

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Đuvelek, E., 2014. Zasnova in idejna rešitev kanalizacijskega sistema za območje Vnanjih in Notranjih Goric. Diplomatska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Panjan, J., somentor Krzyk, M.): 32 str.

Datum arhiviranja:02-10-2014

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

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

Đuvelek, E., 2014. Zasnova in idejna rešitev kanalizacijskega sistema za območje Vnanjih in Notranjih Goric. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Panjan, J., co-supervisor Krzyk, M.): 32 pp.

Archiving Date: 02-10-2014

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



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

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM PRVE STOPNJE  
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

**EDO ĐUVELEK**

**ZASNOVA IN IDEJNA REŠITEV KANALIZACIJSKEGA  
SISTEMA ZA OBMOČJE VNANJIH IN NOTRANJIH  
GORIC**

Diplomska naloga št.: 138/B-GR

**DESIGN AND CONCEPTUAL SOLUTION OF SEWAGE  
SYSTEM FOR AREA VNANJE AND NOTRANJE  
GORICE**

Graduation thesis No.: 138/B-GR

**Mentor:**

izr. prof. dr. Jože Panjan

**Predsednik komisije:**

izr. prof. dr. Janko Logar

**Somentor:**

asist. dr. Mario Krzyk

Ljubljana, 23. 09. 2014

## **STRAN ZA POPRAVKE**

<b><u>STRAN Z NAPAKO</u></b>	<b><u>VRSTICA Z NAPAKO</u></b>	<b><u>NAMESTO</u></b>	<b><u>NAJ BO</u></b>

**IZJAVA O AVTORSTVU**

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 17.9.2014

---

(podpis kandidata)

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>628.242(497.4)(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Edo Đuvelek</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. Prof. Jože Panjan</b>
<b>Somentor:</b>	<b>asis. Dr. Mario Krzyk</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Zasnova in idejna rešitev kanalizacijskega sistema za območje Vnanjih in Notranjih Goric.</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>32 strani, 8 preglednic, 11 slik, 36 enačb</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>gravitacijska kanalizacija, vakuumaska kanalizacija, odpadne vode, padavinske vode, črpališča, hidravlično dimenzioniranje</b>

### **Izveček**

V diplomski nalogi sta predstavljeni idejni rešitvi dveh načinov odvajanja odpadne in padavinske vode za naselji Vnanje in Notranje Gorice. Trenutno v naseljih poteka gradnja vakuumske kanalizacije, a je za primerjavo zasnovan še gravitacijski sistem. Opisan je postopek načrtovanja kanalizacije, ki je temelji na hidroloških, geoloških, demografskih, gospodarskih in podnebnih značilnostih obravnavanega področja. Poznavanje le teh je pogoj za ustrezno zasnovo sistema odvodnje. V nalogi je predstavljena tudi medsebojna tehnološka primerjava obeh sistemov odvodnje. V zaključku je na osnovi vseh vplivnih parametrov podana in utemeljena optimalna izbira. Za gravitacijski sistem je izdelan tudi hidravlični preračun, ki potrjuje ustrezno zasnovo odvodnje.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 628.242(497.4)(043.2)  
**Author:** Edo Đuvelek  
**Supervisor:** assoc. prof. Jože Panjan, Pd.D.  
**Cosupervisor:** assist. Mario Krzyk, Pd.D.  
**Title:** Design and conceptual solution of sewage system for area Vnanje and Notranje Gorice  
**Notes:** 32 pages, 8 tables, 11 figures, 36 equations  
**Key words:** gravity sewage, vacuum sewage, waste water, storm water, pumping stations, hydraulic dimensioning

**Abstract:**

This thesis presents two different ways of draining waste-water and rainwater for settlements Vnanje and Notranje Gorice. At the moment vacuum sewage system is being built, but for comparison I also designed gravitational sewage system. The thesis describes planning process of gravitational sewage system which is based on hydrological, geological, demographic, economical and climate features of area under consideration. Knowledge of these properties is needed for appropriate design. The thesis also includes the mutual technological comparison of the two systems. In conclusion, there is based on all influencing parameters specified and justified the optimum choice. In the annex there are also hydraulic calculations for gravitational system, which confirms the adequate design of drainage.

## **ZAHVALA**

Ob tej priložnosti bi se rad zahvalil družini in puncu za podporo v času študija.

Hvala tudi mentorju prof. Jože Panjan in somentorju asist. Mario Krzyk za vso pomoč pri pisanju diplomske naloge.

**KAZALO VSEBINE**

<b>IZJAVA O AVTORSTVU .....</b>	<b>II</b>
<b>BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK .....</b>	<b>III</b>
<b>BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>ZAHVALA .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>VI</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 HIDROLOŠKE, GEOLOŠKE IN URBANISTIČNE PODLAGE OBRAVNAVANEGA OBMOČJA.....</b>	<b>2</b>
2.1 Značilnosti območja .....	2
2.2 Geološke značilnosti.....	3
2.2.1 Geomorfološke razmere.....	3
2.2.2 Geološke razmere .....	3
2.2.3 Podtalnica .....	4
2.3 Podnebje .....	4
2.3.1 Padavine.....	5
2.4 Prebivalstvo .....	6
2.4.1 Gostota naseljenosti .....	7
2.4.2 Število članov gospodinjstva .....	7
2.4.3 Trend naraščanja prebivalstva .....	7
2.4.4 Gostota poselitve: .....	9
2.5 Gospodarske in družbene dejavnosti v kraju .....	10
2.6 Hidrološke razmere .....	10
<b>3 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO KANALIZACIJSKEGA SISTEMA .....</b>	<b>11</b>
3.1 Splošno o kanalizacijskem sistemu .....	11
3.2 Obstoječa infrastruktura za odvod voda .....	12
3.3 Izhodišča za zasnovo kanalizacijskega sistema .....	12
3.4 Izhodišča za hidravlični račun .....	12
3.4.1 Določanje sušnega odtoka .....	13
3.4.1.1 Odpadna voda iz gospodinjstev.....	13
3.4.1.2 Tuje vode.....	14
3.4.1.3 Odpadna voda iz industrije, obrti in objektov družbene dejavnosti .....	14
3.4.2 Določanje padavinskega odtoka .....	15
3.4.3 Enačba za izračun toka s prosto gladino .....	16
<b>4 ZASNOVA GRAVITACIJSKEGA KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA.....</b>	<b>17</b>
4.1 Splošno .....	17
4.2 Izbira tipa kanalizacijskega omrežja.....	17
4.3 Vplivni dejavniki na zasnovo kanalizacijskega omrežja .....	17
4.3.1 Konfiguracija terena .....	17
4.3.2 Lega odvodnikov .....	18
4.3.3 Priklop vseh obstoječih objektov in možnost širitve naselja .....	18
4.3.4 Obstoječa ureditev odvodnje .....	18
4.4 Zasnova kanalizacijskega omrežja za Vnanje in Notranje Gorice .....	19
4.4.1 Zasnova kanalizacijskega sistema za odvod odpadne vode.....	19
4.4.1.1 Dimenzioniranje .....	19
4.4.1.2 Cevovod .....	19
4.4.1.3 Objekti na omrežju .....	20
4.4.2 Zasnova kanalizacijskega sistema za odvod padavinskih voda .....	23
4.4.2.1 Cevovod .....	24
4.4.2.2 Objekti na omrežju .....	24
<b>5 ZASNOVA VAKUUMSKEGA KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA.....</b>	<b>25</b>
5.1 Opis vakuumske kanalizacije .....	25



5.1.1	Monitoring.....	25
5.2	Idejna rešitev .....	25
5.2.1	Potek trase .....	26
5.2.2	Objekti na omrežju .....	26
5.2.2.1	Vakuumski priključni jašek .....	26
5.2.2.2	Aeratorji .....	26
5.2.2.3	Vakuumsko cevovodno omrežje.....	26
5.2.2.4	Vakuumska postaja .....	27
<b>6</b>	<b>PRIMERJAVA .....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>PRILOGE.....</b>	<b>32</b>

**KAZALO SLIK**

Slika 1:	Vodovarstvena območja – državni nivo .....	1
Slika 2:	Umeščenost občine Brezovica v prostor .....	2
Slika 3:	Prikaz poplavnega območja.....	3
Slika 4:	Geološka sestava tal .....	4
Slika 5:	Karta povprečne letne temperature.....	5
Slika 6:	Letne vrednosti temperature za meteorološko postajo Vrhnika .....	5
Slika 7:	Letna distribucija padavin po mesecih za 30-letno obdobje postaje Vrhnika .....	6
Slika 8:	Karta povprečne letne višine padavin.....	6
Slika 9:	Namenska raba prostora in Natura 2000 .....	9
Slika 10:	Priklop naselij Žabnice in JZ del naselja Plešivica.....	18
Slika 11:	Prerez rastlinske čistilne naprave Limnowet.....	23

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Višina podzemne vode v vrtinah.....	4
Preglednica 2:	Gostota naseljenosti na osnovi popisa prebivalstva leta 2011 .....	7
Preglednica 3:	Število članov gospodinjstva leta 2011 .....	7
Preglednica 4:	Količina prodane vode za obe naselji v letu 2013.....	13
Preglednica 5:	Pričakovani dotoki v odvisnosti od gostote poselitve .....	14
Preglednica 6:	Najmanjša širina jarka v odvisnosti od globine izkopa.....	20
Preglednica 8:	Primerjava gravitacijskega in vakuumskega sistema .....	28

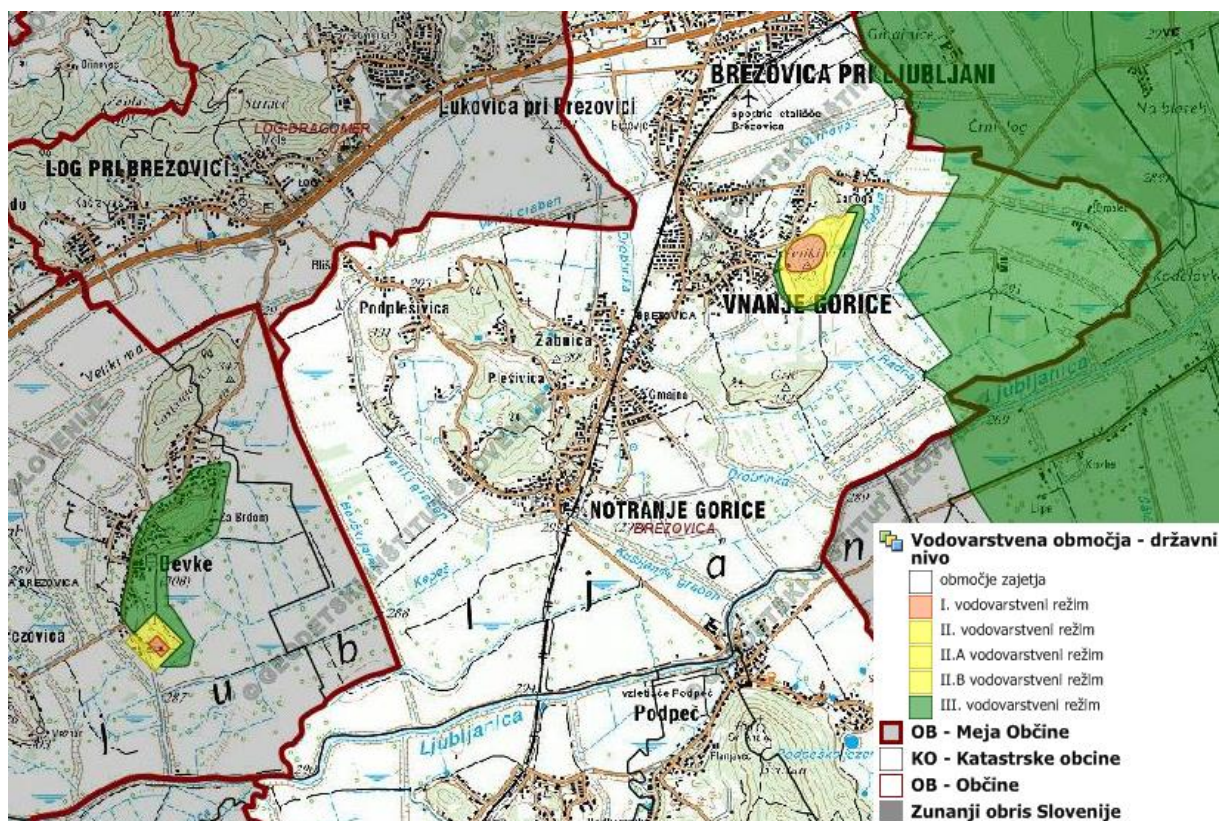


## 1 UVOD

Voda je ključnega pomena za življenje ljudi kot tudi ostalih živih bitij. Prav zato ne preseneča dejstvo, da so se skozi zgodovino večje naselbine razvijale predvsem ob virih vode. Danes pa se zavedamo, da je poleg neoporečnega vira pitne vode, pogoj za nadaljnjo rast in razvoj regije, zasnova ustreznega sistema za odvajanje odpadne in padavinske vode. To je naloga kanalizacijskega omrežja, ki tako zagotavlja ustrezno poplavno in zdravstveno varnost, ter obenem ščiti lokalno hidrosfero.

Z vstopom Slovenije v Evropsko skupnost smo sprejeli tudi višje okoljske standarde. Med drugim je določeno, da moramo do leta 2017 zgraditi kanalizacijska omrežja v vseh naseljih z več kot 50 prebivalci. To je poglavitni razlog zakaj so se v občini Brezovica lotili gradnje kanalizacije. Zaradi pretežno ravninskega terena in okoljskih zahtev so se odločili za gradnjo vakuumskega sistema odvodnje. Sam pa bom v diplomskem delu opisal zasnovo alternativne možnosti s težnostim odvodom. Lokacija in kapaciteta čistilne naprave bo ista, zato da bo končna primerjava obeh variant bolj merodajna.

Na zasnovo kanalizacijskega sistema ključno vplivajo parametri kot so topografija terena, lega in stanje odvodnika, geološke in hidrološke značilnosti ter višina podtalnice. Te značilnosti so zelo specifične, saj obravnavano območje leži na Ljubljanskem barju in je del Krajinskega parka Ljubljansko barje. Določena območja so tudi del Nature 2000. To dejstvo je močno vplivalo na zasnovo trase in na bodočo širitev naselij. Znotraj območja se nahaja tudi vodno zajetje (Veliki vrh), okoli katerega je varovalni pas. V tem območju ni nobenega objekta, tako da ni potrebno predvideti dodatni ukrepov.



Slika 1: Vodovarstvena območja – državni nivo (GIS portal iobcina, 10.9.2014)

## 2 HIDROLOŠKE, GEOLOŠKE IN URBANISTIČNE PODLAGE OBRAVNAVANEGA OBMOČJA

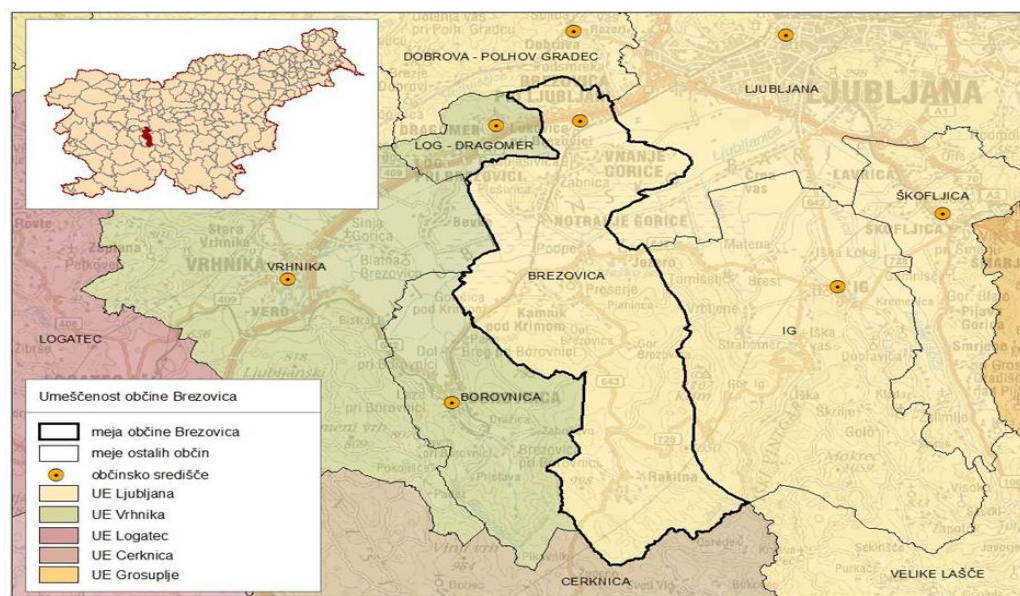
### 2.1 Značilnosti območja

Vnanje in Notranje Gorice sta dve večji naselji v skupini šestnajstih, ki sestavljajo občino Brezovica. Velik del 91,1 km<sup>2</sup> velike občine se nahaja v osrednjem delu Ljubljanskega barja. Na jugu je območje Rakitne že del Krimskega hribovja, na skrajnem severu pa prehaja v Polhograjsko hribovje. Ker gre za edinstven ekosistem z bogato floro in favno, je obravnavano območje del Krajinskega parka Ljubljansko barje in zaščiteno v okviru programa Natura 2000.

Obravnavano območje leži v kotlini, ki je nastala kot posledica tektonskega pogrezanja na prehodu iz pliocena v pleistocen. Za območje je značilna gosta hidrografska mreža. Glavni zbirni vodotok je Ljubljanica, ki teče jugovzhodno od naselij. V njo se izlivajo vodotoki Radna, ki teče vzhodno od Vnanjih Goric iz nedaleč stran oddaljenega izvira pod Debelim hribom. Meja med naseljema je Drobotinka in še Kušljanov graben, ki teče skozi Notranje Gorice. Na območju naselij so bili v preteklosti prekopani številni kanali, s katerimi so želeli izsušiti barjanska tla, da bi dobili nove obdelovalne površine (Okoljsko poročilo s prilogami).

Kot je za barje značilno je teren ravninski, saj se nadmorske višine gibljejo pretežno med 290 in 300 m. Ravninsko površje je posledica neenakomernega posedanja kamninskih blokov in nanašanja gradiva. Ugrenzjeni deli dna Ljubljanskega barja so osamelci. Njihova višinska razlika je le nekaj 10 m, s čimer predstavljajo paleorelief, ki v procesu sedimentacije ni bil zasut. Na območju Vnanjih Goric sta to Gulč in Veliki Vrh, v Notranjih Goricah pa Plešivica, ki so vsi tudi poseljeni. Posledica ravninskega terena so majhni strnci vodotokov. Za pretežni del Ljubljanskega barja so značilne poplave, ki jih povzročajo narasle vode Ljubljanice s pritoki in visoka gladina podtalnice (Geološko - geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice, 2005: 4).

Brezovica meji na občine Ljubljana, Ig in Velike Lašče na vzhodu, Cerknico na jugu, ter Borovnico in Vrhniko na zahodu. Po podatkih SURS-a naj bi v letu 2012 tu živelo 11550 prebivalcev od tega 3840 v Vnanjih in Notranjih Goricah (Okoljsko poročilo za občinski prostorski načrt Občine Brezovica, 2013: 12-13).



