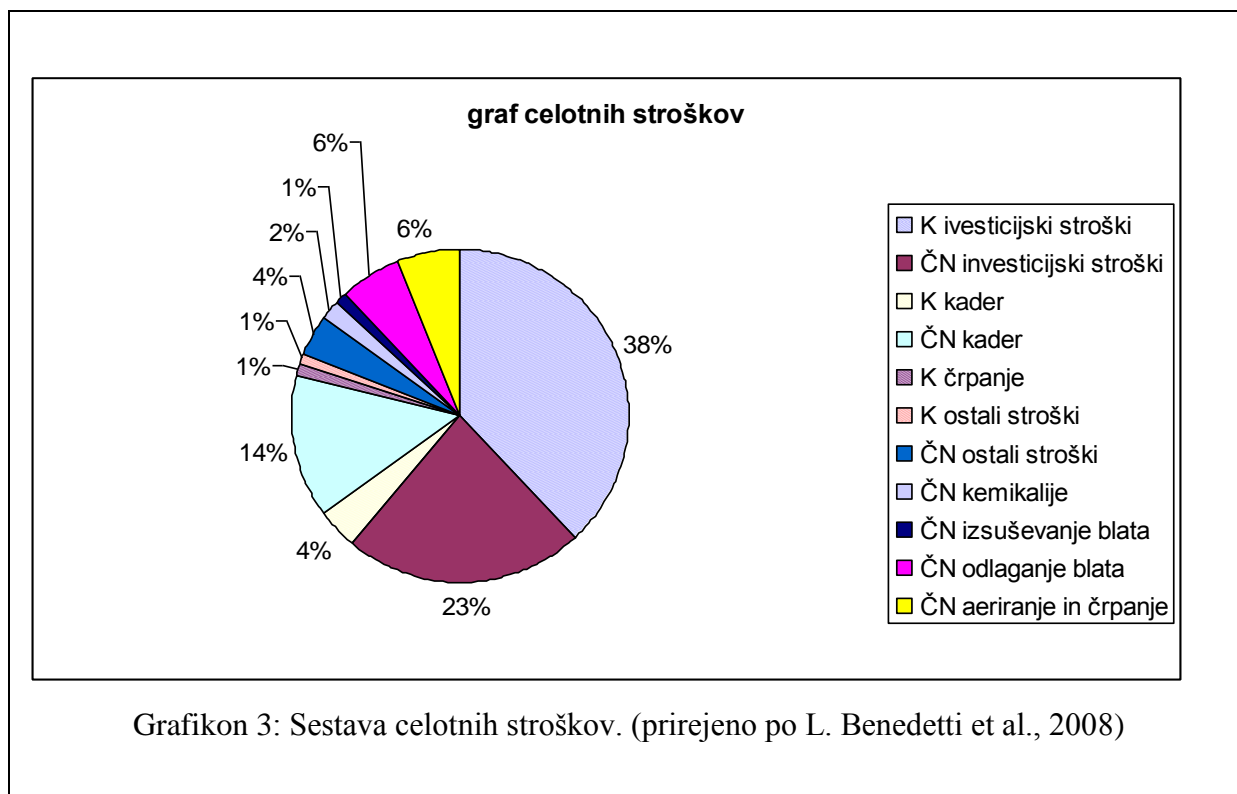
Temelj ekonomske analize je stroškovna ocena, ki nam podaja podrobnejši pregled stroškov za investicijo v posamezno variantno rešitev.

7.2.1 Ekonomska analiza

Celotne stroške sestavljajo stroški investicije, obratovanja in vzdrževanja. Stroški obratovanja in vzdrževanja zajemajo stroške čiščenja in odvoza blata, stroške električne energije, stroške letnih servisnih del ter kontrolo vzorčenja z analizami in ostale tekoče stroške. (R. Mozetič, 2007)

Največji delež skupnih stroškov predstavljajo investicijski stroški. Investicijski stroški izgradnje kanalskega sistema (K) predstavljajo 38 % delež celotnih stroškov, medtem ko

predstavljajo investicijski stroški izgradnje čistilne naprave (ČN) 23 % (Grafikon 3). Slednje kaže na smiselnost gradnje MČN za posamezno aglomeracijo ali manjšo skupino aglomeracij z izgradnjo krajšega kanalizacijskega sistema.



