

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:

Kitić, A., 2014. Idejna zasnova kanalskega sistema in čistilne naprave za naselje Lucija. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Panjan, J., somentor Krzyk, M.): 54 str.

Datum arhiviranja: 03-10-2014

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:

Kitić, A., 2014. Idejna zasnova kanalskega sistema in čistilne naprave za naselje Lucija. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Panjan, J., co-supervisor Krzyk, M.): 54 pp.

Archiving Date: 03-10-2014

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  
VODARSTVO IN OKOLJSKO  
INŽENIRSTVO**

Kandidatka:

Diplomska naloga št.: 37/B-VOI

Graduation thesis No.: 37/B-VOI

**Mentor:**

**Predsednik komisije:**  
izr. prof. dr. Dušan Žagar

**Somentor:**

Ljubljana, 23. 09. 2014

## **STRAN ZA POPRAVKE**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana Anja Kitić izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom »Idejna zasnova kanalskega sistema in čistilne naprave za naselje Lucija«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, september 2014.

Anja Kitić

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>628.32(497.4Lucija)(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Anja Kitić</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Jože Panjan</b>
<b>Somentor:</b>	<b>asist. dr. Mario Krzyk</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Idejna zasnova kanalskega sistema in čistilne naprave za naselje Lucija</b>
<b>Tip dokumenta:</b>	<b>diplomsko delo</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>str. 54, pregl. 24, sl. 8, graf.3</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>Kanalski sistem, čistilna naprava, mešan sistem, Lucija</b>

### **Izvleček**

V diplomski nalogi je obravnavana idejna zasnova kanalskega sistema za odpadne in padavinske vode ter čistilna naprava za naselje Lucija. Opisan je postopek osnovnega načrtovanja kanalizacijskega sistema, izhodišča za zasnovo in različni dejavniki, ki jih je potrebno pri načrtovanju sistema upoštevati. Obravnavano območje je predstavljeno geografsko, demografsko, hidrološko ter gospodarsko.

Ob upoštevanju obstoječega stanja, značilnosti naselja, hidroloških značilnosti in reliefa je bila izdelana zasnova novega kanalizacijskega sistema, določitev zmogljivosti čistilne naprave in umestitev le-te v prostor.

Za naselje Lucija smo se v območju gostejše poselitve in industrijsko–obrtne cone odločili za mešan kanalizacijski sistem, s pomočjo katerega bomo zajeli prvi val onesnažene padavinske vode, in ga odvajali na novo čistilno napravo Lucija. Na slednjo bo poleg naselja Lucija priključena še Seča in naselji iz Izolske občine, Malija in Mala Seva.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

<b>UDC:</b>	<b>628.32(497.4Lucija)(043.2)</b>
<b>Author:</b>	<b>Anja Kitić</b>
<b>Supervisor:</b>	<b>assoc. prof. Jože Panjan, Ph.D.</b>
<b>Cosupervisor:</b>	<b>assist. Mario Kryzk, Ph.D.</b>
<b>Title:</b>	<b>Solution of sewer system and waste water treatment plant for settlement Lucija</b>
<b>Document type:</b>	<b>Graduation Thesis - University studies</b>
<b>Scope and tools:</b>	<b>p. 54, tab.24, fig.8, ch.3</b>
<b>Keywords:</b>	<b>Sewer system, wastewater treatment plant, mixed sewer system Lucija</b>

**Abstract**

This thesis is meant to introduce a conceptual design of sewage system for wastewater and storm water, and a wastewater treatment plant for village of Lucia. We described basic design of the sewage system from planning. We identified various factors that need to be taken into consideration when designing a sewage system. Project area is presented geographically, demographically, hydrologically, and economically.

Considering the existing situation, characteristics of village Lucia, hydrological characteristics of mentioned area, we designed a new concept of sewerage system. By that we also determined capacity of the treatment plant and placement of it in the environment.

For areas of dense settlement and industrial-trade zones in Lucia we planned a mixed sewer system. Through it we would cover the first wave of polluted drainage water and route it to a new sewage treatment plant Lucia. Besides Lucia's drainage water, the new treatment plant would be capable of processing also the wastewaters from Seča, Malija, and Mala Seva.