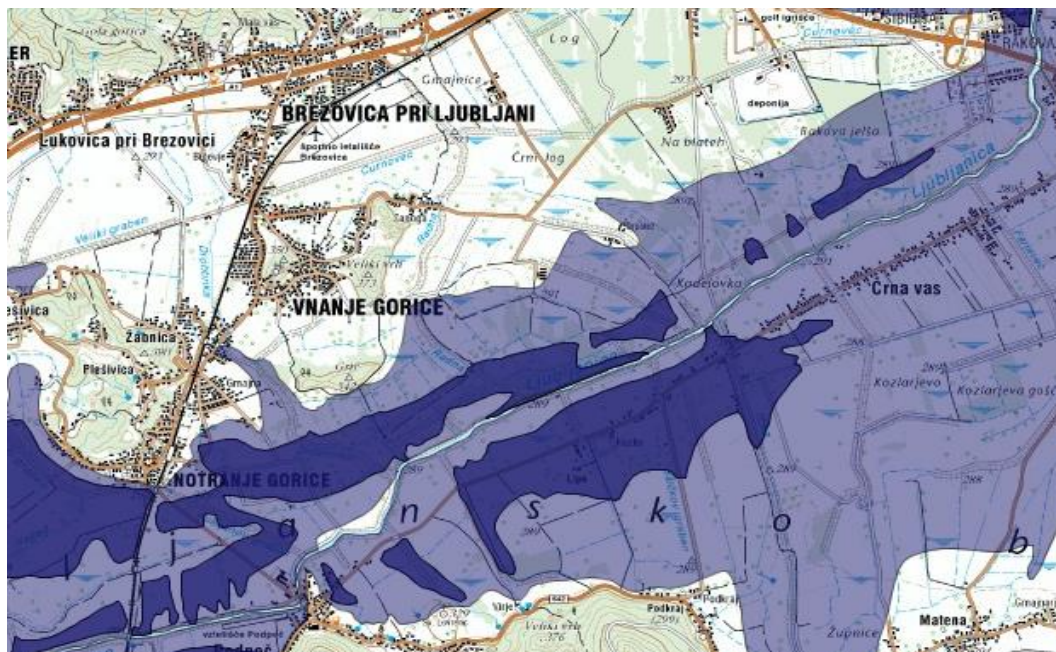
Slika 2: Umeščenost občine Brezovica v prostor (Okoljsko poročilo za Občinski prostorski načrt Občine Brezovica, 2013)



## 2.2 Geološke značilnosti

### 2.2.1 Geomorfološke razmere

Ljubljansko barje je kadunjaste oblike obdano s hribovji, ki se dvigajo vse tja do 1000 m nadmorske višine (Krim). Teren je ravninski z majhnimi padci. Najnižji je prav osredinski del barja. Na območju so bila v preteklosti izvedena številna izsuševalna dela v želji, da bi pridobili nove poljedelske površine. Ne glede na vložen trud, je del površja še vedno zamočvirjen in občasno poplavljen (Geološko - geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice, 2005: 4).



Slika 3: Prikaz poplavnega območja (Svetlo vijolična- redkejša poplavna območja, temno vijolična – pogostejša poplavna območja (Geopedia, 2014)

### 2.2.2 Geološke razmere

Na območju Ljubljanskega barja je možno najti jezerske in morske sedimente (označeno z rdečo). Severno se nahajajo klastične kamnine peščenjak in skrilavec (svetlo rjava) in prodni zasip (temno rjava). Na južni, vzhodni in zahodni strani pa so karbonatne kamnine, predvsem apnenec in dolomit (rumena). Na območju barja so plasti odložene vodoravno, ponekod lečasto in imajo različno granulacijo. Na območju vršajev rek so odloženi prodno peščeni sedimenti, drugje pa glinasto meljni sedimenti. Struktura tal Ljubljanskega barja je posledica dotokov in nanosov materiala. Zaradi nižje kote dna kot je bil iztok, se je skozi čas tu nabrala preko 150 m debela plast zemljin. Proces sedimentacije se je pričel že v obdobju mindelskega glaciala. Sestava tal od spodaj navzgor je sledeča. Najprej je plast prodnega peska, pasovite gline, polžarice, jezerske krede, gline, šote in humusa. Barjansko dno gradijo triasne in permokarbonske kamnine (Geološko -geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice, 2005: 5; Geopedia, 2014).

Na območju urejanja je ocenjena debelina barjanskih sedimentov 60 do 80 m, ki ležijo na vodoneprepustni permski skrilavi kamnini. Ločimo jezerske sedimente in rečne.

Jezerski sedimenti so vodoneprepustne plasti, sestavljene iz glin, meljev in peščenih meljev. Material je odložen plastovno in lečasto na različnih globinah po celotnem Barju. Več deset metrov debela plast vodoneprepustnih zemljin je najverjetnejši vzrok zamočvirjenosti območja.

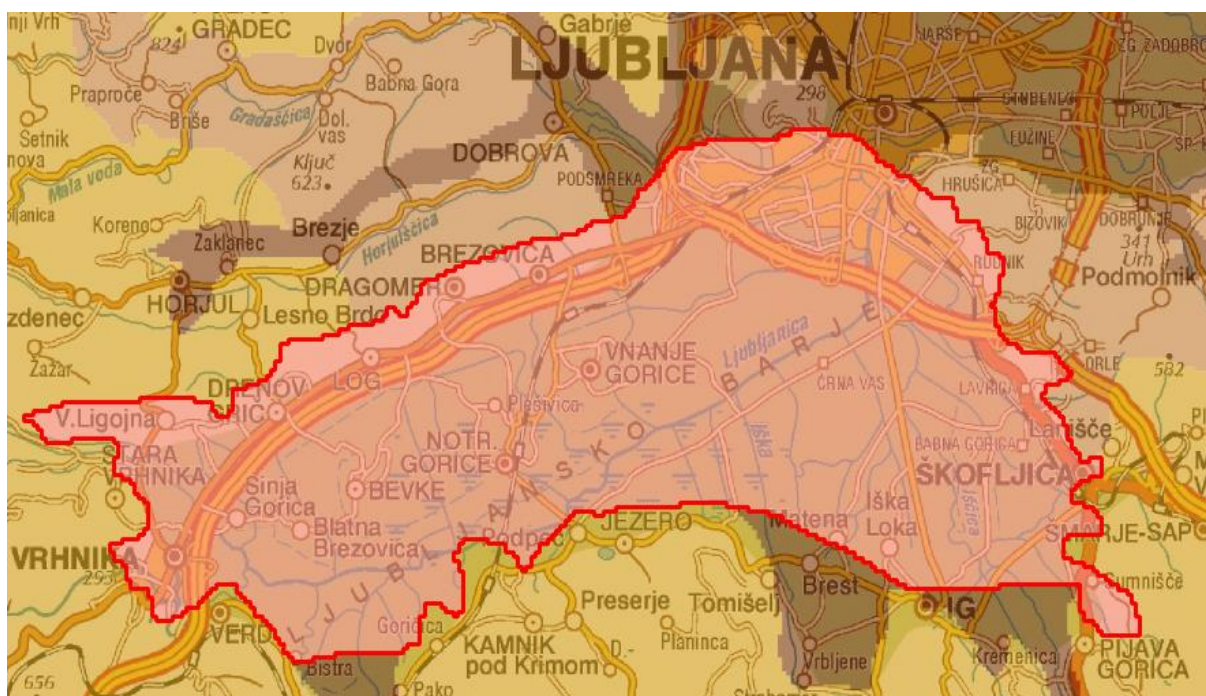
Rečni sedimenti pa so vodoprepustni, saj gre tu za melje, peske in prode različnih sestav in granulacij. Nahajajo se med jezerskimi sedimenti predvsem na območju hudournikov, ki pritekajo iz zaledja. Debelina te zelo pomembne vodonosne plasti je 50 m na vstopu rek na Barje. Tu se nahaja izdaten in ekonomsko pomemben nivo podzemne vode. (str 5) Ta voda je zaradi zgoraj ležeče vodoneprepustne plasti neonesnažena (Geološko - geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice, 2005: 6).

### 2.2.3 Podtalnica

Na vrtinah, ki so bile izvedene na predvideni lokaciji čistilne naprave, so registrirali tudi podtalno vodo. Nahajala se je na globini od 0,62 m pod površjem do 2,53 m. A te številke naj ne bi odražale realnega nivoja podzemne vode, ki naj bi se nahajal globlje v peščenih in peščeno prodnih materialih. Registrirana voda naj bi bila posledica majhne prepustnosti koherentnih zemljin. Gre za površinsko vodo, ki zamočvirja površje (Geološko -geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice, 2005: 6).

Preglednica 1: Višina podzemne vode v vrtinah (Geološko -geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice, 2005: 7)

Vrtina	Nivo podzemne vode (m)
V-5	0,62
V-6	2,53



Slika 4: Geološka sestava tal (Geopedia, 2014)

## 2.3 Podnebje

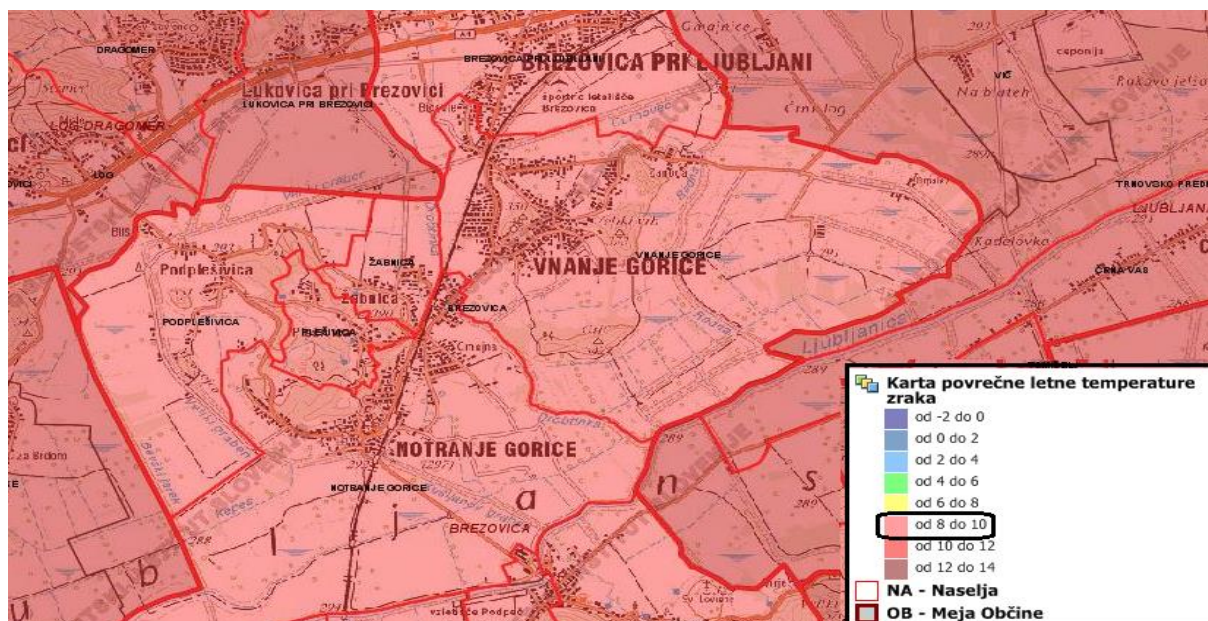
Občina Brezovica se nahaja na prehodnem območju med zmerno-celinskim podnebjem osrednje Slovenije in zmerno-celinskim podnebjem zahodne in južne Slovenije. Prvo je značilno za osrednji in severni del občine katerega tudi obravnavamo. Na splošno pa je za podnebje občine značilno nenehno prepletanje vplivov atlantskih ciklonov oz. oceanskega podnebja in vzhodno-sibirskega anticiklona oz. celinskega podnebja (Okoljsko poročilo za Občinski prostorski načrt Občine Brezovica, 2013).

Podnebje Ljubljanskega barja ima značilne nekatere klimatske posebnosti. Za razliko od ostalih kotlin

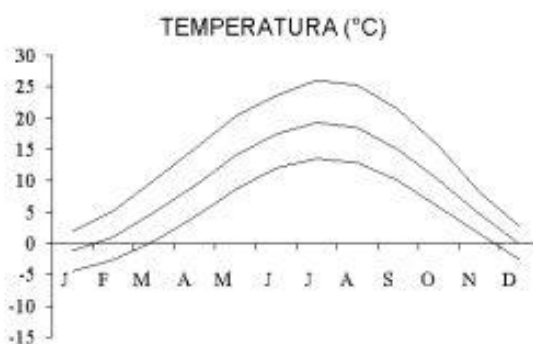


v Sloveniji, je na območju Ljubljanskega barja pogostejši pojav megle in izdatnejših padavin.

Pomemben faktor pri vremenu je tudi bližina dinarsko-alpske reliefne pregrade, ki preprečuje dostop toplih morskih zračnih gmot. Zato je vpliv morja, ki je sicer oddaljeno slabih 100 km, na temperature zraka na Ljubljanskem barju majhen. Vpliv morja se pozna na večji količini padavin, ki jih je več kot 1.400 mm letno. Na izdatnost padavin vpliva tudi sam potek osi barjanske kotanje od jugozahoda proti severovzhodu, ki se ujema s smerjo po kateri pihajo prevladujoči vlažni vetrovi. Za dele občine, ki ležijo na robu Ljubljanskega barja, so značilne nekoliko višje temperature kot v osrednjem delu. Na to vplivajo tudi vetrovi iz podolja južno od Vrhnike, ki premešajo zračne gmote.



Slika 5: Karta povprečne letne temperature (Občina Brezovica, 2014)



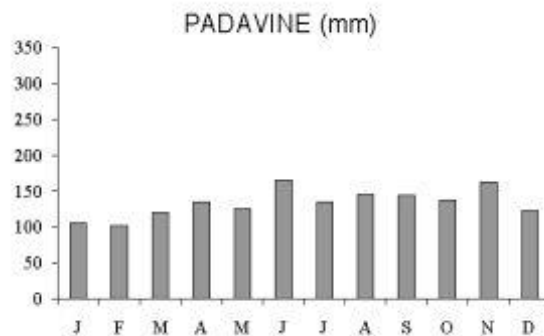
Slika 6: Letne vrednosti temperature za meteorološko postajo Vrhnika (Klimatski podatki za 30-letno obdobje, klimatski podatki – Vrhnika, 2012)

### 2.3.1 Padavine

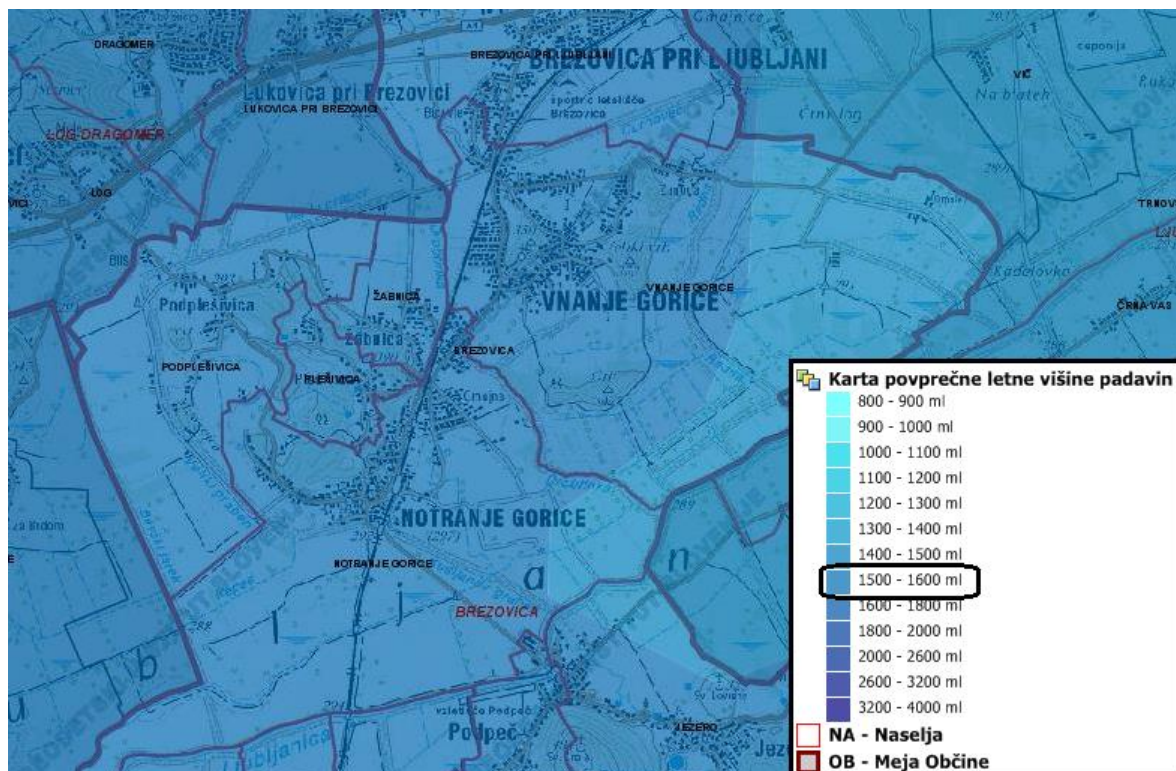
Za izbrano območje je značilen celinski padavinski režim. Letna distribucija padavin je neenakomerna. Iz spodnje slike je vidno, da nastopata dva viška in dva nižka. Obdobje, ko pade največ padavin je v poletnih mesecih, zlasti junija. Kot je značilno za celinsko podnebje je najmanj padavin v januarju in februarju. Takrat se najpogosteje pojavljajo v obliki snega. Drugotni višek nastopi v jesenskih mesecih, predvsem novembra. Količina padavin pada v smeri od zahoda proti vzhodu, a se obenem z višanjem nadmorske višine proti jugu količina padavin zvišuje. Krmsko hribovje predstavlja namreč reliefno pregrado za vlažne zračne mase iz jugozahoda. Vrhnika prejme letno

1.594 mm padavin, Pokojišče na Menišiji 1.501 mm in Črna vas na Ljubljanskem barju, ki naj bi najbolj ponazarjala obravnavano območje, okrog 1.235 mm. Letna količina padavin na postaji Ljubljana Bežigrad je 1393 mm (ARSO; 23.8.2014- padavine LJ). Kot vidimo vrednost ne odstopa pretirano od tiste v Črni vasi, zato bomo podatke s tega merilnega mesta uporabili pri preračunu padavinskega odtoka (Okoljsko poročilo za Občinski prostorski načrt Občine Brezovica, 2013: 41).

Strnjena snežna odeja se na Ljubljanskem barju obdrži od 1,5 – 2 meseca. Pojavi se lahko novembra in zavleče vse v maj. Ogrevalna sezona na Ljubljanskem barju traja od 230 – 240 dni (ARSO; 23.8.2014- padavine LJ).



Slika 7: Letna distribucija padavin po mesecih za 30-letno obdobje postaje Vrhnika (Klimatski podatki za 30-letno obdobje, klimatski podatki – Vrhnika, 2012)



Slika 8: Karta povprečne letne višine padavin (Občina Brezovica, 2014)

## 2.4 Prebivalstvo

V naseljih Vnanje in Notranje Gorice je leta 2011 skupaj živel 3864 prebivalcev, kar znese dobro tretjino vseh prebivalcev občine Brezovica. Število moških in žensk je približno enako. Na osnovi popisov prebivalstva in statistične baze SURS-a, je v prilogi A3 grafično prikazan trend naraščanja

prebivalstva v obeh naseljih. Na osnovi vnešenih podatkov je bila dodana tista trendna črta, ki je imela koeficient korelacije najbližje 1. Da bi grafično ponazorili tendenco naraščanja prebivalstva glede na trende preteklih 53 let, trendno črto podaljšamo da sega do konca amortizacijske dobe petdesetih let. V prilogi A1 je vidno število prebivalcev po letih popisov.

#### 2.4.1 Gostota naseljenosti

V spodnji preglednici je prikazana gostota naseljenosti na osnovi podatkov popisa iz leta 2011.

Preglednica 2: Gostota naseljenosti na osnovi popisa prebivalstva leta 2011 (Gostota naseljenosti, naselja, 2014)

	Prebivalstvo	Površina teritorialne enote (km <sup>2</sup> )	Gostota naseljenosti (preb/km <sup>2</sup> )
Vnanje Gorice	2195	9	244,4
Notranje Gorice	1645	7,7	214,8

#### 2.4.2 Število članov gospodinjstva

Določanje količine hišnih odpadnih voda sloni na številu članov gospodinjstva. Za obe naselji je v nadaljevanju določeno povprečno število članov gospodinjstva po preteku amortizacijske dobe.

Preglednica 3: Število članov gospodinjstva leta 2011 (Gospodinjstva, naselja, 2014)

Gospodinjstvo	Gospodinjstva SKUPAJ	1 član	2 člana	3 člani	4 člani	5 in več članov	Povprečna velikost gospodinjstva
Naselje							
Vnanje Gorice	727	138	171	143	169	106	3
Notranje Gorice	555	115	136	99	109	96	3

#### 2.4.3 Trend naraščanja prebivalstva

Pri gradnji kanalizacijskega sistema moramo upoštevati dejstvo, da bo morala zgrajena komunalna infrastruktura pokrivati potrebe prebivalstva čez 50 let, kolikor tudi znaša amortizacijska doba sistema. Da bi kar se da natančneje določil trend naraščanja prebivalstva v prihodnosti, smo upoštevali podatke popisov prebivalstva, ki so bili pridobljeni v preteklih 53 letih.