Stroškovne primerjave posameznih tipov in velikosti tipskih čistilnih naprav je potrebno opraviti z upoštevanjem investicijskih in obratovalnih stroškov. Še posebej pri investicijskih stroških moramo biti pozorni na izbiro pogojev, saj lahko z izbiro takšnih ali drugačnih pogojev postavitve tipske čistilne naprave dobimo povsem drugačno sliko ustreznosti. (T. Žagar, 2009)

Stroškovna ocena torej sama po sebi ni zadostna, vendar predstavlja poleg primerjave obratovalnih stroškov ter tehnološke primerjave posameznih rešitev celosten vpogled v izbiro najsprejemljivejše rešitve.

7.3 Stroškovna ocena in primerjava cen

7.3.1 Investicijski stroški

Stroškovna ocena variant nam podaja finančno najbolj sprejemljivo rešitev. Za vse variantne rešitve je bil izdelan aproksimativni predračun z rekapitulacijo stroškov za posamezno rešitev. V Prilogi B je prikazan popis del pri izgradnji kanalizacijskega sistema in popis porabljenega materiala s približnimi cenami proizvodov in storitev. Na podlagi končnih ocen vrednosti variantnih rešitev sem opravila primerjavo (preglednica 5), ki izkazuje ekonomsko najsprejemljivejšo rešitev odvodnjavanja in čiščenja odpadnih voda iz naselij Poletiči in Beli Kamen.

Po podatkih podjetja Regeneracija d. o. o. ter Limnos d. o. o., bi znašali investicijski stroški za SBR čistilno napravo 28.585 EUR, za izgradnjo RČN pa 29.840 EUR.

Izdelava ocene vplivov na okolje pri investiciji v SBR ČN ni vključena v ponudbo. S strani kupca pa je potrebno tudi dodatno zagotoviti ustrezen premer dotočnih, iztočnih cevi in zračnika, podstavek za elektro omaro ter puhalo.

V investicijski stroških izvedbe RČN pa je zajeta:

- idejna zasnova,
- idejni projekt,
- PGD (skladno s predpisi o gradnji),
- nadzorna dela,
- storitve po pričetku delovanja (spremljaje delovanja, izdelava obratovalnega poslovnika),
- izdelavo študije postavitve RČN za različna področja,
- pomoč pri pridobivanju sredstev.

Iz Preglednice 11 je razvidno, da je cenovno najugodnejša rešitev odvajanja in čiščenja odpadnih voda iz naselij Poletiči in Beli Kamen čiščenje odpadne vode na KOMPAKTNI

SBR ČN (100 PE) ter odvajanje odpadne vode iz naselja Beli Kamen v obstoječi kanalizacijski sistem Gračišče, s končnim čiščenjem na MČN Kubed (Varianta 2 A). Slednja se cenovno razlikuje od Variante 2 B za 0,12%, torej 1.255 EUR.

Mreža kanalov ostaja pri variantnih rešitvah izgradnje MČN enaka, zato ostaja cena izgradnje sistema za posamezno naselje nespremenjena. Razlika se pojavi pri izgradnji skupnega kanalizacijskega sistema, kjer moramo zaradi višinske razlike postaviti dodatni tlačni vod (f_{tl}) s črpališčem ter vzpostaviti povezavo med naseljema s postavitvijo povezovalnega kanala (f_{grav}).

Skupna dolžina kanalizacije za odpadno vodo (brez f_{grav} in f_{tl}) je 2.317 m, medtem ko znaša skupna dolžina kanalizacije za padavinsko vodo 1.747 m.

Največji strošek predstavlja Varianta 1, torej navezava obeh naselij na kanalizacijsko omrežje Gračišče ter končna dispozicija odpadne vode na MČN Kubed, ki podraži investicijo za kar 13 %. Izgradnja kanalov f_{grav} in f_{tl} s črpališčem povzroči stroške v višini 185.171,05 EUR (16% celotne investicije).

Preglednica 11: Rekapitulacija aproksimativnih ocen investicije posameznih variant (74-75 str.)