## **ZAHVALA**

Za vso podporo, vzpodbudo, potrpežljivost in pomoč v času študija bi se rada zahvalila svoji družini.

Iskrena hvala vsem, ki ste mi skozi celoten študij stali ob strani, mi pomagali ali na kakršen koli način pripomogli k uspešnemu zaključku.

Zahvaljujem se tudi mentorju izr. prof. dr. Jožetu Panjanu ter somentorju asist. dr. Mario Krzyku za pomoč pri izdelavi 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 .....</b>	<b>IV</b>
<b>ZAHVALA .....</b>	<b>V</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 URBANISTIČNE, DEMOGRAFSKE IN HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI OBRAVNAVANEGA PODROČJA.....</b>	<b>2</b>
2.1 Splošno o naselju in občini.....	2
2.2 Prebivalstvo.....	3
2.3 Klimatske in hidrološke značilnosti .....	6
2.3.1 Klimatske značilnosti .....	6
2.3.2 Hidrološke značilnosti.....	7
2.4 Gospodarstvo in druge družbene dejavnosti.....	8
2.4.1 Pralnica Lucija .....	9
2.5 Pokritost območja s kanalizacijo in čistilnimi napravami.....	11
<b>3 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO KANALIZACIJSKEGA SISTEMA IN ČISTILNE NAPRAVE. 15</b>	
3.1 Splošno .....	15
3.2 Vrste odpadne vode in kanalizacijskih sistemov .....	15
3.3 Količine in kakovostne lastnosti odpadnih voda.....	17
3.3 Zasnova kanalizacijskih sistemov .....	18
<b>4 IZHODIŠČA ZA HIDRAVLICNI IZRAČUN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Določitev količine sušnega odtoka.....	19
4.2 Odpadna voda iz gospodinjstev .....	19
4.3 Odpadna voda iz obrti in industrijskih obratov .....	23
4.4 Tuja (infiltrirana) voda.....	24
4.5 Določanje padavinskega odtoka .....	25
4.5.1 Izračun padavinskega odtoka .....	26
4.1.2 Določanje koeficienta odtoka.....	27



<b>5 ODVOD ODPADNE VODE .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 Enačbe za izračun toka s prosto gladino .....</b>	<b>29</b>
<b>6 IDEJNA ZASNOVA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1 Obstoječe stanje.....</b>	<b>32</b>
<b>6.2 Izbira kanalizacijskega sistema in čistilne naprave .....</b>	<b>33</b>
<b>6.3 Naselje Maliža in Mala Seva.....</b>	<b>35</b>
<b>6.4 Naselje Lucija .....</b>	<b>39</b>
<b>6.5 Določitev odtoka in dimenzij cevi .....</b>	<b>43</b>
<b>6.6 Čistilna naprava Lucija .....</b>	<b>47</b>
6.6.1 Določanje zmogljivosti čistilne naprave .....	48
<b>7 Zaključek .....</b>	<b>50</b>
<b>VIRI .....</b>	<b>52</b>