Število prebivalcev čez 50 let lahko računamo s pomočjo enačbe (Panjan, 2002):

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

Kjer je:

A ... število prebivalcev čez n let [P],

A<sub>0</sub> ... število prebivalcev danes [P],

P ... letni prirastek prebivalstva [%],

n ... planska doba [leta].

Letni prirastek prebivalstva lahko določimo na osnovi trendov naraščanja prebivalstva v preteklosti.

$$p = \left( \sqrt[n]{\frac{A}{A_0}} - 1 \right) * 100 \quad (2)$$

Letni prirast prebivalstva je ključnega pomena, saj prav ta podatek pove kako velik sistem moramo zasnovati. Dobra demografska analiza prepreči potencialno predimenzioniranje sistema. V želji, da bi prirast določil čim natančneje, je izračunana njegova vrednost za vsa obdobja med popisi. Iz Priloge

A2 je razvidno, da se je število prebivalstva najbolj povečalo v sedemdesetih v Vnanjih, ter v osemdesetih v Notranjih Goricah.

Za določitev projektnega letnega prirasta smo uporabili podatke popisov iz let 1961 in 2011.

Vnanje Gorice:

$$p = \left( \sqrt[50]{\frac{2195}{747}} - 1 \right) * 100 = 2,18\% \quad (3)$$

Notranje Gorice:

$$p = \left( \sqrt[50]{\frac{1645}{719}} - 1 \right) * 100 = 1,67\% \quad (4)$$

Ko imamo znan letni prirastek, lahko določimo tudi iskano število prebivalstva v ciljnim letu. Dobljena vrednost se v primeru Vnanjih Goric ujema z grafičnimi. Medtem ko je v Notranjih Goricah število prebivalcev manjše, kot bi ga dobili ob upoštevanju trendne črte.

Vnanje Gorice:

$$A = 2195 \left( 1 + \frac{2,18}{100} \right)^{50} = 6453 \text{ P} \quad (5)$$

Notranje Gorice:

$$A = 1645 \left( 1 + \frac{1,67}{100} \right)^{50} = 3765 \text{ P} \quad (6)$$

Dobljeni vrednosti sta določeni na osnovi trenda zadnjih petdesetih let, a dejansko ni za pričakovati, da se bo število prebivalstva v naslednjih petdesetih letih podvojilo v Notranjih in celo potrojilo v Vnanjih Goricah. Za tako izrazito povečanje prebivalstva bi bilo potrebno zagotoviti veliko novih stavbnih površin. A na osnovi prostorskih planov občine Brezovica, ki so bili dostopni na spletnem portalu iobčina 26.8.2014, je večina zazidljivih parcel v obeh naseljih že izkoriščenih. Novih stavbnih površin namenjenih gradnji stanovanjskih objektov pa ne gre pričakovati, saj grajeni del naselij obdajajo travniki in njive, ki so zaščiteni v okviru Nature 2000 in so tudi del Krajinskega parka Ljubljansko barje. Pravtako je v Odloku o občinskem prostorskem načrtu občine Brezovica v 1. odstavku 8. člena zapisano: *Prostorski razvoj stanovanjske gradnje se usmerja in načrtuje izključno na razpoložljivih prostih, degradiranih in nezadostno izkoriščenih površinah stavbnih zemljišč znotraj obstoječih naselij, pri čemer ima prenova prednost pred novogradnjo. Širitev naselij je dopustna le, če znotraj obstoječega naselja nadaljnji prostorski razvoj ni možen, ali če gre za zaokroževanje naselja. Novo poselitev se usmerja izključno le na komunalno opremljena, javno dostopna, razpoložljiva nepozidana zemljišča znotraj strnjenih kompleksov obstoječih naselij. Z zelenimi cezurami se preprečuje zlivanje naselij oziroma zaselkov in se tako ohranja njihovo prostorsko identiteto, strukturno kompleksnost in čitljivost v prostoru (citirano iz zgoraj omenjenega dokumenta).* Z upoštevanjem tega dejstva smo se zato, da bi se izognili predimenzioniranju sistema odločili, da število prebivalstva v ciljnim letu določimo na osnovi starostne strukture prebivalstva na dan 1.1.2014. S podatki, ki smo jih pridobili na spletnih straneh statističnega urada republike Slovenije, smo prebivalstvo razdelili v tri starostne skupine.

V želji, da bi dobil okvirno zgornjo vrednost prebivalstva po petdesetih letih in obenem v čim večji meri upoštevati trenutne razmere, smo uporabili sledeče predpostavke:

- 1.) Predvidevamo, da bo 70 % tistih, ki so danes v starostni skupini od 15 do 64 let, po preteku petdesetih let še vedno živeli v isti hiši.
- 2.) Vsi otroci, ki so danes mlajši od 14 bi celo življenje živeli na istem naslovu, se poročili in



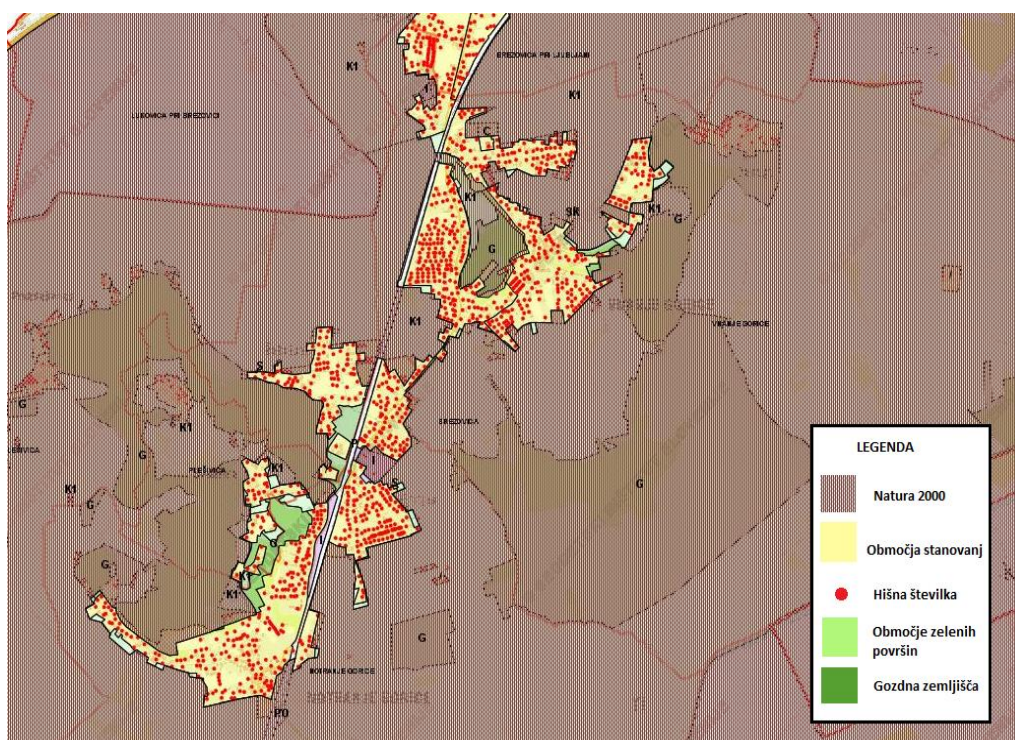
imeli 2 otroka.

3.) V vseh novo zgrajenih objektih bi živele štiri članske družine z dvema otrokoma.

Na osnovi napisanega dobimo vrednosti, ki so vidne v Prilogi A4.

Sedaj ko poznamo okvirno število prebivalstva, moramo za vse nezazidane stavbne parcele določiti še število novih gradenj. Pri tem smo upoštevali lokalno gostoto pozidave. Število priključenih objektov čez 50 let smo določili za vse glavne kanale in dobili vrednosti, ki so vidne v prilogah A5 in A6.

Ker poznamo število priklopljenih objektov čez 50 let in imamo podatek o številu prebivalstva, določimo povprečno velikost gospodinjstva. To dobimo tako, da delimo število prebivalcev posameznega naselja s številom na kanalizacijo priklopljenih objektov. Za Vnanje Gorice dobimo, da je povprečno gospodinjstvo sestavljeno iz 4,45 članov, za Notranje Gorice pa 4,09 članov.



Slika 9: Namenska raba prostora in Natura 2000 (Občina Brezovica, 2014)

#### 2.4.4 Gostota poselitve:

Pravtako pomemben podatek pri zasnovi kanalizacijskega sistema je gostota poselitve. To je podatek o številu prebivalstva na območju enega hektarja. Računamo ga s pomočjo spodnje enačbe (Panjan 2005).

$$gp = \frac{np}{Fp} \quad (7)$$

$g_p$  ... gostota poselitve [P/ha]

$n_p$  ... število prebivalcev [P]

$F_p$  ... površina naselja [ha]

Za površino naselja ( $F_p$ ) bom uporabil kar podatek o površini teritorialne enote pridobljeni na SURS (2014).

Vnanje Gorice:

$$gp = \frac{2195}{900} = 2,4 \text{ P/ha} \quad (8)$$

Notranje Gorice:

$$gp = \frac{1645}{770} = 2,1 \text{ P/ha} \quad (9)$$

Tudi tu nas zanima gostota poselitve po preteku petdesetih let. Ker poznamo število prebivalcev v ciljnem letu, to vrednost delimo s površino naselja izraženo v hektarjih.

Gostota poselitve po preteku amortizacijske dobe je enaka za:

Vnanje Gorice:

$$gp, 50 = \frac{3734}{900} = 4,1 \text{ P/ha} \quad (10)$$

Notranje Gorice:

$$gp, 50 = \frac{2384}{770} = 3,1 \text{ P/ha} \quad (11)$$

## 2.5 Gospodarske in družbene dejavnosti v kraju

Da bi lahko ustrezno določili sušni odtok, moramo med drugim upoštevati tudi industrijske odpadne vode. Govora je o odtoku iz industrijskih in obrtnih obratov, kjer se voda uporablja v proizvodnji, za čiščenje prostorov, ne smemo pa pozabiti tudi odtoka iz sanitarij (Panjan, 2005).

Voda, ki nastane v tehnoloških postopkih ali pri proizvodnji energije pogosto ne izpolnjuje kriterijev za odvod po kanalizacijskem sistemu. V tem primeru je potrebno tako vodo predhodno očistiti, nevtralizirati in nečistoče obarjati (Panjan, 2005: 55-56). Na območju urejanja ni razvita industrija, so pa prisotne številne obrtne dejavnosti. V prilogah B1 in B2 navedene gospodarske in družbene dejavnosti, ki svoje storitve izvajajo znotraj območja urejanja. Upoštevani so le tisti subjekti, ki še vedno poslujejo.

## 2.6 Hidrološke razmere

Da bi lahko nazorneje ponazorili klimatske razmere moramo uporabiti podatke, ki zajemajo najmanj 30-letno obdobje. V sosednjih občinah se nahaja več meteoroloških postaj v okviru državne mreže meteoroloških postaj. Na obravnavanem območju je najbližja meteorološka postaja Črna vas, kjer pa se izvajajo le meritve padavin. Najbližja postaja, kjer meritve izvajajo vsaj trideset let in so zanjo preračunane povratne dobe ekstremnih nalivov je klimatološka postaja Ljubljana Bežigrad. Tu so v analizo vključeni padavinski dogodki od leta 1948 do 2008, letna količina padavin pa je za 11,3 % večja kot v merodajni Črni vasi.

Zato da bi bil kanalizacijski sistem optimalno dimenzioniran, je ključnega pomena, da kar se da natančno določimo količino površinskega odtoka pri velikem nalivu, saj prav padavinska voda predstavlja največjo obremenitev cevovoda. Padavinske podatke potrebne za kanalizacijsko zasnovo smo pridobili iz statistično obdelanih podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje (Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi, ARSO, Ljubljana, junij 2004). V prilogah C12 in C13 so vidni podatki o višini in intenziteti padavin v odvisnosti od trajanja naliva (5 min do 1 dan) in povratne dobe (1 leto do 250 let). Na osnovi dolgoletnih nizov podatkov pridobljenih na ombrografih, so bile padavinskim dogodkom določene povratne dobe po Gumbelovi metodi.

### 3 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

#### 3.1 Splošno o kanalizacijskem sistemu

Namen gradnje kanalizacijskega omrežja je vzpostavitev sistema kanalov in jarkov s katerimi zagotovimo odvod odpadne in padavinske vode. To je osnova zagotavljanja ustreznih bivalnih pogojev in nadaljnega razvijanja urbanega območja. Danes mora biti vsak kanalizacijski sistem zaključen s čistilno napravo, ki vodo očisti do potrebne stopnje čiščenja. Le ta je odvisna od samočistilne sposobnosti in trenutnega stanja vodotoka, kamor se voda izliva iz čistilne naprave (Panjan, 2005).

Poznamo več različnih kanalizacijskih tipov.

MEŠANI KANALIZACIJSKI SISTEM (MKS) istočasno odvodnjava tako padavinsko kot tudi odpadno vodo. V času padavin se odtok lahko poveča od 50 do 100 krat v primerjavi s sušnim odtokom. Zato je za premer cevi merodajen prav padavinski odtok. Posledično je tak cevovod polno izkoriščen le v času projektnih nalivov, medtem ko je ob suhem vremenu v sistemu le odpadna voda. Zaradi padavinskega odtoka lahko pride do preobremenitve in zaježitve kanalizacijskega sistema in posledično do povratnega toka v nižje ležeče priključene prostore, ki morajo biti zaščiteni pred preplavitvijo. Delovanje čistilne naprave je pri mešanem sistemu manj zanesljivo, saj na napravo dovajamo tudi del onesnaženih padavinskih voda. Na sistemu imamo postavljene tudi razbremenilnike, ki vso padavinsko vodo, ki presega kritični naliv spušča neposredno v odvodnik, ki je tako slabše zaščiten. S tem ukrepom se izognemo gradnji neekonomičnih sistemov s prevelikimi premeri. Gradimo tudi zadrževalne bazene, v katerih zadržujemo predvsem padavinsko vodo in s tem dosežemo bolj enakomeren dotok vode na čistilno napravo. Mešani sistemi so bolj pregledni, izvedba je enostavnejša in strošek izgradnje in vzdrževanja znatno manjši kot pri ločenem sistemu (Panjan, 2005: 57).

LOČENI (SEPARATNI) KANALIZACIJSKI SISTEM (LKS) kot že samo ime pove ločeno odvaja odpadno in padavinsko vodo. Slednjo lahko odvajamo v posebej zato zgrajeni padavinski oz meteorni kanalizaciji. Padavinsko vodo lahko tudi poniknemo ali pustimo da odteka tako kot pred ureditvijo kanalizacije. Kot tretja možnost pa lahko uredimo sistem odprtih in zaprtih jarkov in kanalov. Ker so kanali ločeni v tem primeru tudi v času močnih nalivov ne pride do preobremenitve in zaježitve. Ideja je taka, da poskušamo padavinsko vodo čim dalj zadržati na mestu nastanka. To dosežemo z gradnjo zadrževalnikov in ponikovalnic. V kolikor so tla dovolj prepustna poskušamo vodo z neprepustnih površin kot so streha in dvorišča čim prej ponikniti. S tem bogatimo podtalnico in zmanjšujemo volumne in končne odtoke padavinske vode. Posledično je zaradi bolj enakomernega dotoka vode tudi delovanje čistilne naprave bolj zanesljivo. Problematična je padavinska voda po daljšem sušnem obdobju, ki nastane na cestiščih. Prvi val je potrebno peljati na čistilno napravo, ker je onesnažen z obrusi gum, zavor, naftnih derivatov. Ločen sistem je zaradi praktično dvojne infrastrukture precej bolj zapleten in manj pregleden. Tudi investicijski stroški so v tem primeru podvojeni v odnosu na MKS (Panjan, 2005.: 57).

DELNO LOČENE SISTEME se gradi v želji po zmanjšanju in zakasnitvi padavinskega odtoka ob upoštevanju kakovosti onesnaženih voda. To dosežemo z:

- razpršenim zadrževanjem na površini (ravne strehe, vrtovi, zelenice, parkirišča)
- koncentriranim zadrževanjem na površini (suhi ali mokri zadrževalniki, parki)
- koncentriranim zadrževanjem pod površino (deževni zadrževalni ali čistilni bazeni)
- ponikanjem na površini (vrtovi, zelenice, parkirišča s prepustnim tlakom)
- ponikanjem pod površino (drenaže, drenažne galerije)

Cilj je, da čisto padavinsko vodo peljemo po ločenem sistemu do odvodnika, medtem ko onesnaženo vodo preko mešanega sistema peljemo na čistilno napravo. Onesnaženo padavinsko vodo lahko očistimo grobih primesi v peskolovih in lovilcih oljin maščob in jo nato odvedemo skupaj z neonesnaženo vodo do odvodnika. Ta sistem se danes najpogosteje uporablja v industrijskih conah,

kjer se tehnološka odpadna voda odvaja ločeno od odpadne sanitarne vode, ki je združena z onesnaženo padavinsko vodo. Poseben kanal je predviden še za neonesnaženo padavinsko vodo (Panjan, 2005: 58).

### 3.2 Obstoječa infrastruktura za odvod voda

Na območju krajevne skupnosti Vnanje Gorice že nekaj let sistematično gradijo kanalizacijsko omrežje. Na začetku je bil predviden ločen sistem odvodnje, ki bi se zaključil z že zgrajeno čistilno napravo v Notranjih Goricah. Zbiralnik »O« ob železniški progi, ki naj bi povezoval obe naselji je sicer že zgrajen. Vanj se izliva komunalna odpadna voda iz greznic in padavinska voda, a je na več mestih porušen. Njegovo morebitno sanacijo dodatno otežuje tudi nestrinjanje nekaterih lastnikov, saj je kolektor deloma zgrajen na privatnih zemljiščih. Zaradi omenjenih razlogov ga ne bomo upoštevali v zasnovi. Na ulici Nova pot je pravtako že zgrajen kanal, ki je uspešno prestal kontrolo s kamero in bo vključen v zasnovo. Na tem kanalu je tudi že zgrajeno črpališče, ki tako kot kanal še ne obratuje in ga je potrebno pregledati (PZI VG, 2011: 1-2).

V Notranjih Goricah je čistilna naprava, ki pa ni nikoli obratovala. Zgrajena je kanalizacija ob železnici, na katero je priklopljenih nekaj objektov, a se voda na koncu neprečiščena izliva v Kušljanov graben. Tega kanala ne bomo uporabili, saj je v slabem stanju zaradi velikih posedkov barjanskih tal. Da bi zmanjšali posredke, predvidimo gradnjo celotnega sistema iz polietilena. Prefabricirani elementi so lažji in bolj deformabilni kot betonski ekvivalenti.

Padavinska voda se zbira v obcestnih jarkih in/ali zacevljenih jarkih od koder se odvaja v okoliške potoke in jarke.

Na območju urejanja se nahajajo tudi drugi vodi. Vodovodne cevi in telekomunikacijski kabli so zakopani v tleh medtem ko potekajo električni kabli visoke in nizke napetosti večinoma po daljnovodih. Nekje so tudi vkopani. Predvidena trasa je bila načrtovana tako, da bi bilo čim manj križanj z že obstoječo gospodarsko javno infrastrukturo. Kanalizacijske cevi so načeloma najnižje položeni vodi (PGD NG, 2011: 3; PZI VG, 2011).

### 3.3 Izhodišča za zasnovo kanalizacijskega sistema

Ustrezna zasnova kanalizacijskega omrežja omogoča nadaljnji razvoj regije. Pri načrtovanju omrežja upoštevamo tako trenutno obstoječe stanje, kot tudi dolgoročno urbanistično načrtovanje za nadaljnjih 50 let, kolikor znaša amortizacijska doba sistema. V 8. členu Odloka o občinskem prostorskem načrtovanju občine Brezovica so predstavljeni cilji prostorskega razvoja. Če povzamemo, je razvoj stanovanjske gradnje usmerjen izključno na razpoložljivih prostih, degradiranih in nezadostno izkoriščenih površinah stavbnih zemljišč znotraj obstoječih naselij. Z izvedbo zelenih cezur se preprečuje zlivanje naselij. Širitev naselij je predvidena le v primerih, ko znotraj obstoječih naselij nadaljnji prostorski razvoj ni več možen, ali če gre za zaokroževanje naselja. Poslovno – proizvodne dejavnosti se usmerja v območje gospodarske vone v naselju Brezovica.