VARIANTA	REŠITEV	skupna dolžina posameznih premerov cevi		investicija v omrežje [EUR]	investicija v ČN [EUR]	CENA BREZ DDV [EUR]
		cev	dolžina [m]			
		fekalna kanalizacija				
1	kanalizacijski sistem Poletiči – Beli Kamen, končno čiščenje na MČN Kubed	PVC DN 250 SN 4	694,296	1.191.450,32	-	1.191.450,32
		PVC DN 250	1.961,313			
		NL DN 100	191,760			
		meteorna kanalizacija				
		PVC DN 500	71,965			
		PVC DN 400 SN 4	97,061			
		PVC DN 400	228,383			
		PVC DN 250 SN 4	271,722			
		PVC DN 300	450,973			
		PVC DN 250	447,057			
		PVC DN 300 SN 4	124,965			
2 A	čiščenje odpadne vode iz naselja Poletiči na KOMPAKTNI SBR	fekalna kanalizacija		1.006.279,26	28.585,00	1.034.864,26
		PVC DN 250 SN 4	355,972			
		PVC DN 250	1.961,313			

	ČN (100 PE), čiščenje odpadne vode iz naselja Beli Kamen na MČN Kubed	meteorna kanalizacija				
		PVC DN 500	71,965			
		PVC DN 400 SN 4	97,061			
		PVC DN 400	228,383			
		PVC DN 250 SN 4	271,722			
		PVC DN 300	450,973			
		PVC DN 250	447,057			
		PVC DN 300 SN 4	124,965			
		fekalna kanalizacija				
		PVC DN 250 SN 4	355,972			
		PVC DN 250	1.961,313			
		meteorna kanalizacija				
		PVC DN 500	71,965			
		PVC DN 400 SN 4	97,061			
		PVC DN 400	228,383			
		PVC DN 250 SN 4	271,722			
		PVC DN 300	450,973			
		PVC DN 250	447,057			
		PVC DN 300 SN 4	124,965			
2 B	čiščenje odpadne vode iz naselja Poletiči na RČN (100 PE), čiščenje odpadne vode iz naselja Beli Kamen na MČN Kubed			1.006.279,26	29.840,00	1.036.119,26

Pomembno je, da se pri primerjavi in končni izbiri zavedamo, da je stroškovna ocena ČN zelo otežena zaradi odstopanja v cenah gradbenih storitev in drugih nepredvidenih okoliščin. Že pri postavitvi tipske montažne ČN lahko prihaja do precejšnjega stroška spremljajočih gradbenih del, ki lahko vplivajo na končno, dejansko vrednost variantnih rešitev. Zato je pomembno, da pri stroškovni oceni in primerjavi tipskih ČN upoštevamo tako investicijske kakor tudi obratovalne stroške. Pri investicijskih stroških je pomembna izbira pogojev postavitve tipske ČN, ki nam lahko podajo povsem drugačno sliko ustreznosti. Največja razlika med posameznimi napravami je njihova nosilnost ter s tem povezan način vgradnje.

Moja odločitev za najugodnejši način čiščenja in odvajanja odpadnih voda bo torej temeljila tudi na upoštevanju višine obratovalnih stroškov, ki jih na leto povzroči izbira posamezne rešitve (Podpoglavje 7.3.2).

7.3.2 Stroški vzdrževanja in obratovanja

V Prilogi C4 so prikazani letni stroški obratovanja in vzdrževanja za posamezne rešitve.

Pri analizi obratovalnih in vzdrževalnih stroškov sem upoštevala naslednje predpostavke:

- Pri izvedbi variante čiščenja odpadnih voda na ČN Poletiči obsegajo gradbena dela 70 % vrednosti izvedbe posamezne ČN,
- Pri izvedbi kanalizacijskega sistema s črpališčem obsegajo gradbena dela cca 40 % vrednosti izvedbe črpališča,
- Analizirana ekonomska doba investicije je 25 let,
- Diskontna stopnja: 6%, ki je definirana kot letna odstotna mera, po kateri se sedanja vrednost denarne ali kake druge obračunske enote nacionalnega gospodarstva v naslednjih letih zmanjšuje s časom (ur. l., št. 82/1998),
- Predvidena življenjska doba malih čistilnih naprav je 25 let (gradbeni del), 10 let (strojni in elektro del),
- Upoštevana cena električne energije: 0,15 EUR/kWh,
- Revalorizacijo izvedemo enkrat letno.