Gradnja komunalne infrastrukture predstavlja zelo velik strošek, zato je toliko pomembnejše, da pri zasnovi zajamemo vse vplivne parametre. Končna rešitev pa mora biti znotraj materialne in tehnične zmogljivosti investitorja (povzeto po Panjan, 2005).

### 3.4 Izhodišča za hidravlični račun

Zasnova mreža kanalov in drugih objektov na sistemu mora biti sposobna prevajati hidravlično obremenitev, brez da bi pri tem prišlo do povratnega toka in preplavitve najnižjih objektov na sistemu. Velikost hidravlične obremenitve je odvisna od sušnega odtoka, ki je proporcionalen porabi vode. Tu se moramo zavedati, da v kanalizacijo ne odteče vsa načrpana voda in da lahko v sistem pride tudi tuja voda. Ker je predviden delno ločen sistem je pomembna tudi količina padavinskih voda, predvsem na slabo prepustnih površinah (povzeto po Panjan, 2002, str. 60).



### 3.4.1 Določanje sušnega odtoka

S pojmom sušni odtok označujemo tisto vodo, ki odteka iz gospodinjstev, obrti in industrijskih obratov, ter tujo vodo, ki pride v sistem. Ta voda se po svojih fizikalnih lastnostih minimalno razlikuje od pitne vode, saj ima le 1/1000 več primesi. Medtem ko je po kemijski in biokemijski sestavi odpadna voda bistveno spremenjena. Onesnažena je predvsem z raztopljenimi in neraztopljenimi organskimi in neorganskimi snovmi, ki jih pred izpustom v odvodnik očistimo na čistilni napravi. Pri hidravličnem dimenzioniranju kanalov in čistilnih naprav je potrebno upoštevati v spodnji formuli napisane dotoke (Panjan, 2005: 60, 54-55)

$$q_s = (q_h + q_i) + q_t = Q_s + q_t \quad (12)$$

Kjer pomenijo:

$q_h$  ...odpadna voda iz gospodinjstev, ustanov in male obrti [l/s],

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

$q_t$  ...tuje vode [l/s].

#### 3.4.1.1 Odpadna voda iz gospodinjstev

Hišno odpadno vodo sestavlja odtok iz sanitarij, kuhinj, pranja perila in čiščenja prostorov. Zanj je značilno, da vsebuje znaten del organskega onesnaženja in raztopljenih snovi. Sama količina je odvisna od števila prebivalcev in norme potrošnje. Za to da bi bilo omrežje ustrezno dimenzionirano moramo upoštevati stanje čez približno 50 let (amortizacijska doba), zato količino vode iz gospodinjstev določamo z upoštevanjem prirasta prebivalcev (Panjan, 2002, str. 60):

$$q_h = A \cdot n_p = A_0(1 + p/100)^n \cdot n_p \quad (13)$$

Kjer pomenijo:

A... število prebivalcev po n letih [P],

$n_p$ ... norma potrošnje v naselju [l/(P.dan)],

$A_0$  ... sedanje število prebivalcev v naselju [P],

p ... letni prirast prebivalcev [%],

n ... število amortizacijskih let za kanalizacijski sistem [-].

Podatka o številu prebivalcev v letu 2013 in letni rasti prebivalstva najdemo v poglavju Prebivalstvo. Zato da bi lahko določili še normo potrošnje, moramo najprej preračunati dnevni dotok pitne vode  $Q_d$  in ga izraziti v [l/dan] ali [m<sup>3</sup>/dan]. Osnova za račun je količina prodane vode v letu 2013. Podatek smo pridobil od JKP Brezovica (2014), ki upravlja z vodovodnim sistemom na tem območju.

Preglednica 4: Količina prodane vode za obe naselji v letu 2013 (JKP Brezovica, 2014)

Naselje	Prodana voda [m <sup>3</sup> /leto]
Vnanje Gorice	101106,00
Notranje Gorice	90415,00

$$Q_{d, VG} = 101106 \text{ m}^3 / 365 \text{ dni} = 277,002 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (14)$$

$$Q_{d, NG} = 90415 \text{ m}^3 / 365 \text{ dni} = 247,712 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (15)$$

Sedaj določimo še normo potrošnje. To je dejansko količina vode, ki jo porabi posamezni prebivalec tekom enega dne.

$$n_{p, VG} = 277,002 \text{ m}^3 / 2282 \text{ P.dan} = 0,121386 \text{ m}^3/\text{P.dan} = 121,39 \text{ l/P.dan} \quad (16)$$

$$n_{p, NG} = 247,712 \text{ m}^3 / 1826 \text{ P.dan} = 0,135658 \text{ m}^3/\text{P.dan} = 135,66 \text{ l/P.dan} \quad (17)$$

Z znano normo potrošnje obeh naselij določimo še dotok odpadne vode iz gospodinjstev.

$$q_{h, VG} = A_0 \cdot (1+p/100)^n \cdot np = 2282P \cdot (1+2,18/100)^{50} \cdot 121,39 \text{ l/P.dan} = 814,317 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (18)$$

$$q_{h, NG} = A_0 \cdot (1+p/100)^n \cdot np = 1826P \cdot (1+1,67/100)^{50} \cdot 135,66 \text{ l/P.dan} = 567,014 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (19)$$

Za hidravlični preračun smo uporabili drugo metodologijo določanja števila prebivalstva, ki je opisana v poglavju Prebivalstvo. Ob predpostavki, da se norma potrošnje ne bo spreminjala lahko določimo hišno odpadno vodo. Predpostavka je na varni strani, saj je v prihodnosti pričakovati manjšo porabo vode. Uporabljene vrednosti odtoka hišne odpadne vode za posamezen kanal so vidne v Prilogi C1.

### 3.4.1.2 Tuje vode

Upoštevati je potrebno še tuje vode, katerih glavni vir je praviloma podtalnica. Po ATV 128 se orientacijska vrednost količin giblje od 0,05 l/(s.ha) do 1,5 l/(s.ha). Dejanska vrednost je odvisna od parametrov kot so vodotesnost kanalizacije, količine talne vode na zemljišču in pravilnosti izvedbe vseh priključkov. Ker gre za relativno velik razpon smo si pri določanju količine tuje vode pomagali z naslednjo preglednico:

Preglednica 5: Pričakovani dotoki v odvisnosti od gostote poselitve (Kolar, 1983: 36, tabela 2.7)

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

Za odčitek tuje vode upoštevamo prej izračunano gostoto poseljenosti po poteku amortizacijske dobe in tako dobimo, da je pričakovani dotok tuje vode za obe naselji 0,25 l/(s.ha).

### 3.4.1.3 Odpadna voda iz industrije, obrti in objektov družbene dejavnosti

Tu je mišljena voda, ki nastaja v tehnoloških postopkih in pri proizvodnji energije. Odpadna voda iz sanitarij je običajno po količini zanemarljiva glede na tehnološko. Onesnaženost industrijske vode je odvisna predvsem od tehnoloških postopkov. V kolikor voda vsebuje nevarne in strupene snovi, mora industrija sama očistiti vodo do stopnje, ki ni nevarna kanalizacijskemu sistemu in čistilni napravi.

Na obravnavanem območju ni prisotna industrija. Naselji imata značilnosti spalnega naselja, saj večina prebivalcev dela v Ljubljani. Tako se na prej izrazito kmetijskem območju ni razvijala industrija, so pa vseeno prisotne številne obrtne dejavnosti.

Dotok iz obratov, ki ne uporabljajo nevarnih snovi določamo s pomočjo tabel od 2.11 do 2.17 iz knjige Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda (Kolar, 1983). Tu lahko za posamezno gospodarsko dejavnost najdemo okvirne vrednosti porabe vode in kolikšen je odtok na zaposlenega, oz. na enoto proizvoda. Tako je količina odpadne vode v veliki meri odvisna predvsem od števila zaposlenih. V objektih, ki se uporabljajo za izvajanje družbenih dejavnosti (vrtci, šole, dom upokoencev) pa je pomembno dnevno število oseb v objektu. Količino vode izražamo v [l/d] in jo dobimo tako, da množimo število zaposlenih oz. število strank s predpostavljeno vrednostjo porabe v [l/(zap\*dan)]. Onesnaženost industrijske odpadne vode izražamo s PE (populacijska enota, ki je ekvivalentna enemu prebivalcu). Količino take vode izražene v PE, pa dobimo z deljenjem te številke s prej določeno dnevno količino odpadne vode v [l/(p\*dan)]. Preračunane vrednosti so vidne v Prilogi B3 (Panjan, 2005: 61; Kolar, 1983: 38).

Za dimenzioniranje kanalov na sušni odtok moramo upoštevati maksimalni urni dotok, za katerega je

priporočena vrednost:

$$Q_{\max, VG} = 1/10 * Q_{d, VG} \quad (20)$$

$$Q_{\max, NG} = 1/10 * Q_{d, NG} \quad (21)$$

Pomembna sta še minimalni in srednji odtok hišne odpadne vode in se računata po sledečih enačbah.

$$Q_{sr, VG} = 1/24 * Q_{d, VG} \quad (22)$$

$$Q_{min, VG} = 1/37 * Q_{d, VG} \quad (23)$$

$$Q_{sr, NG} = 1/24 * Q_{d, NG} \quad (24)$$

$$Q_{min, NG} = 1/37 * Q_{d, NG} \quad (25)$$

Vrednosti  $Q_{\max}$  in  $Q_{\min}$  so določene za posamezen kanal. Hidravlični preračun se nahaja v prilogah C3 - C6. Izračunane vrednosti so določene na iztoku cevi. Padec vzdolž posameznega voda je konstanten. Kjer se padec zaradi terena spreminja, je upoštevana povprečna vrednost naklona dna cevi.

### 3.4.2 Določanje padavinskega odtoka

Padavinska voda je tista, ki po padavinah (dež ali sneg) odteka z neprepustnih ali slabo prepustnih površin (strehe, parkirišča, ceste, dvorišča, trgi). Z urbanizacijo je takih površin vedno več in posledično se dvigajo tudi količine površinskega odtoka. Zanj je značilno, da je tok vode pogojen s topografijo terena in teče proti najnižjim območjem prispevne površine. Na teh območjih moramo predvideti ustrezno odvodnjevanje.

Padavinska voda je izpostavljenja onesnaženju, največkrat predvsem z mineralnimi snovmi, čeprav nove raziskave odkrivajo precejšnje količine organskih primesi in težkih kovin. Na izrazito industrijskih območjih se čuti vpliv onesnaževanja zraka oz. emisij. Tako nastane kisel dež, ki je predvsem nevaren na območjih, kjer ni apnenčastih tal in ni možna nevtralizacija s karbonati kationov (Panjan, 2005: 62).

Zelo izrazit vir onesnaženja padavinskih vod so ceste. Predvsem po daljšem sušnem obdobju, ko se na cesti naberejo večje količine materiala, ki nastaja ob obrabi cestišča (obrus), naftni derivati, obrusi gum in zavor. Prvi val v času naliva nosi ves ta material, ki ga je potrebno očistiti pred izpustom v okolje. Kritična so tudi parkirišča. Tu so problematična predvsem olja, ki se nabirajo in je zato potrebno namestiti lovilce olj in maščob. To storimo na vseh površinah z večjo gostoto prometa. V našem primeru je to Podpeška cesta, ki ima status državne ceste in povezuje obe naselji. V letu 2011 je bil PLDP 4325 EOV. (vir: okoljsko poročilo, stran 45) Sicer smo pri dimenzioniranju fekalne kanalizacije upošteval vso vodo s cest, ki bi preko peskolovov in lovilcev olj prišla v cevovod.

Moramo se zavedati, da padavine predstavljajo velike količine vode, ki pa je večinoma neonesnažena. Zato je zelo pomembno, da tako vodo v čim večjem številu lokalno zadržimo v zadrževalnikih in jo če je le mogoče tudi poniknemo. S tem zmanjšujemo količine maksimalnega odtoka in dosežemo bolj enakomerno obremenitev čistilne naprave. Obenem s ponikovanjem padavin bogatimo podtalnico.

Najbolj pogost tip padavinskih informacij, s katerimi se srečujemo v urbani hidrologiji, so tako imenovane krivulje gospodarsko enakovrednih nalivov GEN ali pa v dobesednem prevodu krivulje jakosti - trajanja - pogostosti JTP (Kompore, 1991: 75).

V točki Hidrološke razmere lahko iz tabele o količini padavin odčitamo merodajno jakost naliva. Najprej moramo izbrati pogostost padavinskega pojava, ki je odvisna od zahtevane stopnje varnosti omrežja. Za večino urbanih območij je izbrani naliv pogostosti  $n=1$  in takega trajanja, kot ga določa čas toka vode po ceveh (Panjan, 2005: 63-64). Pri zasnovi našega omrežja smo uporabili nekoliko večjo varnost, saj so upoštevani podatki z dve letno povratno dobo in trajanje naliva 10 min. Jakost merodajnega naliva je tako 216 l/(s.ha).

Zaradi lokalnega ponikovanja vode z objektov, se padavinski površinski odtok formira le na voziščih.

Ker so ta asfaltirana, smo na osnovi tabele 3.18 *Koeficienti odtoka za razne vrste površin* (Kolar str 78) zanje upošteval, da je vrednost odtočnega koeficienta enaka 90 %. Vso vodo, ki bi zaradi nagnjenosti terena prišla do cestišča, bi preko obcestnih muld odpeljali do najbližjega jarka in od tu naprej do odvodnika.

Da bi lahko določil količino padavinskega odtoka, smo morali izračunati še površino cest, s katerih padavinska voda preko pekolovov in lovilcev olj pride v cevovod fekalne kanalizacije. Površino cestišč, ki vodo odvajajo iz sekundarnih kanalov, smo prišteli h glavnim vodom.

Odtok padavinske vode se računa po enačbi:

$$Q = q' * A * \varphi \quad (26)$$

### 3.4.3 Enačba za izračun toka s prosto gladino

Za postavitev fekalnega cevovoda je predvidena uporabil PE cevi premera 200 mm do 350 mm. Ker se bo po teh ceveh odvajala večinoma le odpadna voda iz objektov in v času nalivov še padavinska voda s cestišč predvidevamo, da cevi nikoli ne bodo polne. Zato bom za račun hitrosti uporabil Manningove formule za delno polnjenje.

$$\varphi = 2 * \arccos \left( \frac{d/2 - h}{d/2} \right) \quad (27)$$

$$S = \frac{d^2}{8} * \left( \frac{\pi * \varphi}{180} - \sin \varphi \right) \quad (28)$$

$$R = \frac{d}{4} * \left( 1 - \frac{180 * \sin \varphi}{\pi * \varphi} \right) \quad (29)$$

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * I^{0,5} \quad (30)$$

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * I^{0,5} * S \quad (31)$$

Za izračun je potrebno določiti Manningov koeficient hrapavosti  $n_G$ , ki je odvisen od materiala. Predvidena je uporaba polietilenskih elementov, za katere je vrednost koeficienta med 0,009 in 0,013 (Bijol, 2010: 74. V izračunu smo upoštevali vrednos  $n_G=0,01$ .

V prilogah C3 do C8 je viden hidravlični preračun za celoten sistem.

## **4 ZASNOVA GRAVITACIJSKEGA KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA**

### **4.1 Splošno**

Trase kanalov so zasnovane tako, da sledijo naklonu terena kjer je to možno in tako zagotovimo gravitacijski tok vode. V obeh naseljih je nekaj ulic v izrazito hribovitem terenu. Tu se na nekaj 100 metrih površina dvigne tudi prek 40 metrov. Na takih območjih smo s pomočjo kaskadnih jaškov dosegli ustrezen padec cevi. Globina zmrzovanja se na obravnavanem območju giblje okoli enega metra globoko. Zato smo, da bi omejili morebitne poškodbe zaradi zmrzali, večino cevi vgradili 1 m globoko. Kjer to ni bilo možno, se cevi obbetonira in predvidi dodatne ukrepe. Največja globina izkopa je 6,90 metra. Sicer je globina večine kanalov med 2 in 3,5m. Padec cevovoda se giblje med 0,2 in 1%, izjemoma so nakloni tudi večji.

Sama trasa je zasnovana tako, da večinoma poteka pod asfaltiranimi cestišči, ki so v občinski ali državni lasti. Kjer je bilo možno, smo cevi peljali ob nižjem robu cestišča. S tem ukrepom zagotovimo odtok umazane padavinske vode s cestišč v kanalizacijski sistem. Sistem kanalov povezuje obe naselji med seboj in na poti seka vodotok Drobtko in dvakrat tudi železniško progo Ljubljana - Sežana. *Prečkanje proge se izvede s podvrtanjem zaščitne cevi iz armiranega poliestra (GRP) DN 500 mm. Prečkanje pod potoki in jarki je na globini minimalno 120 cm in se zavaruje s talnim pragom (PZI: 3).*

Za zagotovitev ustreznega toka vode je predvidena gradnja 11 črpališč na glavnih kanalih, ter 5 manjših črpališč na sekundarnih kanalih (za slednje nismo izvršili preračuna). V vsakem črpališču sta nameščeni dve potopni črpalčki, ki vodo po tlačnih ceveh porivata do prvega jaška. Od tu voda spet gravitacijsko odteka po cevovodu do čistilne naprave.

Za odtok padavinske vode je predvidena uporaba bogate mreže že obstoječih kanalov in jarkov. Ti so bili v preteklosti narejeni z namenom izsuševanja močvirnatega terena in pridobivanja novih kmetijskih površin. Večina kanalov je ožjih od 2,5 metra in so zatravljeni (ARSO). Kjer kanalov ni, je predvidena gradnja obcestnih muld. Le te se dela na višjem robu cestišča. Tako zagotovimo ustrezen odtok padavinske vode iz zaledja, ki pride do cestišča in preprečimo mešanje z onesnaženo padavinsko vodo s cestišč. Vodo iz muld vodimo do najbližjega obstoječega kanala.

### **4.2 Izbira tipa kanalizacijskega omrežja**

Na obravnavanem območju je predviden in se že gradi ločen sistem. Sami pa smo zasnovali delno ločen sistem. Zgradili bi le cevovod za odvajanje odpadne vode iz gospodinjstev in obrti. V ta isti cevovod bi preko požiralnikov s peskolovi in lovilci olj in maščob spustil onesnaženo vodo s cestišč, ki mora na čiščenje v ČN. Ker gre za pretežno ravninsko, ruralno barjansko območje je malo utrjenih površin in posledično tudi ni tako izrazitega površinskega odtoka. Zato je načrtovana uporaba ponikovalnih polj Enki, kjer bi poniknili in/ali zadržal deževnico s streh in drugih utrjenih površin v zasebni lasti. Na območju je bogata hidrografska mreža, ki jo sestavljajo številni jarki in kanali, ki bi služili za odvod padavinske vode. Le to bi do odvodnikov pripeljali s pomočjo muld in obcestnih jarkov.

### **4.3 Vplivni dejavniki na zasnovo kanalizacijskega omrežja**

#### **4.3.1 Konfiguracija terena**

Kot je že napisano v poglavju, ki opisuje geološke značilnosti, je teren na barju pretežno ravninski, s posameznimi osamelci, ki se dvigajo nekaj 10 m nad okolico. Ta območja so prav tako pozidana in je zato tudi tu predvidena gradnja kanalizacije. Na takih področjih problem velikih padcev rešujemo z uporabo kaskadnih jaškov. Na področjih, kjer zaradi neugodnega padca terena ne moremo zagotoviti težnostnega toka odplak, se predvidi gradnja črpališč.

### 4.3.2 Lega odvodnikov

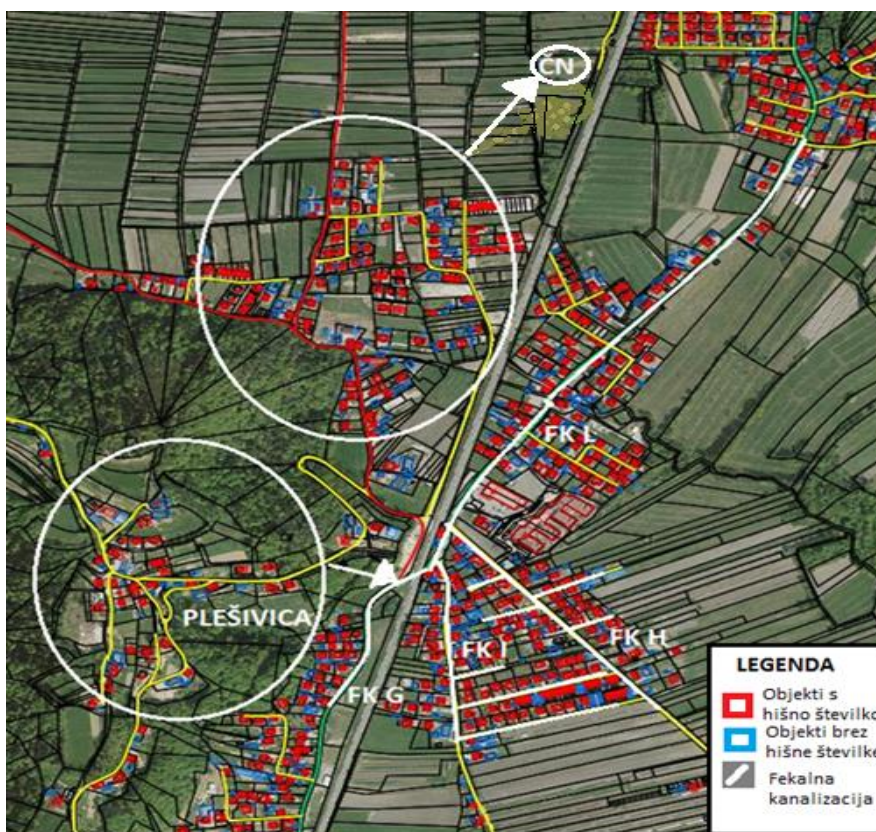
Na območju urejanja sta predvideni dve čistilni napravi. Glavna ima kapaciteto 4200 PE in je enaka tisti, ki se bo uporabila pri vakuumski kanalizaciji. Iztok ima v reko Drobinko. Za naselje Zanova pa se predvidi manjšo rastlinsko čistilno napravo, ki ima iztok v Radno.

### 4.3.3 Priklop vseh obstoječih objektov in možnost širitve naselja

Sistem je zasnovan tako, da zagotovi priklop vseh objektov s hišno številko v naseljih Vnanje in Notranje Gorice. Večina pozidanih površin je ob cesti in se preko hišnih priključkov priklaplja na kanale. Za objekte, ki so postavljeni na samem in so nekoliko več oddaljeni od predvidene kanalske mreže, gradnja cevovodov ne bi bila ekonomsko upravičena. Za ta območja se problem odvajanja odpadnih voda rešuje z gradnjo malih čistilnih naprav.

Na projektiran kanalski sistem bi poleg obravnavanega območja, priklopili še JZ del naselja Plešivice. Točno mesto priklopa na kanalski vod FK G, bi se določil na podlagi terenskih pogojev. Naselje Žabnica se nahaja v neposredni bližini čistilne naprave, tako da bi tu potegnil nov vod do čistilne naprave.

Širjenje stavbnih površin je močno omejeno. Znotraj posameznih ulic se nahajajo prazne zazidljive parcele, na katerih je v prihodnosti predvidena gradnja novih objektov.



Slika 10: Priklop naselij Žabnice in JZ del naselja Plešivica (Občina Brezovica, 2014)

### 4.3.4 Obstoječa ureditev odvodnje

V naseljih trenutno še ni javne kanalizacije. Problem odtoka odpadnih voda je rešen z individualnimi pretočnimi greznicami, ki prelivajo v obstoječe jarke za odvod padavinskih voda. Le te bi po priklopu na novo kanalsko omrežje spraznili, očistili in zasuli. V Notranjih Goricah je zgrajena kanalizacija ob železnici. Na njo so priklopljeni nekateri objekti, a se voda brez čiščenja izliva v Kušljanov Graben.

Padavinska voda se zbira v obcestnih odprtih jarkih, ki so ponekod tudi zacevljeni, ter se odvaja v bližnje potoke in jarke.

#### 4.4 Zasnova kanalizacijskega omrežja za Vnanje in Notranje Gorice

##### 4.4.1 Zasnova kanalizacijskega sistema za odvod odpadne vode

###### 4.4.1.1 Dimenzioniranje

Merilo za dimenzioniranje cevovoda je dnevni dotok odpadne vode, ki je približno enak dotoku pitne. Preračun sloni na predpostavki, da se norma potrošnje z leti ne bo spreminjala. Cevovod bo odvajal vso odpadno vodo iz gospodinjstev in obrtnih dejavnosti, ter padavinsko vodo, ki pade na cestišče. Pri določanju pretokov v ceveh smo upoštevali prelivanje vode iz enega kanala v drugi. Na osnovi dnevnega odtoka vode lahko izračunamo  $Q_{\max}$  in  $Q_{\min}$ , ki predstavljata minimalni in maksimalni urni odtok.

$$Q_{\max, VG} = Qd/10 \quad (32)$$

$$Q_{\min, VG} = Qd/37 \quad (33)$$

Ko poznamo pretok posamezne cevi, lahko z iterativnim postopkom določimo hitrosti. Z uporabo geometrije na podlagi predpostavljene višine polnitve določimo središčni kot. S tema podatkom izračunamo površino vode v cevi in omočen obod. Z uporabo Manningove enačbe za delno polne prereze, izračunamo hitrost vode in dobimo podatek o pretoku pri izbrani višini. Višino polnitve korigiramo dokler ni pretok enak ali večji od računskega ( $Q_{\max}$  in  $Q_{\min}$ ).

Dosežene hitrosti in višine polnitve za posamezni vod so vidne v prilogah C3 – C6.

Cevovod v času nalivov odvaja tudi padavinsko vodo s cestišč. Zato je izveden hidravlični račun na osnovi računskega naliva s trajanjem 10 min in povratno dobo dveh let. Uporabljeni so podatki s postaje Ljubljana Bežigrad in zajemajo padavinske dogodke od leta 1948 do 2008. Preračun je viden v prilogah C7 in C8.

###### 4.4.1.2 Cevovod

V osnovi je bil predpostavljen cevovod s premerom 250 mm, a ker je obremenitev majhna in je cev relativno prazna smo, zato da zmanjšam stroške investicije, uporabil manjši profil s premerom 200 mm tam kjer je bilo to možno. Uporaba še manjše cevi ni možna, saj imajo hišni priključki premer 150 mm. Premeri posameznih vodov so vidni v prilogah C3 – C6.

Predvidena je uporaba PE cevi, ki so v primerjavi z betonskimi veliko lažje in bolj deformabilne. Te lastnosti so zelo pomembne pri gradnji na slabo nosilnih tleh. Na območjih kjer niti s posteljico ne moremo zagotoviti zadostne nosilnosti tal, pod cevmi vgrajujemo kole. S tem ukrepom preprečujemo posedke, ki so v preteklosti že povzročili porušitev betonskega cevovoda.

Za postavitve cevne sistema se uporabi polietilenskih cevi visoke gostote (PE-HD), ki jih izdeluje podjetje Regeneracija in imajo nazivno togost SN = 4000.

#### IZKOP

Trasa je zasnovana tako, da je po celoti trasi možno izvesti strojni izkop. Na območjih kjer so predvidene večje globine polaganja vodov in kjer zaradi bližine objektov širok izkop ni možen, se predvidi uporaba jeklenega opaža. Na območjih križanj z obstoječimi komunalnimi vodi se izvaja ročni izkop. V primerih vdora talne vode v izkopani jarek, moramo uporabiti potopne črpalke, ki bodo odvajale vodo iz pogobljenih delov (PZI VG, 2011: 10-11).

## VGRAJEVANJE

Pod koto na kateri bo ležala cev je predviden 25 cm debel sloj posteljice iz peščenega materiala frakcije 0,02 – 16 mm. Nato sledi 3 -5 cm debel nasp v katerem si cev izdelava ležišče. Za tem sledi še obsip v plasteh po 15 – 20 cm z obeh strani cevi s peščenim materialom iste frakcije kot tisti, ki ga uporabimo za posteljico. Obsip in nasip se utruje do 95 % trdnosti po standardnem Proctorjevem postopku. Za nadaljnje zasutje jarka je predviden gramoz granulacije 0,02 do 60 mm, ki se sproti vibracijsko utruje do 95 % trdnosti po Proctorju v slojih debeline 30 – 40 cm. V primeru, da naletimo na slabše nosilna tla ali ko se na dnu jarka pojavijo večji kamni in skale, je potrebno temeljno plast povečati za 10 do 20 cm. Na območjih kjer je zunanja obtežba večja od dopustne obtežbe cevi, je potrebno celotno cev obbetonirati. Obbetoniranje je predvideno tudi tam, kjer je globina cevi manjša od enega metra. Cevi se začne polagati na dolvodnem koncu cevovoda in pri tem pazimo, da imamo isto smer in višino kot je predvidena v projektu.

Preglednica 6: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od globine izkopa (Jereb, 2008: 16)

Globina jarka (m)	Najmanjša širina jarka (m)
< 1,00	Ni podana
> 1,00 < 1,75	0,8
1,75 < 4,00	0,9
4,00	1

### 4.4.1.3 Objekti na omrežju

#### **Kaskadni jaški:**

V primerih, kjer je višinska razlika med koto dotočnega in iztočnega kanala večja od 0,5 m z uporabo kaskadnega jaška zagotovimo ustrezen tok vode. Predvidena je vgradnja kaskadnih jaškov iz armiranega poliestra s premerom  $D = 1000\text{mm}$ , ki jih izdeluje podjetje Regeneracija. Omogočajo premagovanje višin do 8 m.

Na kanalu B so ponekod višinske razlike med dvema jaškoma večje od 0,5 m. To je posledica velikih razdalj med jaški (cca 50 m) in malo večjega padca cevi (1-2%). Tu smo izjemoma izbrali večje padce, zato, da bi se izognili preglobokim izkopom. Ker je hitrost na iztoku kanala B pri  $Q_{\max}$  enaka 3,79 m/s in se nahaja znotraj priporočenih vrednosti, na temu kanalu nismo predvideli uporabe kaskadnih jaškov ([http://www.regeneracija.si/e\\_files/content\\_files/file-1609-002.pdf](http://www.regeneracija.si/e_files/content_files/file-1609-002.pdf))

#### **Revizijski jaški:**

Na območjih sprememb smeri, padca ali profila cevi je predvidena gradnja vstopnega revizijskega jaška. S tem omogočimo dostop do kanalske mreže in izvajanje vzdrževalnih del. Na ravnih odsekih trase, je razdalja med jaški 50 m, izjemoma tudi nekaj metrov več.

Načrtovana je uporaba PE jaškov s premerom 1000 mm, ki jih izdeluje podjetje Zagožen ([http://www.zagozen.si/filelib/zagozen/kanalizacija/kabelski\\_jaski/1kanalizacijski\\_revizijski\\_jaki.pdf](http://www.zagozen.si/filelib/zagozen/kanalizacija/kabelski_jaski/1kanalizacijski_revizijski_jaki.pdf); 6.8.2014).

#### **Črpališča**

Na območjih kjer vode ni možno odvesti gravitacijsko, se gradijo črpališča. Zasnova morajo biti tako, da ne pride do zamašitev ali drugih motenj v delovanju ne glede na kakovost dotoka. Na trgu so danes dostopni številni tipi črpalk, ki so bile razvite in prilagojene specifičnim zahtevam. Na podlagi naših potreb (pretok in višina črpanja) izberemo črpalko katere lastnosti zagotavljajo najbolj ekonomično delovanje. Maximalni pretok izbrane črpalke naj bo večji od predvidenih pretokov v času računskega naliva.

Pri dimenzioniranju črpališča določamo premer tlačne cevi in moč črpalke. Potrebni podatki za to so: maksimalni pretok, hitrost v tlačni cevi, višina črpanja, izgube na vtoku, iztoku in kolenih, hrapavost cevi in viskoznost tekočine. Vrednosti točkovnih izgub so vidne v Prilogi C9 in so povzete iz



diplomske naloge Mihe Govejška z naslovom Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda v občini Velike Lašče.

Predvidena je uporaba prefabriciranih črpališč iz armiranega poliestra, ki jih izdeluje podjetje Regeneracija. Uporabili bi jaške s premerom 1200, 1400, 1600, 2200 in 3000 mm. Jaški so opremljeni z lestvijo in podestom, kar omogoča lažje vzdrževanje sistema. Premer dotočne cevi je od 100 do 500 mm, medtem ko je dimenzija iztočne (tlačne) cevi odvisna od črpalke.

V vsakem črpališču se namesti dve enaki črpalki, ki se izmenično vklopljata, saj s tem zagotovimo enakomerno obrabo črpalk. Vsaka je s svojo tlačno cevjo povezana z naslednjim jaškom. Do prvega jaška vodimo vodo iz črpališča po tlačnih ceveh iz PEHD, ki so postavljene v rahlem padcu. Odplake se iz tlačne cevi izlijejo v jašek in tečejo gravitacijsko naprej proti čistilni napravi. Predvidena je uporaba potopnih črpalk. Črpalka mora biti izbrana tako, da bo pri danem pretoku delovala z največjim izkoristkom. V nalogi nismo definirali katero črpalko bi izbrali, so pa znani vsi zahtevani kriteriji, ki so vidni v Prilogi C10. Potopna črpalka je nameščena na dnu jaška, je iz nerjavečega materiala in ima možnost drobljenja odpadkov. S tem preprečimo zamašitev v črpalki ali cevovodu.

Zmogljivost črpalke je poleg pretoka odvisna še od višine črpanja. Črpalna višina predstavlja višinsko razliko med koto vtoka v črpalni sistem in iztoka iz tlačne cevi. Prišteti moramo tudi izgube, ki se pojavljajo na vtoku in iztoku, na kolenih, zapornem ventilu in linijske izgube vzdolž cevi. Črpalno višino označimo s  $H_{\xi}$  in jo računamo z naslednjo enačbo:

$$\begin{aligned} H_{\xi} &= H_{\text{geod}} + \Delta H_t \\ \Delta H_t &= \left( \xi_{\text{vtok}} + \frac{\lambda \cdot L}{d} + 2 \cdot \xi_{\text{koleni}} + \xi_{\text{zaporni ventil}} + \xi_{\text{iztok}} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} \\ H_{\text{geod}} &= \text{kota iztoka} - \text{kota dna jaška} \end{aligned} \quad (34)$$

kjer so:

$\xi$  ... brezdimenzijski koeficient lokalnih izgub [ / ]

$\lambda$  ... brezdimenzijski koeficient trenja [ / ]

$L$  ... dolžina tlačnega voda [ m ]

$D$  ... premer tlačne cevi [ m ]

$v$  ... hitrost vode v tlačni cevi [ m/s ]

$g$  ... težnostni pospešek [ m/s<sup>2</sup> ]

Predpostavili smo, da je koeficient trenja  $\lambda$  v vseh ceveh enak 0,026 (Govejšek diploma). Merodajna vrednost za zasnovo črpališč je pretok v sistemu, ki se pojavi ob računskem nalivu.

Ko poznamo pretok črpanja in premer tlačne cevi lahko izračunamo hitrost v tlačni cevi:

$$v = \frac{Q_{\xi}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{\xi}}{\pi \cdot d^2} \quad (35)$$

Zmogljivost črpalke določimo z enačbo:

$$N_{\xi} = \frac{\rho \cdot H_{\xi} \cdot g \cdot Q_{\xi}}{\eta} \quad (36)$$

kjer so:

$\rho$  ... gostota medija (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  ... gravitacijski pospešek (m/s<sup>2</sup>)

$Q_{\xi}$  ... pretok na črpalki (m<sup>3</sup>/s)

$H_{\xi}$  ... višina črpanja (m)

$\eta$  ... izkoristek ( / )

V preračunu črpališč, smo predpostavil, da je izkoristek črpalke 0,7.

Za vsako črpalno postajo določimo višino vtočne cevi. Voda do postaje pride gravitacijsko in se nabira v črpalni komori, dokler ne doseže višine črpanja, ki je 5 cm pod koto najnižje ležeče vtočne cevi. Bodisi avtomatsko preko sensorja ali mehansko z uporabo plovca, se črpalna samodejno prižge, ko je dosežena višina črpanja in pretoči nabrano vodo. Ko doseže minimalno višino se spet samodejno ugasne. Minimalna višina je nekaj cm nad zgornjim robom sesalne cevi. Volumen črpalne komore je določen na osnovi urnega dotoka odpadne vode in števila praznjen na uro. Glede na dobljene vrednosti, izberemo ustrezno prefabricirano črpališče podjetja Regeneracija. Ker poznamo volumen vode enega praznjenja in premer jaška, lahko izračunamo še višino črpanja, pri kateri se bo črpalna prižgala. Ker so vrednosti sušnega odtoka zelo majhne, je bila osnova za preračun črpalk padavinska voda s cestišč. V primeru padavinske vode gre za nekaj velikostnih razredov večje vrednosti pretokov. Zato smo upoštevali, da v času naliva obe črpalni ves čas obratujeta. Ker gre sicer za manjši sistem, kjer so pretoki običajno manjši, s tem ukrepom preprečimo vgradnjo prevelikih črpalk. Izbrane črpalke bodo sposobne prevajati najmanj zahtevan pretok črpanja in bodo sproti praznile vodo, ki se nabere v črpalni komori. Tako je osnova za določanje volumna črpalne komore sušni odtok. Vrednosti volumnov in višin črpalnih komor so navedene v Prilogi C11. Pod jaškom je predvideno 20 cm utrjenega gramoza na katerega damo še 10 cm podložnega betona. Na območjih kjer je slabša nosilnost tal, povečamo debelino gramoznega nasutja. Zahtevane lastnosti črpalk so vidne v Prilogi C10. Pretoki so izračunani za eno črpalno.

### **Zbirni bazen**

Pri zasnovi odvodnje odpadne vode je predvidena tudi gradnja zbirnega bazena. Vanj se izlije voda iz kanalov A, B, C1, C2, D in G in gre nato preko voda F do čistilne naprave. Dotok v bazen je 8,201 m<sup>3</sup>/h. Tloris bazena je 2,5 x 2,5 m in je visok 2,13m. Kota iztoka je na višini 293,76 m in je obenem tudi najnižja točka bazena. Dno je narejeno v naklonu 1:50, tako da zagotovimo odtok vode proti iztočni cevi F.

### **Deževni prelivni bazen**

Zato da bi zmanjšali količino vode, ki v času naliva dotече na črpališče L, se pred križanjem cevovoda z Drobinko predvidi gradnja deževnega prelivnega bazena. Vanj se steka presežna padavinska voda iz jaška J L-23, v katerem je postavljena iztočna cev s premerom 300 mm na koti 290,40 m in ima na razdalji 7,05 m 0,35% padec. Tako je višina vtoka v bazen na 291,38 m, globina pa je 1,31 m. S tlorisno površino 136,105 m<sup>2</sup> je kapaciteta bazena 178,3 m<sup>3</sup>. Dno v smeri proti iztoku pada v naklonu 1:50. Predvidena je vgradnja dveh iztočnih cevi, z vtokom 43 cm od dna. Te bi v času naliva sproti odvajale vodo v Drobinko. Na ceveh sta nameščena tudi zasuna, ki omogočata, da vodo po potrebi zadržimo v bazenu. Ker je pretok na iztoku večji kot na vtoku, je bazen sposoben odvesti vso padavinsko vodo iz Notranjih goric. Najbolj onesnažen je prvi val vode, ki odteče v prvi minuti naliva in ima pretok 58,07 m<sup>3</sup>/min. Volumen spodnjega dela bazena, ki je pod iztočno cevjo pa je 58,53 m<sup>3</sup>, kar pomeni, da lahko v bazeno zadržimo večino onesnažene vode. To vodo bi po koncu naliva s pomočjo vgrajene črpalke prečrpali nazaj v jašek J L-23 in jo odvedli na čistilno napravo.