Najnižje stroške izkazuje varianta z izvedbo RČN v naselju Poletiči. Slednji zajemajo zgolj eno praznjenje kompostne grede na leto ter košenje trstičnih gred in njihovo kompostiranje na kompostni gredi. Po podatkih podjetja Limnos d. o. o. znašajo skupni stroški obratovanja in vzdrževanja od 1000 do 1500 EUR/letno. Pri svojem izračunu sem upoštevala stroške višine 1500 EUR/letno. Potrebno je še poudariti pozitivno stran izvedbe rešitve z RČN, ki ne vključuje stroškov električne energije zaradi težnostnega sistema odvajanja odpadne vode iz naselja Poletiči. Ravno tako ni potrebno pri investicijskih stroških upoštevati del za zavarovanje območja, kjer stojijo čistilne grede (npr. ograja).

Letni stroški obratovanja in vzdrževanja za ostali dve rešitvi so višji za več kot 70% v primerjavi z letnimi stroški obratovanja in vzdrževanja RČN. Stroški obratovanja in vzdrževanja za varianto z izvedbo črpališča znašajo 5.363,47 EUR/letno, pri varianti z izvedbo SBR kompaktne čistilne naprave pa 6.007,93 EUR/letno.

Na podlagi izračunane višine investicijskih stroškov bi bila smotrna odločitev za rešitev 2 A, vendar bi se ob upoštevanju dejstva, da ne moremo oceniti realne višine stroškov predvidenih gradbenih del, odločila za izvedbo variante 2 B in sicer izgradnjo RČN za naselje Poletiči. Za slednjo sem se odločila tudi zaradi relativno majhne stroškovne razlike (0,12%), ki jo izkazujejo obe rešitvi pod točko 2. Temeljni razlog moje odločitve za izvedbo RČN, pa so najnižji obratovalni in vzdrževalni stroški, ki jih izmed vseh povzroča varianta z izgradnjo RČN.

8 ZAKLJUČEK

Kakor mnoga mala razpršena naselja v Sloveniji tudi naselji Poletiči in Beli Kamen, ki ležita v KO Kubed (MOK), nimata urejenega primernega odvajanja in čiščenja odpadne vode. Mestna občina Koper je po veljavni zakonodaji do leta 2017 primorana urediti ravnanje z odpadnimi vodami.

Zaradi varnosti pred poplavljanjem naselja je poleg ustrezno projektirane kanalizacije za fekalne vode pomembna tudi ustrezna ureditev kanalizacije za padavinsko vodo, ki v mojem primeru poteka vzporedno s kanalizacijo za odpadno vodo. Padavinske vode ponikamo v potoka izven naselja.

V svoji diplomski nalogi sem obravnavala različne možne rešitve odvajanja in čiščenja odpadne vode iz teh dveh naselij. Obravnavala sem tri variante, in sicer kot prvo možno rešitev (1) odvajanje odpadne vode iz obeh aglomeracij preko kanalizacijskega sistema s končnim čiščenjem na MČN Kubed. Kot drugo možno (2 A) rešitev sem predpostavila čiščenje odpadnih voda naselja Poletiči na kompaktni ČN Poletiči (100 PE), iz naselja Beli Kamen pa odvajanje preko kanalizacijskega sistema na MČN Kubed. Tretja možnost (2 B) predstavlja odvajanje odpadnih voda iz naselja Poletiči na RČN (100 PE). Odpadne vode iz naselja Beli Kamen odvajamo in čistimo na MČN Kubed. Zanje sem izdelala aproksimativne predračune, na podlagi katerih je možna stroškovna primerjava posameznih rešitev (investicijski stroški). Primerjava tekočih stroškov je možna preko primerjave letnih stroškov obratovanja in vzdrževanja, ki jih povzroči posamezna rešitev.