### **Čistilna naprava**

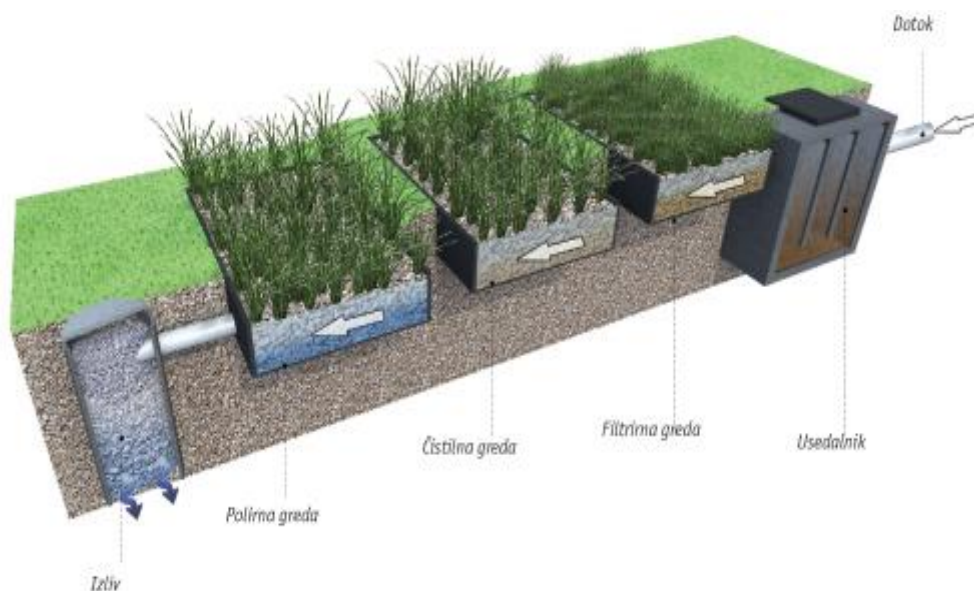
Načrtovana je gradnja biološke čistilne naprave (SBR) s 4200 PE, ki je namenjena čiščenju komunalnih odpadnih voda iz naselja Vnanje in Notranje Gorice. Objekt se postavi na zahodni strani železnice Ljubljana – Sežana, na parceli 1016/5 (glej Slika 9). Zaradi neugodnih geotehničnih razmer, je predvidena izboljšava temeljnih tal z izvedbo gruščnatih kolov (premer cca 70 cm) in prekonsolidacijo s pomočjo predobtežbe. Čistilna naprava ima iztok v vodotok Drobinka.

Delovanje čistilne naprave posnema naravne procese, le da so ti močno intenzivirani in kontrolirani. Postopek čiščenja je sestavljen iz treh faz. Voda, ki pride na čistilno napravo gre najprej skozi mehansko predčiščenje. Tu se pretaka skozi grablje ali sita, peskolov in lovilec olj. Hitrost v primarnih usedalnih bazenih je taka, da se grobi usedljivi delci posedejo, vse snovi, ki imajo specifično težo manjšo od vode pa splavajo na površje. V sekundarni fazi se odstrani biološko razgradljive snovi s pomočjo delovanja mikroorganizmov. Ti za svoje delovanje potrebujejo kisik in v vodi raztopljene

snovi, ki služijo kot hrana. Mikroorganizmi so posebne vrste bakterij, ki zelo hitro rastejo in odmirajo. Pri tem tvorijo biološko rušo (precejalniki) ali kosmiče-flokule (prezračevalni bazeni), ki jih odstranimo v naslednji fazi. Za optimalno delovanje je potrebno zagotoviti dober stik mikroorganizmov z odpadno vodo in dovesti dovolj kisika. V terciarni stopnji čiščenja vodo prečistimo do potrebne stopnje čiščenja in jo spustimo v odvodnik. Izločimo še dušikove in fosforjve spojine, ki so hrana za alge (Panjan, 2005; PZI-načrt gradbenih konstrukcij).

### Rastlinska čistilna naprava

Za območje Zanože se predvidi gradnja rastlinske čistilne naprave Limnowet. Delovanje naprave posnema samočistilno sposobnost narave. Z vgradnjo peskov ustrezne granulacije, pravilno izbiro rastlin, substratov, pretokov vode in primerno površino posamezne procese intenziviramo. Princip delovanja je tak, da je dotok vode v usedalnik, kjer se večji delci usedejo. Nato gre voda čez tri grede (filterno, čistilno in polirno) v katerih so nad neprepustno folijo zasajene močvirske rastline. Na koncu se voda izlije v izlivni jašek, od koder sledi iztok v vodotok Radna. Značilni so nizki stroški vzdrževanja, saj za delovanje ne potrebujemo električne energije in dolga življenska doba. Zaradi svojih značilnosti se lepo vključuje v prostor in je nov biotop za organizme (Rastlinska čistilna naprava, 2014).



Slika 11: Prerez rastlinske čistilne naprave Limnowet (Rastlinska čistilna naprava, 2014)

#### 4.4.2 Zasnova kanalizacijskega sistema za odvod padavinskih voda

Za zagotavljanje ustrezne poplavne in sanitarne varnosti je pomembno, da problem odvodnje vode obravnavamo celovito. Poleg odpadne vode, je potrebno na čistilno napravo peljati tudi onesnažene padavinske vode. To so predvsem vode s cestnih površin, parkirišč in ostalih utrjenih površin, ki so onesnažene. Za odvajanje teh voda bomo izkoristili sistem fekalne kanalizacije. Le tega smo zasnovali tako, da cevovod teče pod cestiščem. Večinoma ob nižjem robu in tako bomo vodo s cestišč preko požiralnikov s peskolovi in lovilci olj spustili v odpadno kanalizacijo. Padavinska voda bo tako v času nalivov izprala sistem in s tem zmanjšala obratovalne stroške. Padavinsko vodo z ostalih utrjenih, neprepustnih površin, ki je večinoma v zasebni lasti, bi lokalno poniknil s pomočjo ponikovalnih polj Enki.

Vso vodo, ki bi zaradi nagnjenosti terena vseeno dotekla do ceste, bi prestregle obcestne mulde. Te bi se gradile na višjem robu cestišča in tako preprečile, da bi neonesnažena voda šla na čistilno napravo. Preko muld bi vodo peljali do najbližjega kanala. Teh je zelo veliko in se nahajajo v neposredni bližini cest. Nekateri tečejo tik ob cesti. Sodeč po podatkih dostopnih na spletnem atlasu, ki ga upravlja ARSO, so kanali ožji od 2,5 m in so zatravljeni. Smer toka padavinske vode je vidna na sliki

Padavinska kanalizacija, ki se nahaja v Prilogi. Požiralnike se postavlja ob nižjem robu cestišča. Točna lokacija se določi po natančnem terenskem ogledu.

#### 4.4.2.1 Cevovod

Za odvajanje padavinske vode uporabimo cevovod fekalne kanalizacije. Ta bo onesnaženo vodo s cestišč preko pekolovov in lovilcev olj dovedel do čistilne naprave. Voda bo tekla tudi po muldah do najbližjih kanalov, ki se na koncu izlijejo v Ljubljano.

#### 4.4.2.2 Objekti na omrežju

##### PONIKOVALNA POLJA:

Predvidena je uporaba ponikovalnih polj Enki. Gre za relativno nov izdelek na trgu, ki je zelo vsestranski. Omogoča uporabo kot ponikovalni sistem ali pa bloke uporabimo za shranjevanje in zadrževanje vode. Tehnologija temelji na blokkih oblike kvadra, ki se lahko s pomočjo veznih členov sestavljajo v poljubne strukture glede na želje in potrebe uporabnika. Narejeni so iz polipropilena in so zato zelo obstojni, vodoprepustni in lahki. Debelina zasutja naj ne bi bila manjša od 0,5 m v kolikor gre za prometno površino. Sicer je višina zasipa med 0,3 in 3,0 m. Vgrajujemo jih na utrjena, ravna tla prekrita z geotekstilom katerega struktura omogoča filtracijo, a preprečuje vdor blata v bloke in zmanjševanje zadrževalne kapacitete. Zložimo jih lahko največ deset drug na drugega in dosežemo maksimalno globino izkopa, ki je na 7 m. Prednost Enki blokov pred tradicionalnimi načini ponikovanja (kamniti filtri) je v tem, da je 1 m<sup>3</sup> sposoben zadržati 950 litrov vode – razmerje uporabne prostornine tako znaša 2-1.

##### Preglednica 7: Tehnična shema Enki blokov

(<http://www.zagozen.si/filelib/zagozen/kanalizacija/ponikovalna/enki.pdf>; 6.8.2014)

Lastnosti	Vrednosti
Dimenzije (mm)	B 800 x L 1000 x H 600
Odstotek prostega volumna (%)	95
Neto prostornina (l/blok)	456
Teža (kg/blok)	24
Odpornost na navpično obremenitev (kPa)	>= 80
Odpornost na vodoravno obremenitev (kPa)	>= 40
Premer cevnega priključka (mm)	160 - 400

##### POŽIRALNIK in PESKOLOV:

Njihova naloga je, da zadržijo težje trdne delce. Vgrajujemo jih pod robniki, na nižjem robu cestišča. Predvidena je uporaba cestnih požiralnikov in peskolovov podjetja Regeneracija (<http://www.regeneracija.si/cestni-poziralnik-peskolov.html>; 31.8.2014).

##### GRAVITACIJSKI LOVILEC OLJ:

Vgrajujemo jih z namenom, da izločimo vse snovi z manjšo specifično težo od vode. S tem iz vode izločimo olje, bencin, plinsko olje, maziva, kurilno olje in ostale snovi, ki bi sicer odtekale v naravno okolje. Princip delovanja je tak, da kapljice prej omenjenih tekočin zaradi manjše specifične teže priplavajo na površje, očiščena voda pa gre skozi odtok naprej po sistemu. Ko se v lovilcu nabere mejna količina snovi jih je potrebno izčrpati ([www.regeneracija.si/gravitacijski-lovilec-olj.html](http://www.regeneracija.si/gravitacijski-lovilec-olj.html); 31.8.2014)

## **5 ZASNOVA VAKUUMSKEGA KANALIZACIJSKEGA OMREŽJA**

### **5.1 Opis vakuumske kanalizacije**

Vakuumski način odvodnje odplak je bil prvič uporabljen že pred več kot 100 leti. Razširjen je po celem svetu, v Sloveniji pa so se prvi vakuumski sistemi pojavili pred kratkim. Uporablja se predvsem na ravninskih območjih in tam kjer je visoka podtalnica. Njihova glavna prednost pred gravitacijskimi sistemi je v tem, da zahtevajo minimalno globino izkopov.

Za odvod odpadnih voda se uporabljajo cevi, ki imajo premer med 90 in 250 mm in so občutno manjši kot pri gravitacijskem načinu. Cevi so položene v značilni žagasti niveleti, na globini večji od globine zmrzovanja. Zaradi plitkih izkopov so stroški gradnje nizki. Še ena prednost omenjenega sistema je ta, da omogoča zelo velik spekter padcev, minimalni je 2 ‰, maksimalni pa 1000 ‰, kar pomeni polaganje pod vertikalnim kotom. Zaradi podtlaka v sistemu je možno cevi polagati tako, da sledijo naklonu terena tudi ko se ta dviga.

Vakuumski kanalizacijski sistem sestavlja vakuumska postaja s črpališčem in vakuumski vodi, na katere so objekti priključeni preko vakuumskih hišnih jaškov. V te se odpadna voda odvaja gravitacijsko in ločeno od padavinske. Z dotokom vode se povečuje tlak v vertikalni merilni cevi. Ko se le-ta napolni do predvidene višine in voda povzroči določen pritisk v cevi, se vakuumski ventil odpre avtomatsko in podtlak v cevi izsesa mešanico odpadne vode in zraka. Odplake potujejo do vakuumske postaje in se izločijo v zbirni posodi. Od tu se črpajo naprej proti čistilni napravi. Ko se jašek izprazni, se ventil samodejno zapre. Za delovanje hišnega priključka ni potrebna električna energija. Je pa potrebno pred iztokom v priključni jašek z nerjavečo cevjo zagotoviti odzračevanje, in s tem izenačevati nastale podtlake.

Energija je potrebna le za delovanje vakuumskih črpalk, ki so priklopljene na zbirno posodo in omogočajo vzdrževanje podtlaka v sistemu s tem ko izsesavajo zrak iz cevi. Vrednost slednjega se giblje med 0,4 in 0,8 bara. Zato, da lahko vzdržujemo podtlak mora biti sistem tako vodotesen kot zrakotesen. Kakršnakoli poškodba na omrežju bi bila takoj opazna, saj bi rezultirala v izgubi podtlaka. Po drugi strani pa z vodotesnostjo preprečimo vdor tujih voda in ostalih vplivov iz okolja. Zaradi te značilnosti so taki sistemi primerni za območja z visoko podtalnico in bolj strogimi okoljskimi zahtevami, ki veljajo za Ljubljansko Barje.

Pravilno delovanje vakuumske kanalizacije je odvisno predvsem od ustreznega razmerja med odpadno vodo in zrakom. Cilj je zagotoviti enakomeren podtlak po celotnem sistemu. Količina zraka je največja pri hišnih priključkih in pada s približevanjem vakuumski postaji. Zaradi zraka v ceveh se ne morejo ustvariti anaerobni pogoji in tako preprečimo da pride do zagnitja.

#### **5.1.1 Monitoring**

Monitoring je ključnega pomena za nemoteno delovanje sistema, saj bi iskanje napak in terenski nadzor zahtevali večje število zaposlenih in posledično višje obratovalne stroške. Tako pa lahko s polaganjem signalnega kabla preko senzorjev na posameznem ventilu nadzorujemo njegovo delovanje in morebitne napake hitro opazimo, ter preprečimo daljši izpad delovanja. Računalniški nadzor nam omogoča dober pregled nad delovanjem sistema in obenem omogoča beleženje podatkov in njihovo nadaljno uporabo (PZI VG, 2011; Bijol, 2010).

### **5.2 Idejna rešitev**

Za naselji Vnanje in Notranje Gorice je predvidena in delno že zgrajena kombinacija vakuumske in gravitacijske kanalizacije. Za odvodnjo odpadnih voda bi izkoristili že zgrajeno gravitacijsko kanalizacijo na ulici Nova pot in Vnanje Gorice. Predviden je ločen sistem, kjer bi odpadno vodo iz stanovanjskih objektov odvajali vakuumsko. Odvodnjo odplak zagotavljamo z vakuumskimi postajami s črpališči in vakuumskimi vodi. Omrežje povezujejo cevi iz PE 100 SDR 17 in velikosti profilov od

110 do 225 mm. Vakuumski vodi so, kot je sicer značilno, položeni v žagasti niveleti na globini do 1,70 m in imajo dvige 20, 30 in 45 cm. Minimalen padec je omejen na 2 ‰, maksimalen pa na 1000 ‰.

Za optimalno delovanje se zagotavlja ustrezno razmerje odpadne vode in zraka, ki potuje s hitrostjo 4 – 6 m/s. Gibanje vode je posledica delovanja vakuumskih črpalk, ki preko zbirne posode v vakuumskih vodih vzdržujejo podtlak od 0,4 do 0,8 bara. Predpogoj za doseg tega je zrakotesnost in vodotesnost omrežja. Ta se zagotavlja z uporabo fazonskih kosov, ki imajo ustrezne dimenzije in kote na območju vseh lomov. Za spajanje elementov je predvidena uporaba elektroporovnih spojk.

Na omrežju so predvideni tudi ovalno klinasti zasuni, ki si sledijo na približno 300 m. Uporabljeni zasuni so prirejeni za delovanje vakuuma znotraj cevi.

### 5.2.1 Potek trase

Sistem je zasnovan tako, da se razdeli na dva glavna voda. To sta veja A s podvodom vejo Z in veja B. Preko njih zagotovimo dotok odpadne vode do vakuumske postaje, ki je del čistilne naprave za 4200 PE. Lokacija čistilne naprave je na zahodni strani železniške proge Ljubljana – Sežana in jo prečka na 576,238 km. Prečkanje se izvede s podvrtanjem zaščitne cevi GRP DN 500 mm v dolžini 37,70 m. Cevi tečeta vzporedno vzdolž ulice Pot k Čuvajnici in se na koncu ločita.

Vod A teče proti severu in vzdolž Podpečke ceste preko posameznih kanalov odvaja vodo iz ulic na zahodni strani. Pred prečkanjem ceste z železniško progo veja zavije proti vzhodu. Tu teče vzdolž Nove poti na koncu katere trasa zavije proti jugu. Vod A se nadaljuje vzdolž ceste do jugovzhodnega roba parcele 1158/6. Na koncu ulice Nova pot se na vejo A priklupi podveja Z. Ta je s tlačnim vodom povezana s vakuumsko postajo Zanova, ki se nahaja na koncu naselja. Od tu gre vakuumska cev skozi celotno naselje.

Vod B po ločitvi teče proti jugu. Kanal B5 sega do skrajnega južnega dela Vnanjih Goric, medtem ko preostanek voda B že prej zavije in odvaja odpadno vodo iz ulic južno od Gulča.

Ob vgradnji vakuumske kanalizacije je predvideno tudi polaganje kablov za monitoring tipa NYJ-J 5 x 1,5mm<sup>2</sup> (PZI VG, 2011).

### 5.2.2 Objekti na omrežju

#### 5.2.2.1 Vakuumski priključni jašek

Preko vakuumski priključnih jaškov odpadna voda vstopa v vakuumsko kanalizacijsko omrežje. Dotok vode iz objekta do hišnega priključka se izvede gravitacijsko. Tu se stekajo v retencijsko posodo, dokler se ta ne napolni in samodejno odpre sesalni zasun. Ta deluje dokler se posoda ne izprazni.

#### 5.2.2.2 Aeratorji

Za potrebe uravnavanja razmerja zraka in vakuuma se gradi aeratorske postaje. To je dejansko vakuumski priključni jašek brez dotoka, ki uravnava količino vakuuma v sistemu.

#### 5.2.2.3 Vakuumsko cevovodno omrežje

Za vakuumski cevovod je značilno, da se ga polaga žagasto. Daljši ravni odseki se običajno polagajo z minimalnim padcem 0,2 ‰ nakar sledijo dvigi 20, 30 in 45 cm. Od tu značilen žagasti profil. Dolžina ravnih odsekov in pogostost dvigov sta pogojena s topografijo, nivojem podtalnice, morebitnimi ovirami itd. Zaradi vakuumskega odvoda lahko cevovod sledi tudi dvigajočem terenu. Ker so cevi iz plastike (PHD, PE, P) so relativno lahke in ne potrebujejo zahtevnega temeljenja. Tudi lokalni posedki niso tako kritični, saj sprememba padca ne vpliva na vakuumski odtok.

#### 5.2.2.4 Vakuumska postaja

Je ključni del celotnega sistema, saj so tu na vakuumski rezervoar kapacitete  $6 \text{ m}^3$  priključeni štirje vakuumski kompresorji z zmogljivostjo  $250 \text{ m}^3/\text{h}$ . Njihova naloga je da vakuumski posodi vzdržujejo podtlak med 0,4 in 0,8 bara. Izsosani zrak se preko bio filtrov izpušča v okolje. Črpalke se vključijo, ko tlak v posodi doseže določeno mejo.

Ko je dosežen določen nivo odplak v vakuumski posodi, se vključita dve črpalki za odpadno vodo (zmogljivost  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ ), ki preko tlačnega voda prečrpajo odpadno vodo do čistilne naprave.

Glavna vakuumska postaja se nahaja poleg čistilne naprave in je projektirana na 2000 PE. Še ena manjša vakuumska postaja se nahaja v naselju Zanoga (PZI; Bijol, 2010: 10-12).

## 6 PRIMERJAVA

Tehnološka primerjava je prikazana v tabeli v nadaljevanju.

Preglednica 8: Primerjava gravitacijskega in vakuumskega sistema (Sagadin, 2013: 6)

<b>Gravitacijski sistem</b>	<b>Vakuumski sistem</b>
Zaradi manjšanja stroškov se izogibamo globokim izkopom in gradimo črpališča, ki imajo visoke stroške postavitve in obratovanja.	Žagast profil cevi omogoča bolj plitko vgradnjo in cenejše sestavljanje in vgrajevanje.
Na območjih z visoko podtalnico so izkopi bolj kompleksni in zahtevajo več časa za gradnjo, saj je potrebno izčrpavati vodo in zaščititi izkop.	Zaradi nizke globine polaganja se težavi običajno izognemo. Vodotesnost in zrakotesnost preprečujeta vdor vode iz okolja in obratno.
Širši izkopi zaradi večjih globin in posledično višji stroški in večja možnost poškodovanja okoliške lastnine.	Majhni premeri cevi položeni takoj pod nivojem zmrzovanja omogočajo izvedbo plitvih in ozkih izkopov in tako zminimirajo čas gradnje.
Nepredušnost sistema ni zagotovljena in tako lahko s časoma pride do iztoka odpadne vode v okolje ali vdora podtalnice v sistem in posledične preobremenitve.	Pogoj za delovanje sistema je zrakotesnost. Morebitne poškodbe se takoj registrirajo in s hitrim ukrepanjem preprečimo večje izlive v okolje.
Nepredvidene ovire na načrtani trasi povečajo globino izkopa.	Zaradi sposobnosti prenašanja odplak navzgor, omogoča sistem večjo prilagodljivost pri polaganju cevovoda in zmanjševanju stroškov
Premeri cevi so običajno od 250 mm naprej.	Velikost cevi od 90 mm do 200 mm iz PVC ali HDPE materiala. Manjša globina izkopov, zaradi manjših premerov cevi.
Stiki običajno niso nepredušno zatesnjeni, predvsem pri betonski izvedbi.	Nepredušnost zagotavljamo z izvedbo stikov z elektroporovnim varjenjem.



## 7 ZAKLJUČEK

Na predvidenem območju urejanja kanalizacijskega omrežja že poteka gradnja vakuumskega sistema. Za primerjavo je bila izdelana še varianta z gravitacijskim odvodom. V Sloveniji je gravitacijska kanalizacija zelo razširjena, medtem ko se je vakuumski način odvajanja začel uveljavljati šele v zadnjih letih.

Razlog zakaj so se na občini Brezovica odločili za uporabo vakuumskega sistema za obe naselji je predvsem v tem, da je to območje del Krajinskega parka Ljubljansko barje in je zaščiteno tudi v okviru Nature 2000. Zaradi zaščite okolja je zahtevana vodotesnost in zrakotesnost sistema. To najlažje zagotovimo z vakuumskim sistemom. V kolikor pride do poškodbe, se to takoj opazi na izgubi podtlaka v cevovodu. Lokacijo poškodbe se zaradi kablov za monitoring hitro odkrije in popravi. Zaradi relativno majhnih pretokov odpadne vode v naseljih, je smotrna uporaba manjših profilov cevi, kar je še ena od značilnosti vakuumske kanalizacije. Za območje urejanja so značilna slabo nosilna tla, ki so v preteklosti že povzročile poškodbe na zgrajenem kanalizacijskem kanalu v Notranjih Goricah. Poškodbe so bile tako velike, da kanal ni več uporaben. Prednost vakuumske kanalizacije je v tem, da zaradi značilne žagaste nivelete cevovoda, vpliv posedkov ni tako izrazit kot pri gravitacijskem sistemu. Zaradi manjše teže materialov (polietilen in manjši premeri cevi) še dodatno zmanjšamo vpliv posedkov.

Gravitacijski način je sporen že s stališča topografije. Konfiguracija terena in lega odvodnikov je taka, da bi bilo potrebno zgraditi 16 črpališč, s katerimi bi zagotovili ustrezen tok vode in se izognili preglobokim izkopom. To močno podraži vrednost celotne investicije in stroške obratovanja. Uporaba gravitacijske odvodnje ni primerna niti s stališča zahtevane vodotesnosti sistema, saj se tu veliko težje opazijo morebitna puščanja cevi. Dodatna slabost omenjenega načina je tudi v tem, da ni primeren za slabo nosilna tla. Problematični so tako absolutni kot diferencialni posedki, saj lahko spremenijo tok vode in tako odplake ne dotekajo več na čistilno napravo. Problem posedkov bi lahko reševali z vgradnjo pilotov, a bi s tem močno podražili celoten projekt. Večino cevovoda sestavljajo cevi s premerom 200 mm, ki pa so zelo slabo izkoriščene, razen v času padavin. Manjšega premera pa ne moremo uporabiti, saj je velikost hišnih priključkov 150mm.

Če povzamemo je predviden sistem vakuumske odvodnje boljša izbira kot gravitacijski. Zadošča vsem okoljskim zahtevam in je obenem primeren tudi za slabše nosilna tla.

## 8 LITERATURA

### Knjige in priročniki

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

Kompare, B. 1991. Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 509 str.

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

### Diplomske naloge in seminarji

Bijol, B. 2010. Različni načini odvodnje onesnažene vode iz naselja Dolenja vas. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba B. Bijol): 122 str.

Govejšek, M. 2013. Idejne rešitve odvajanja in čiščenja odpadnih voda v Občini Velike Lašče. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Govejšek): 106 str.

Jereb, M. 2008. Idejne rešitve kanalizacijskega sistema in komunalne čistilne naprave za naselje Branik. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba M. Jereb): 103 str.

Sagadin, R. 2013. Vakuumska kanalizacija, predstavitev in utemeljitev odločitve o izbiri. Diplomaska naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo (samozaložba R. Sagadin): 58 str.

### Elaborati in odloki

Geozavod. 2005. Geološko – geotehnično poročilo o dodatnih geotehničnih raziskavah za PGD projekt ČN Vnanje Gorice. Arhivska številka K-II-30d/c- 309.

Občina Brezovica. 2013. Okoljsko poročilo za Občinski prostorski načrt Občine Brezovica. Številka projekta 04/2011. Ljubljana in Radenci: 419 str. Vrhnika: 49 str.

Odlok o občinskem prostorskem načrtu občine Brezovica. Dopolnjen osnutek. 2013: 119 str.

### Projekti in na projektih pridobljeni podatki

Občina Brezovica. 2011. Načrt gradbenih konstrukcij. Vakuumska kanalizacija za naselja Vnanje Gorice. Projekt za izvedbo. Številka projekta 60-779-00-2005. Ljubljana: 21 str.

Občina Brezovica. 2011. Načrt gradbenih konstrukcij – kanalizacija. Kanalizacija v KS Notranje Gorice. Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja. Številka projekta 43077 – 1502 – 2006/06-04. Ljubljana: 11 str.

Občina Brezovica. 2011. Načrt gradbenih konstrukcij – konstrukcije. ČN Vnanje Gorice. Projekt za izvedbo (številka projekta 60-771-00-2005). Ljubljana: 61 str.

### Internetni viri

Atlas okolja. 2014. <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja> (Pridobljeno 08. 07. 2014).

Đuvelek, E. 2014. Prošnja za posredovanje podatkov o količini prodane vode za naselji Vnanje in Notranje Gorice v letu 2013. Sporočilo posredovano: Krompič, G. 26. 08. 2014. Osebna komunikacija.

Gospodinjstva, naselja. 2014. [http://pxweb.stat.si/pxweb/Database/Dem\\_soc/05\\_prebivalstvo/17\\_Gospodinjstva/20\\_05F40\\_Gospodinjstva\\_NAS/20\\_05F40\\_Gospodinjstva\\_NAS.asp](http://pxweb.stat.si/pxweb/Database/Dem_soc/05_prebivalstvo/17_Gospodinjstva/20_05F40_Gospodinjstva_NAS/20_05F40_Gospodinjstva_NAS.asp) (Pridobljeno 12. 05. 2014).

Gostota naseljenosti, naselja. 2014. [http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=05C5006S&ti=&path=../Database/Dem\\_soc/05\\_prebivalstvo/10\\_stevilo\\_preb/25\\_05C50\\_prebivalstvo\\_naselja/&lang=2](http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=05C5006S&ti=&path=../Database/Dem_soc/05_prebivalstvo/10_stevilo_preb/25_05C50_prebivalstvo_naselja/&lang=2) (Pridobljeno 12. 05. 2014).

Klimatski podatki za 30-letno obdobje, klimatski podatki – Vrhnika. 2012. <http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/vrhnika.htm> (Pridobljeno 23.8.2014).

Komunalna infrastruktura. 2014. <http://www.regeneracija.si> (Pridobljeno 31. 08. 2014).

Komunalna infrastruktura. 2014. <http://www.zagozen.si> (Pridobljeno 06. 08. 2014).

Padavinski podatki za postajo Ljubljana Bežigrad. ARSO. 2014. <http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/ljubljana.html> (Pridobljeno 23. 08. 2014).

Popis prebivalstva 1948 - 2011. 2014. [http://www.stat.si/publikacije/pub\\_popisne\\_prva.asp](http://www.stat.si/publikacije/pub_popisne_prva.asp) (Pridobljeno 22. 07. 2014).

Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi. ARSO. 2014. [http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by\\_variable/precip-returnperiods\\_2008.pdf](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/precip-returnperiods_2008.pdf) (Pridobljeno 15. 05. 2014).

Prostorski informacijski sistem občine. 2014. <http://www.iobcina.si/iobcina2> (Pridobljeno 22. 07. 2014).

Rastlinska čistilna naprava. 2014. [http://www.limnos.si/rastlinske\\_cistilne\\_naprave.php](http://www.limnos.si/rastlinske_cistilne_naprave.php) (Pridobljeno 07. 09. 2014).

## 9 PRILOGE

### PRILOGA A: PREBIVALSTVO

- Priloga A1: Število prebivalcev v Vnanjih in Notranjih Goricah po letih
- Priloga A2: Naravni prirastek po letih
- Priloga A3: Spreminjanje števila ljudi na osnovi preteklih popisov
- Priloga A4: Število prebivalcev in okvirna starostna struktura v ciljnem letu
- Priloga A5: Število priklopljenih objektov čez 50 let za Vnanje Gorice
- Priloga A6: Število priklopljenih objektov čez 50 let za Notranje Gorice

### PRILOGA B: GOSPODARSKE IN DRUŽBENE DEJAVNOSTI

- Priloga B1: Gospodarske in družbene dejavnosti v Vnanjih Goricah
- Priloga B2: Gospodarske in družbene dejavnosti v Notranjih Goricah
- Priloga B3: Poraba vode v gospodarskih in družbenih dejavnostih

### PRILOGA C: HIDRAVLIČNI PRERAČUN

- Priloga C1: Pretoki po posameznih kanalih 1
- Priloga C2: Pretoki po posameznih kanalih 2
- Priloga C3: Hidravlični preračun za Vnanje Gorice-račun  $v_{\min}$
- Priloga C4: Hidravlični preračun za Notranje Gorice-račun  $v_{\max}$
- Priloga C5: Hidravlični preračun za Notranje Gorice-račun  $v_{\min}$
- Priloga C6: Hidravlični preračun za Notranje Gorice-račun  $v_{\text{pad}}$
- Priloga C7: Hidravlični preračun za Vnanje Gorice-račun  $v_{\text{pad}}$
- Priloga C8: Točkovne izgube cevovoda
- Priloga C9: Črpališča z višino črpanja  $H_c$  in zmogljivostjo črpalk  $N_c$
- Priloga C10: Volumen črpalne komore
- Priloga C11: Višina padavin [mm]
- Priloga C12: Količina padavin [l/(sec\*ha)]

### PRILOGA D: GRAFIČNE PRILOGE

- Priloga D1: Fekalni kanal FK 1 (številka načrta SI 2014/07-1)
- Priloga D2: Fekalni kanal FK A (številka načrta SI 2014/07-2)
- Priloga D3: Fekalni kanal FK B (številka načrta SI 2014/07-3)
- Priloga D4: Fekalni kanali FK C1, C2 in D (številka načrta SI 2014/07-4)
- Priloga D5: Fekalni kanal FK E (številka načrta SI 2014/07-5)
- Priloga D6: Fekalni kanal FK G (VG) (številka načrta SI 2014/07-7)
- Priloga D7: Fekalni kanal FK F (številka načrta SI 2014/07-6)
- Priloga D8: Fekalni kanali FK I, H in G (NG) (številka načrta SI 2014/07-9)
- Priloga D9: Fekalni kanali K, N in G (NG) (številka načrta SI 2014/07-8)
- Priloga D10: Fekalni kanal FK N (številka načrta SI 2014/07-11)
- Priloga D11: Fekalni kanal FK L (številka načrta SI 2014/07-10)
- Priloga D12: Vzdolžni pofil kanala FK 1 (številka načrta SI 2014/08-1)
- Priloga D13: Vzdolžni pofil kanala FK A in FK AB (številka načrta SI 2014/08-2)
- Priloga D14: Vzdolžni pofil z kanala FK B (številka načrta SI 2014/08-3)
- Priloga D15: Vzdolžni pofil kanala FK D (številka načrta SI 2014/08-4)
- Priloga D16: Vzdolžni pofil kanala FK E (številka načrta SI 2014/08-5)
- Priloga D17: Vzdolžni pofil kanala FK F (številka načrta SI 2014/08-6)
- Priloga D18: Vzdolžni pofil kanala FK G (VG) (številka načrta SI 2014/08-7)
- Priloga D19: Vzdolžni pofil kanala FK H (številka načrta SI 2014/08-9)
- Priloga D20: Vzdolžni pofil kanala FK I (številka načrta SI 2014/08-10)
- Priloga D21: Vzdolžni pofil kanala FK G (NG) (številka načrta SI 2014/08-11)
- Priloga D22: Vzdolžni pofil kanalov FK N in FK K (številka načrta SI 2014/08-12)
- Priloga D23: Vzdolžni pofil kanala FK L (številka načrta SI 2014/08-8)

- Priloga D24: Padavinska kanalizacija NG 1 (številka načrta SI 2014/06-5)
- Priloga D25: Padavinska kanalizacija NG 2 (številka načrta SI 2014/06-6)
- Priloga D26: Padavinska kanalizacija NG 3 (številka načrta SI 2014/06-7)
- Priloga D27: Padavinska kanalizacija VG 1 (številka načrta SI 2014/06-1)
- Priloga D28: Padavinska kanalizacija VG 2 (številka načrta SI 2014/06-2)
- Priloga D29: Padavinska kanalizacija VG 3 (številka načrta SI 2014/06-3)
- Priloga D30: Padavinska kanalizacija VG 4 (številka načrta SI 2014/06-4)

## Priloga A1: Število prebivalcev v Vnanjih in Notranjih Goricah po letih

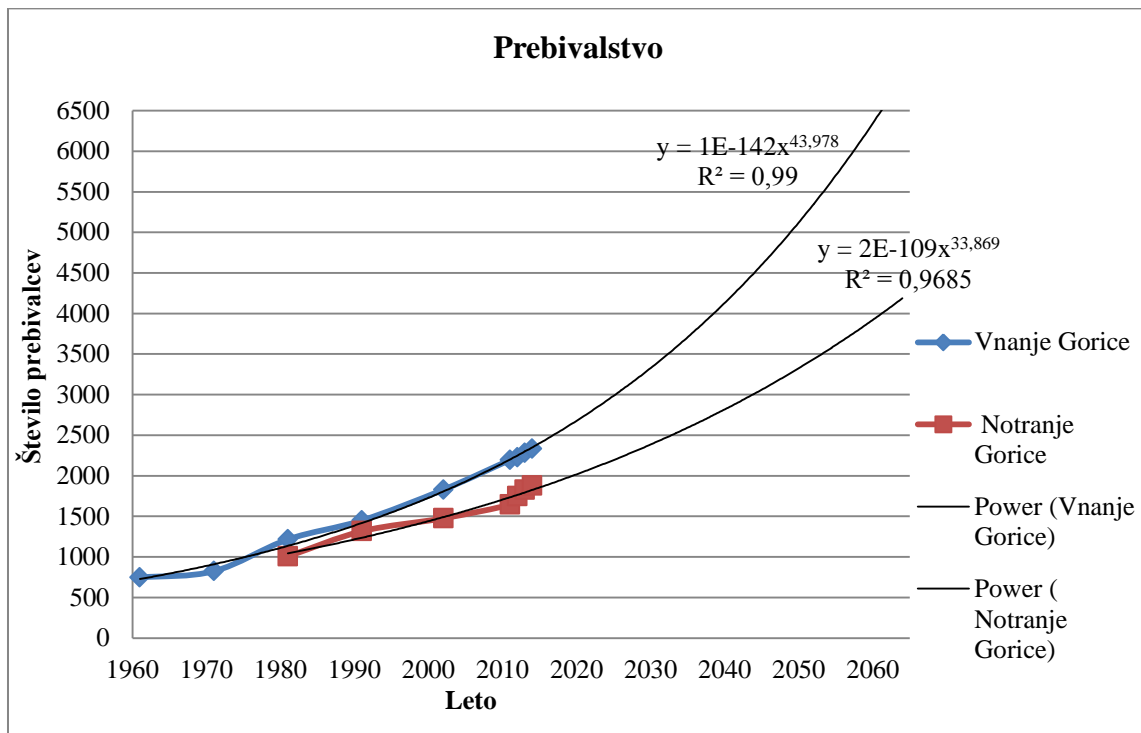
<b>Leto popisa</b>	<b>Vnanje Gorice</b>	<b>Notranje Gorice</b>
1961	747	/
1971	824	/
1981	1216	1007
1991	1450	1317
2002	1829	1476
2011	2195	1645
2012	2225	1748
2013	2282	1826
2014	2331	1877

Priloga A2: Naravni prirastek po letih

<b>Leto popisa</b>	<b>Vnanje Gorice</b>	<b>Notranje Gorice</b>	<b>Letni prirast VG [%]</b>	<b>Letni prirast NG [%]</b>
1961	747	/	0,99	/
1971	824	/	3,97	/
1981	1216	1007	1,78	2,72
1991	1450	1317	2,13	1,04
2002	1829	1476	2,05	1,21
2011	2195	1645	1,37	6,26
2012	2225	1748	2,56	4,46
2013	2282	1826	2,15	2,79
2014	2331	1877		



## Priloga A3: Spreminjanje števila ljudi na osnovi preteklih popisov



Priloga A4: Število prebivalcev in okvirna starostna struktura v ciljnem letu

<b>Leto</b> <b>Naselje</b>	<b>2014</b>			<b>2064</b>			<b>Prebivalstvo</b> <b>leta 2064</b>
	<b>0-14 let</b>	<b>15-64 let</b>	<b>65 + let</b>	<b>0-14 let</b>	<b>15-64 let</b>	<b>65 + let</b>	
Vnanje Gorice	464	1545	322	682	1971	1082	3734
Notranje Gorice	269	1134	474	398	1194	794	2386

## Priloga A5: Število priklopljenih objektov čez 50 let za Vnanje Gorice

<b>Kanal</b>	<b>Število priključenih objektov leta 2014</b>	<b>Število priključenih objektov čez 50 let</b>
FK - 1	48	68
FK - A	89	104
FK - B	50	75
FK - AB	0	
FK - C1	13	19
FK - C2	18	20
FK - D	49	59
FK - E	167	222
FK - F	138	163
FK - G	74	109
<b>SKUPNO</b>	<b>646</b>	<b>839</b>

Priloga A6: Število priključenih objektov čez 50 let za Notranje Gorice

<b>Kanal</b>	<b>Število priključenih objektov leta 2014</b>	<b>Število priključenih objektov čez 50 let</b>
FK - G	126	158
FK - N	88	108
FK - K	13	23
FK - H	52	62
FK - I	97	114
FK - L	78	118
<b>SKUPNO</b>	<b>454</b>	<b>583</b>

**Gospodarske in družbene dejavnosti**

Priloga B1: Gospodarske in družbene dejavnosti v Vnanjih Goricah

<b>DEJAVNOST</b>	<b>OPIS DEJAVNOSTI</b>	<b>ŠTEVILO ZAPOSLENIH</b>
Vzgojno-izobraževalni zavod vrtci Brezovica, enota Vnanje Gorice	Vzgoja predšolskih otrok	25 zaposlenih, 121 otrok
Poslovni sistem Mercator dd, market Vnanje Gorice	Trgovina na drobno v nespecializiranih prodajalnah	5
Žensko in moško frizerstvo Brolih Simona, sp	Frizerska dejavnost	1
Gostilna Amfora		3 zaposleni, 30 gostov/dan
Bistro Vnanjčan	Gostilna	1 zaposlen; 70 gostov