Z investicijskega vidika se je, na območju Poletičev, za najugodnejšo izkazala izvedba variante 2 A (kompaktna SBR ČN). Vendar sem pri končni odločitvi upoštevala tudi višino letnih stroškov obratovanja in vzdrževanja posamezne rešitve. Zatorej bi se zaradi izkazovanja najnižjih stroškov obratovanja in vzdrževanja izgradnje RČN, odločila za izvedbo te rešitve (Varianta 2 B).

Za njeno izvedbo imamo na voljo dovolj razpoložljivega prostora. ena izmed pomembnejših prednosti izvedbe RČN pa je, da dosega odlične rezultate čiščenja, kar je bistvenega pomena pri umestitvi določenega sistema v ranljivo okolje. Slednje je predvsem pomembno, ker je potok Štulovca, v katerega očiščeno odpadno vodo odvajamo, eden izmed pritokov reke Dragonje.

Zaradi zavarovanja pred razvojem insektov, predvsem komarjev, ki so značilna nadloga za to območje, bi bilo najprimerneje izbrati RČN s podpovršinskim tokom. Pozitivna lastnost izbire takega sistema čiščenja je tudi, da se voda pretaka skozi substrat, ter tako ne prehaja v stik z atmosfero in zato ne oddaja smradu ter težje zamrzne.

VIRI

Benedetti, L., Dirckx, G., Bixio, D., Thoeye, C., Vanrolleghem, P.A. 2008. Environmental and economic performance assessment of the integrated urban wastewater system. *Journal of Environmental Management* 88: 1262-1272.

Bojnec, Š., Jurinčič, I., Vodeb, K. 2007. Razvojne možnosti trajnostnega razvoja na podeželskih območjih v Istri. *Prispevek. Univerza na Primorskem*. 10 str.

Glavina, M. 2008. Celovit pristop k zasnovi omrežja pešpoti po Šavrinih. *Diplomska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo*: 8-11 str.

Gruden, B. 2005. Individualne hišne čistilne naprave. *Diplomska naloga. Univerza v Ljubljani; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo*: 133 str.

ISAN 12 d. o. o., Komunala Koper, d. o. o.-s.r.l., 2008a. PGD kanalizacija Poletiči, *Tehnično poročilo. Koper*. 6 str.

ISAN 12 d. o. o., Komunala Koper, d. o. o.-s.r.l., 2008b. PGD kanalizacija Beli Kamen, *Tehnično poročilo. Koper*. 5 str.

Jakomin, O. 2006. Geografski oris katastrske občine Kubeč s poudarkom na problemu zaraščanja kmetijskih površin. *Diplomska naloga. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo*: 7 - 47 str.

Jereb, M. 2008. Idejne rešitve kanalizacijskega sistema in komunalne čistilne naprave za naselje Branik. *Diplomska naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Komunalna smer*: 101 str.

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

Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M., Vahtar, M. 2007. Male čistilne naprave na območju razpršene poselitve. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. http://www.fgg.uni-lj.si/izh/izh1/0_Dokumenti/Projekti/MCN/Brosura.pdf (05.01. 2009)

Kompare, B., Vahtar, M., Atanasova N., 2009. Čiščenje odpadnih voda in predlogi za ureditev čistilnih naprav na podeželskem zaledju MOL. Končno poročilo. Ljubljana,

Komunala Koper, d. o. o.-s.r.l., 2007. Napoved za odmero okoljske dajatve za odvajanje komunalne odpadne vode za leto 2007.

Malovrh, G. 2008. Idejne rešitve odvodnje in čiščenja odpadnih voda za naselje Muljava z okolico. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 26 - 56 str.

Melik, A. 1960. Slovensko Primorje. Ljubljana, Slovenska matica: 143 - 180 str.

Mozetič, R. 2007. Tehnično ekonomska analiza različnih postopkov čiščenja komunalnih odpadnih voda na modelu povodij Lijaka in Banice. Diplomaska naloga. Univerza v Novi Gorici; Fakulteta za znanost o okolju: 17 - 38 str.

Puhar, J., Strpnik, J. 2007. Krautov strojniški priročnik. – 14. slovenska izd., predelana. Ljubljana, Littera picta: 165 str.

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

Steinman, F. 1999. Hidravlika. Univerza v Ljubljani; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 43 – 49 str..

Ugrin, H. 2009. Medsebojna in ekonomska primerjava mikro čistilnih naprav. Seminaraska naloga. Univerza v Ljubljani; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 57 str.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko. 53 - 81 str.

Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (uradni list RS št. 98, z dne 26. 10. 2007)

Uršič, M. 2009. Prispevek k analizi hidravličnih trenjskih izgub za tok pod tlakom v ceveh krožnega prereza. Doktorska disertacija. v Ljubljani; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 39 - 41 str.

Vrhovšek, D., Korže Vovk, A. 2008. Ekomeridiacija kanaliziranih vodotokov. Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Mednarodni center za ekomeridiacije. 117 – 124 str.

Žagar, T. 2009. Izgradnja malih čistilnih naprav za razpršeno gradnjo v Ljubljanski urbani regiji. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani; Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 64 str.

Spletne strani

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje in prostor

<http://okolje.arso.gov.si> (26. 02. 2010)

http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_voda/pages.php?op=print&id=NPR_UVOD (09. 09. 2009)

Podatki o čistilnih napravah, 2008

http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_voda/pages.php?op=print&id=CISNPR_POD (26. 02. 2010)

Atlas okolja

<http://gis.arso.gov.si> (09. 09. 2009)

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (09. 09. 2009)

C. Reed, Sherwood, 1992. Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment.

<http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/sub.pdf> (26. 03. 2010)

Geopedia

www.geopedia.si (05. 03. 2010)

Limnos, podjetje za aplikativno tehnologijo.

<http://www.limnos.si/> (05. 03. 2010)

Mestna občina Koper

<http://www.koper.si/> (12. 01. 2010)

Statistični podatki MOK

<http://www.koper.si/podrocje.aspx?id=506> (05. 01. 2009)

Poročilo o stanju okolja v MOK

http://www.opvo.mop.gov.si/opvo_08/pso_koper.pdf (12. 01. 2010)

3MAP - Pregledovalnik javnih prostorskih podatkov Mestne Občine Koper.

http://84.255.251.65/public/trimap/koper/javno/javaClient.3map?file=koper_prostor_jp (05. 03. 2010)

Naravovarstveni atlas

<http://www.naravovarstveni-atlas.si> (10. 09. 2009)

<http://www.naravovarstveni-atlas.si/ISN2KJ/> (10. 09. 2009)

Navodila za uporabo SEWER+

<http://www.sl-king.si> (27. 02. 2010)

Plan B za Slovenijo

<http://www.planbzaslovenijo.si> (14. 12. 2009)

http://www.planbzaslovenijo.si/sl/planb/prednostne_naloge/prilagajanje_na_podnebne_spreembe/varstvo_in_gospodarjenje_z_vodo_kot_strateskim_virom/ciscenje_odpadnih_vod_iz_manjih_naselij_v_sloveniji (14. 12. 2009)

Poročilo o stanju okolja v MOK, 1998

http://www.opvo.mop.gov.si/opvo_08/pso_koper.pdf (12. 01. 2010)

Regeneracija

<http://www.regeneracija.si/> (27. 01. 2010)

Statistični urad Republike Slovenije (popis 2002)

<http://www.stat.si/popis2002/si/> (09. 09. 2009)

3MAP - Pregledovalnik javnih prostorskih podatkov Mestne Občine Koper

http://84.255.251.65/public/trimap/koper/javno/javaClient.3map?file=koper_prostor_jp (08. 09. 2009)

Zakoni, uredbe in standardi:

Nacionalni program varstva okolja (NPVO) (uradni list RS, št. 83/1999)

<http://www.npvo.si/novice.html> (11. 09. 2009)

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadnih voda (sprejet 14. 10. 2004)

Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (uradni list RS, št. 105, z dne 05. 12. 2002)

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter o pogojih za njegovo izvajanje (uradni list RS, št. 74, z dne 17. 08. 2007)

Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 45, z dne 25. 05. 2005)

Uredba o emisiji pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav (uradni list RS, št. 98, z dne 26. 10. 2007)

Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo; (Uradni list RS, št. 35/96, 47/05, 45/07)

Vodna direktiva (EU Water Framework Directive, 2000/60/EC)

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1); (Uradni list RS, št. 39/2006, 20/2006, 70/2008, 108/2009)