Priloga B2: Gospodarske in družbene dejavnosti v Notranjih Goricah

DEJAVNOST	OPIS DEJAVNOSTI	ŠTEVILO ZAPOSLENIH
Pošta Notranje Gorice	Izvajanje univerzalne poštne storitve	8
Fina kleparska dela Šebenik Uroš	avtokleparstvo	1
B.A.T.T., doo,	Proizvodnja vijakov	2
Center starejših Notranje Gorice	Dom za starejše občane	62 zaposlenih, 205 stanovalcev
Elvos, doo	Montaža vodnih in fekalnih črpališč	2
Osnovna šola Brezovica pri Ljubljani podružnična šola Notranje Gorice	Izobraževanje	96 zaposlenih, v šolskem letu 2014/15 cca. 750 otrok
Picerija Pr'Pavlet	Gostilna	7; 100 gostov/dan,
Tomstroj doo	Inženirske dejavnosti in tehnično svetovanje	5-9;
Vzgojno-izobraževalni zavod vrtci Brezovica, enota Notranje Gorice	Vzgoja predšolskih otrok	4 zaposleni, 40 otrok
AS Roglej	Vzdrževanje in popravila motornih vozil	1
Avto Klemenčič	Renault servis	3-4
Toča PDR team	Vzdrževanje in popravila motornih vozil	1
Frizerski salon Andrej Perko		1
Javni zavod krajinski park Ljubljansko Barje	Varstvo naravnih vrednost	3-4;
Mehansko ravnanje pločevine na motornih vozilih po poškodbi toče Jaka Velkavrh	Mehanska obdelava kovin	1
Vrtnarstvo Anže Hribar	Trgovina na drobno v cvetličarnah	1
ARRFOTO foto studio	Umetniško ustvarjanje	1
Mizarstvo Borut Šebenik	Proizvodnja drugega pohištva	1
Trgovski center Notranje Gorice		
→Trgovina Tuš		10
→Lokal		2
→Frizerski salon		1-2
→Cvetličarna		1-2

## Priloga B3: Poraba vode v gospodarskih in družbenih dejavnostih

DEJAVNOST (Vnanje Gorice)	ŠTEVILO ZAPOSLENIH	PORABA VODE [l/dan]
Vzgojno-izobraževalni zavod vrtci Brezovica, enota Vnanje Gorice	25 zaposlenih, 121 otrok,	10-30 l/otroka <b>2920</b>
Poslovni sistem Mercator dd, market Vnanje Gorice	5	450-900 l/ zaposlenega $675*5 = 3375$
Žensko in moško frizerstvo Brolih Simona	1	<b>210</b>
Gostilna Amfora	3 zaposleni; 30 obrokov/dan	50 l/zap ; 6-20 l/obrok $50*3+13*30 = 540$
Bistro Vnanjčan	1 zaposlen; 70 gostov	50 l/zap ; 6-20 l/gost $50 + 70*10 = 750$
<b>DEJAVNOST (Notranje Gorice)</b>	<b>ŠTEVILO ZAPOSLENIH</b>	
Pošta Notranje Gorice	8	40-60 l/ zap $8*50 = 400$
Fina kleparska dela Šebenik Uroš	1	<b>35</b>
B.A.T.T., doo,	2	20 l/zap $2*20 = 40$
Center starejših Notranje Gorice	62 zaposlenih, 205 stanovalcev	80-150 l/osebo $115*267=30705$
Elvos, doo	2	25 l/zap $2*25 = 50$
Osnovna šola Brezovica pri Ljubljani podružnična šola Notranje Gorice	96 zaposlenih, v šolskem letu 2014/15 cca 750 otrok	2-15 l/osebo $8*846= 6768$
Picerija Pr'Pavlet	7, 100 gostov/dan	50 l/zap ; 6-20 l/obrok $7*59 + 100*13 = 1713$
Tomstroj doo	5-9	$9*25= 225$
Vzgojno-izobraževalni zavod vrtci Brezovica, enota Notranje Gorice	4, 40 otrok	10-30 l/otroka $44* 20 = 880$
AS Roglej	1	<b>25</b>
Avto Klemenčič	3-4	25 l/zap $25*4 = 100$
Toča PDR team	1	<b>35</b>
Frizerski salon Andrej Perko	1	<b>210</b>
Javni zavod krajinski park Ljubljansko Barje	3-4	40-60 l/zap $4*50= 200$
Mehansko ravnanje pločevine na motornih vozilih po poškodbi toče Jaka Velkavrh	1	<b>35</b>
Vrtnarstvo Anže Hribar	1	<b>900</b>
ARRFOTO foto studio	1	25-200 l/zap <b>113</b>
Mizarstvo Borut Šebenik	1	<b>25</b>
Trgovski center Notranje Gorice		

<b>DEJAVNOST (Vnanje Gorice)</b>	<b>ŠTEVILO ZAPOSLENIH</b>	<b>PORABA VODE [l/dan]</b>
→ Trgovina Tuš	10	450-900 l/zap $675 * 10 = \mathbf{6750}$
→ Lokal	2; 150 gostov	50 l/zap ; 6-20 l/gost $2 * 50 + 150 * 13 = \mathbf{2050}$
→ Frizerski salon	1-2	210-420 ( <b>315</b> )
→ Cvetličarna	1-2	900-1800 ( <b>1350</b> )



## Priloga C1: Pretoki po posameznih kanalih 1

**Hidravlični preračun**

Kanal	Št. priključenih objektov	Št. priključenih objektov čez 50 let	Št. uporabnikov čez 50 let	Hišna odpadna voda $q_h$ [l/s]	Odpadna voda iz gospodarskih dejavnosti [l/s]
<b>Vnanje Gorice</b>					
FK - 1	48	68	303	0,43	0,000
FK - A	89	104	463	0,65	0,109
FK - B	50	75	334	0,47	0,000
FK - AB	0		0	0,00	0,000
FK - C1	13	19	85	0,12	0,000
FK - C2	18	20	89	0,13	0,000
FK - D	49	59	263	0,37	0,000
FK - E	167	222	988	1,39	0,017
FK - F	138	163	725	1,02	0,091
FK - G	74	109	485	0,68	0,000
<b>SKUPNO</b>	<b>646</b>	<b>839</b>	<b>3734</b>	<b>5,25</b>	<b>0,217</b>
<b>Notranje Gorice</b>					
FK - G	126	158	646	1,01	0,324
FK - N	88	108	442	0,69	0,000
FK - K	13	23	94	0,15	0,000
FK - H	52	62	254	0,40	0,041
FK - I	97	114	466	0,73	0,003
FK - L	78	118	483	0,76	0,580
<b>SKUPNO</b>	<b>454</b>	<b>583</b>	<b>2384</b>	<b>3,74</b>	<b>0,95</b>

Priloga C2: Pretoki po posameznih kanalih 2

Površina cestišča [ha]	Koeficient odtoka	Padavinska voda Q <sub>p</sub> [l/s]	Tuja voda Q <sub>t</sub> [l/s]	Sušni odtok Q <sub>s</sub> [l/s]	Pretok na iztoku v času padavin [l/s]	Dnevni dotok Q <sub>d</sub> (l/dan)
<b>Vnanje Gorice</b>						
0,36	0,90	69,28	0,09	0,51	69,75	36732,61
0,73	0,90	142,38	0,18	0,94	143,25	65570,97
0,77	0,90	150,26	0,19	0,66	150,88	40513,91
0,21	0,90	41,32	0,05	0,05	41,37	0
0,12	0,90	23,44	0,03	0,15	23,58	10263,52
0,12	0,90	23,53	0,03	0,16	23,67	10803,71
0,48	0,90	93,26	0,12	0,49	93,72	31870,94
1,39	0,90	269,66	0,35	1,75	271,27	121421,09
1,28	0,90	249,69	0,32	1,43	251,02	95869,44
0,48	0,90	93,70	0,12	0,80	94,44	58880,22
<b>5,95</b>	<b>0,90</b>	<b>1156,53</b>	<b>1,49</b>	<b>6,95</b>	<b>1162,95</b>	<b>471926,42</b>
<b>Notranje Gorice</b>						
1,43	0,90	277,94	0,36	1,70	279,61	115642,53
1,15	0,90	223,11	0,29	0,98	224,08	59923,74
0,20	0,90	38,94	0,05	0,20	39,13	12761,54
0,47	0,90	91,74	0,12	0,56	92,28	37943,06
0,68	0,90	131,30	0,17	0,90	132,19	63553,50
1,05	0,90	204,85	0,26	1,60	206,44	115610,15
<b>4,98</b>	<b>0,90</b>	<b>967,88</b>	<b>1,24</b>	<b>5,94</b>	<b>973,73</b>	<b>405434,51</b>

Komentar:

Prikazani so pretoki po posameznih ceveh. Ni vpoštevano pretakanja vode iz ene cevi v drugo.

Priloga C3: Hidravlični preračun za Vnanje Gorice-račun  $v_{max}$ 

Cev	d [m]	I [%]	L [m]	Q <sub>d,50</sub> let [l/s]	Q <sub>max</sub> [l/s]	h [m]	kot $\alpha$ [°]	S [m <sup>2</sup> ]	R [m]	v <sub>max</sub> [m/s]	Q <sub>max, dei</sub> [l/s]
I	0,20	0,35	530,26	0,43	0,043	0,002	22,96	0,00005	0,0013	2,23	0,116
B	0,20	1,012	964,88	0,47	0,047	0,002	22,96	0,00005	0,0013	3,79	0,198
A	0,20	0,294	548,49	1,23	0,123	0,003	28,14	0,00010	0,0020	2,69	0,259
C1	0,20	1,43	301,45	0,12	0,012	0,001	16,22	0,00002	0,0006	2,81	0,051
C2	0,20	1,125	242,04	0,13	0,013	0,001	16,22	0,00002	0,0006	2,49	0,045
D	0,20	0,713	778,23	1,84	0,061	0,002	22,96	0,00005	0,0013	3,18	0,166
G	0,20	0,2	690,86	0,68	0,068	0,002	22,96	0,00005	0,0013	1,69	0,088
F	0,25	0,35	1043,88	3,63	0,363	0,004	29,07	0,00017	0,0026	3,55	0,589
E	0,25	0,304	1033,45	6,10	0,610	0,005	32,52	0,00023	0,0033	3,84	0,892

Priloga C4: Hidravlični preračun za Vnanje Gorice-račun  $v_{min}$

Cev	d [m]	I [%]	L [m]	Qd,50 let [l/s]	Qmin [l/s]	h [m]	kot $\alpha$ [°]	S [m <sup>2</sup> ]	R [m]	vmin [m/s]	Qmin, dej [l/s]
I	0,20	0,35	530,26	0,43	0,011	0,001	16,22	0,00002	0,0006	1,39	0,025
B	0,20	1,012	964,88	0,47	0,047	0,002	22,96	0,00002	0,0013	3,79	0,198
A	0,20	0,294	548,49	1,23	0,033	0,002	22,96	0,00005	0,0013	2,04	0,107
C1	0,20	1,43	301,45	0,12	0,003	0,001	16,22	0,00002	0,0006	2,81	0,051
C2	0,20	1,125	242,04	0,13	0,003	0,001	16,22	0,00002	0,0006	2,49	0,045
D	0,20	0,713	778,23	0,61	0,017	0,001	16,22	0,00002	0,0006	1,98	0,036
G	0,20	0,2	690,86	0,68	0,018	0,001	16,22	0,00002	0,0006	1,05	0,019
F	0,25	0,35	1043,88	3,63	0,098	0,002	20,53	0,00006	0,0013	2,23	0,129
E	0,25	0,304	1033,45	6,10	0,165	0,003	25,16	0,00011	0,0020	2,73	0,293

Priloga C5: Hidravlični preračun za Notranje Gorice-račun  $v_{max}$ 

Cev	d [m]	I [%]	L [m]	$Q_{d,50 \text{ let}}$ [l/s]	$Q_{max}$ [l/s]	h[m]	kot $\alpha$ [°]	S [m <sup>2</sup> ]	R [m]	vmax [m/s]	$Q_{max, \text{ dej}}$ [l/s]
N	0,20	0,326	1067,02	0,69	0,07	0,002	22,96	0,000052	0,00130	2,15	0,11
G	0,30	0,35	1528,19	2,03	0,20	0,004	26,52	0,000181	0,00261	1,12	0,20
K	0,20	0,25	303,38	0,15	0,01	0,001	16,22	0,000018	0,00064	0,37	0,01
H	0,20	0,35	449,79	0,44	0,04	0,002	22,96	0,000052	0,00130	0,71	0,04
I	0,20	0,31	593,29	0,74	0,07	0,003	28,14	0,000096	0,00196	0,87	0,08
L	0,35	0,306	923,26	4,69	0,47	0,006	30,09	0,000361	0,00393	1,38	0,50

Priloga C6: Hidravlični preračun za Notranje Gorice-račun  $v_{min}$

Cev	d [m]	I [%]	L [m]	$Q_{d,50\text{ let}}$ [l/s]	$Q_{min}$ [l/s]	h [m]	kot $\alpha$ [°]	S [m <sup>2</sup> ]	R [m]	$v_{min}$ [m/s]	$Q_{min,dej}$ [l/s]
N	0,20	0,326	1067,02	0,69	0,019	0,002	22,96	0,000052	0,00130	2,15	0,11
G	0,30	0,35	1528,19	2,03	0,055	0,003	22,96	0,000117	0,00195	0,92	0,11
K	0,20	0,25	303,38	0,15	0,004	0,001	16,22	0,000018	0,00064	0,37	0,01
H	0,20	0,35	449,79	0,44	0,012	0,002	22,96	0,000052	0,00130	0,71	0,04
I	0,20	0,31	593,29	0,74	0,020	0,003	28,14	0,000096	0,00196	0,87	0,08
L	0,35	0,306	923,26	4,69	0,127	0,004	24,55	0,000196	0,00261	1,05	0,21

Priloga C7: Hidravlični preračun za Notranje Gorice-račun  $v_{\text{pad}}$

Cev	d [m]	I [%]	L [m]	$Q_{\text{pad}}$ [l/s]	$h_{\text{pad}}$ [m]	kot $\alpha$ [°]	S [m <sup>2</sup> ]	R [m]	$v_{\text{pad}}$ [m/s]	$Q_{\text{pad, dej}}$ [l/s]
N	0,20	0,326	1067,02	223,11	0,075	151,04	0,010754	0,04081	21,40	230,17
G	0,30	0,35	1528,19	539,99	0,19	210,93	0,047178	0,08548	11,48	541,60
K	0,20	0,25	303,38	38,94	0,058	130,33	0,007556	0,03324	5,17	39,05
H	0,20	0,35	449,79	91,74	0,084	161,59	0,012515	0,04440	7,42	92,83
I	0,20	0,31	593,29	131,30	0,107	188,03	0,017099	0,05213	7,77	132,85
L	0,35	0,306	923,26	763,02	0,223	211,84	0,064664	0,09999	11,92	770,60

Komentar: Za cev L smo izvedli račun na mestu jaška J L-21, kjer je količina padavinske vode največja. Namreč v naslednjem jašku (J L-22) gre voda v deževni prelivni bazen.

Priloga C8: Hidravlični preračun za Vnanje Gorice-račun  $v_{pad}$

Cev	d [m]	I [%]	L [m]	$Q_{pad}$ [l/s]	$h_{pad}$ [m]	kot $\alpha$ [°]	S [m <sup>2</sup> ]	R [m]	$v_{pad}$ [m/s]	$Q_{pad,dej}$ [l/s]
I	0,20	0,35	515,94	69,28	0,04	106,26	0,00447	0,024	15,61	69,76
B	0,20	1,012	964,33	150,26	0,045	113,27	0,00529	0,027	28,46	150,41
A	0,20	0,294	547,97	292,64	0,089	167,37	0,01351	0,046	22,09	298,38
C1	0,20	1,43	301,45	23,44	0,017	67,80	0,00128	0,011	18,54	23,82
C2	0,20	1,125	242,04	23,53	0,018	69,83	0,00140	0,011	17,06	23,84
D	0,20	0,713	777,23	140,23	0,049	118,67	0,00596	0,029	25,09	149,66
G	0,20	0,2	670,51	93,70	0,054	125,23	0,00684	0,031	14,05	96,05
F	0,25	0,35	1015,45	1140,15	0,18	232,21	0,03782	0,075	33,18	1254,90
E	0,25	0,304	1030,42	363,88	0,19	242,66	0,04001	0,076	31,18	1247,47



## Priloga C9: Točkovne izgube cevododa

Točkovna izguba	Vrednost
$\xi$ vtok	0,5
$\xi$ i ztok	1
$\xi$ 90°koleno	0,2
$\xi$ zaporni ventil	0,3
<b>SKUPNO</b>	<b>2,2</b>

Priloga C10: Črpališča z višino črpanja  $H_{\check{c}}$  in zmogljivostjo črpalk  $N_{\check{c}}$

Črpališče	$Q_{\check{c}}$ (l/s)	$d_t$ (m)	$L_T$ (m)	$H_{\text{geod}}$ (m)	$v_t$ (m/s)	$\Delta H_T$	$H_{\check{c}}$ (m)	$N_{\check{c}}$ (kW)
ČP A	132,26	0,15	7,35	2,76	7,49	9,93	12,69	23,5
ČP B	75,46	0,12	13,10	0,97	6,68	11,67	12,64	13,4
ČP D	40,97	0,10	34,40	1,18	5,22	15,61	16,79	9,6
ČP E	135,70	0,15	23,63	2,64	7,68	14,13	16,77	31,9
ČP G1 (NG)	142,44	0,15	15,50	2,89	8,06	8,91	11,80	23,5
ČP G2 (NG)	161,31	0,15	20,35	3,73	9,13	15,00	18,73	42,3
ČP N	72,24	0,12	19,90	3,15	6,39	8,98	12,13	12,3
ČP K	111,56	0,15	27,68	2,78	6,32	9,76	12,54	19,6
ČP H	45,87	0,10	10,83	1,82	5,84	4,90	6,72	4,3
ČP I	65,65	0,10	7,90	3,82	8,36	7,32	11,14	10,3
ČP L	49,82	0,10	15,23	1,93	6,35	8,13	10,06	7,0

## Priloga C11: Volumen črpalne komore

črpališče	kota terena (m)	kota vtoka v ČP (m)	kota iztoka (m)	kota dna (m)	$Q_{\epsilon}$ (l/h)	št vklopov	$V_{\check{C}K, \text{potreben}}$ (m <sup>3</sup> )	$D_{\check{C}K}$ (m)	$H_{\check{C}K}$ (m)	$V_{\check{C}K, \text{dejanski}}$ (m <sup>3</sup> )
ČP A	296,07	291,71	294,73	291,68	0,22	10	0,079	1,2	0,25	0,283
ČP B	294,40	293,00	293,92	292,70	0,08	5	0,058	1,2	0,25	0,283
ČP D	296,88	295,01	296,07	294,71	0,77	15	0,185	1,2	0,25	0,283
ČP E	294,69	289,16	291,74	288,66	11,75	15	2,820	3	0,45	3,179
ČP F3	295,81	290,86	292,14	290,56	0,02	5	0,014	1,2	0,25	0,283
ČP G1 (VG)	297,60	294,00	294,56	293,35	0,03	5	0,022	1,2	0,25	0,283
ČP G1 (NG)	292,85	287,61	290,45	287,21	1,78	10	0,641	1,6	0,35	0,703
ČP G2 (NG)	294,70	289,77	293,43	289,37	1,92	10	0,691	1,6	0,35	0,703
ČP N	295,35	291,36	294,44	291,06	0,68	10	0,245	1,2	0,25	0,283
ČP K	293,82	289,90	292,60	289,60	0,03	5	0,022	1,2	0,25	0,283
ČP H	290,80	288,50	290,29	288,20	0,86	10	0,310	1,4	0,25	0,385
ČP I	291,16	286,50	290,29	286,10	1,44	10	0,518	1,4	0,35	0,539
ČP L	291,91	288,34	290,25	287,99	9,22	20	1,660	3	0,30	2,120

Priloga C12: Količina padavin [l/(sec\*ha)]

Višina padavin [mm] (Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi, 2004)

Trajanje padavin	Povratna doba		
	1 leto	2 leti	5 let
5 min	4	9	12
10 min	7	13	18
15 min	8	16	23
20 min	9	19	26
30 min	10	22	31
45 min	10	25	35
60 min	14	28	38
90 min	17	32	43
120 min	18	34	47
180 min	23	38	52
240 min	25	42	56
300 min	27	45	59
360 min	28	48	62
540 min	28	54	68
720 min	31	59	74
900 min	36	64	79
1080 min	37	67	84
1440 min	39	75	94

Količina padavin [l/(sec\*ha)] (Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi, 2004)

Trajanje padavin	Povratna doba		
	1 leto	2 leti	5 let
5 min	130	289	396
10 min	108	216	296
15 min	92	182	252
20 min	71	158	215
30 min	53	124	171
45 min	38	93	130
60 min	38	77	106
90 min	32	58	81
120 min	25	48	65
180 min	21	35	48
240 min	18	29	39
300 min	15	25	33
360 min	13	22	29
540 min	9	17	21
720 min	7	14	17
900 min	7	12	15
1080 min	6	10	13
1440 min	5	9	11