**KAZALO TABEL**

Tabela 1: Prebivalstvo Lucije .....	3
Tabela 2: Popis prebivalcev v zadnjih leti .....	4
Tabela 3: Podatki iz popisov prebivalstva od leta 1948 do 2013 .....	4
Tabela 4: Najvišje in najnižje letne, mesečne in dnevne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk v obdobju 1987-2013 .....	6
Tabela 5: Obremenitev odpadne vode .....	9
Tabela 6: Dolžine vodov kanalizacijskega sistema .....	11
Tabela 7: Komunalne čistilne naprave .....	13
Tabela 8: Norma potrošnje glede na število prebivalcev.....	20
Tabela 9: Gibanje porabe vode glede na velikost naselja.....	21
Tabela 10: Ocena dnevnega maksimalnega urnega odtoka glede na število prebivalcev .....	22
Tabela 11: Maksimalni urni odtokv odstotkih dnevnega odtoka glede na število prebivalcev .....	22
Tabela 12: Prikaz odvedenih količin odpadne vode glede na velikost naselij .....	22
Tabela 13: Poraba vode in odtok odpadne vode v gospodinjstvih .....	23
Tabela 14: Dotok tuje vode v odvisnosti od priključene površine, dolžine ter premera kanala .....	24
Tabela 15: Sušni odtok, dotok tuje vode in odtočni koeficient v odvisnosti od gostote naselitve .....	25
Tabela 16: Čas koncentracije po ASCE .....	28
Tabela 17: Koeficient odtoka za različne vrste površin.....	28
Tabela 18: Koeficient odtoka v odvisnosti od gostote naselitve .....	29
Tabela 19: Prebivalstvo Malije .....	35
Tabela 20: Rast števila prebivalcev po popisih od leta 1981-2013 .....	35
Tabela 21: Prikaz višine padavin in količine padavin na merilni postaji Portorož-letališče .....	40
Tabela 22: Določitev odtočnega koeficienta .....	41
Tabela 23: Izračuni padavinskih odtokov.....	42
Tabela 24: Skupno število prebivalcev.....	49

## **KAZALO SLIK**

Slika 1: Prikaz obravnavanega območja .....	2
Slika 2: Podnebni diagram 1981-2010 .....	6
Slika 3: Digitalni model reliefa z mrežami vodotokov .....	8
Slika 4: Območja ločenega in mešanega sistema v naselju Lucija .....	14
Slika 5: Primer črt gospodarsko enakovrednih nalivov.....	27
Slika 6: Območje ločenega in mešanega sistema.....	33
Slika 7: Območje širitve mešanega sistema .....	34
Slika 8: Območje čistilne naprave Lucija.....	48

## **KAZALO GRAFIKONOV:**

Grafikon 1: Gibanje števila prebivalstva .....	4
Grafikon 2: Gibanje števila prebivalcev za naselje Malija .....	36
Grafikon 3: Gospodarsko enakovredni nalivi za 1, 2 in 5 letno povratno dobo .....	40

## 1 UVOD

Ob vstopu Republike Slovenije v Evropsko unijo so se zvišali tudi okoljski standardi, zaradi katerih se je pospešila izgradnja komunalne infrastrukture. Poleg prevzetih zakonov, predpisov in strateških dokumentov s področja varovanja okolja, je Slovenija izdelala svoj nacionalni program in številne operativne programe, med katerimi je za izgradnjo komunalne infrastrukture najpomembnejši Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode. Slednji je na področju varstva okolja pred onesnaženjem eden ključnih izvedbenih aktov za doseganje ciljev iz Nacionalnega programa varstva okolja. Program se nanaša na varstvo vseh površinskih in podzemnih vod na območju Republike Slovenije pred onesnaževanjem okolja. (Vir: <http://www.mko.gov.si/>; Operativni program odvajanja in čiščenja odpadne komunalne vode)

Komunalna infrastruktura ima bistven pomen pri zagotavljanju zdravja in kakovosti življenja ljudi. Pod komunalne naprave štejemo naprave za oskrbo s pitno vodo, odvod onesnažene vode (padavinske in komunalne odpadne vode), čiščenje vode za pitje in čiščenje odpadnih voda. Poleg odpadne vode iz gospodinjstev in industrije se z leti veča tudi količina padavinskih vod, ki je vedno bolj onesnažena (s težkimi kovinami, obrusi gum,..) zaradi utrjevanja, asfaltiranja urbanih območij. (Panjan 2002)

Diplomsko nalogo smo posvetili urejanju, odvodu in čiščenju odpadne vode iz naselja, ter njenim ponovnim izpustom v naravno okolje (morje). Pomembni dejavniki pri načrtovanju kanalizacijske sistema predstavljajo urbanistične, demografske, hidrološke in topografske značilnosti obravnavanega območja.

V nalogi smo predstavili idejno zasnovo novega kanalskega sistema in čistilne naprave za naselje Lucija. Predvideli smo, da se kanalizacijski sistem na območju naselja Lucija loči od obstoječega stanja, ki vodi odpadno vodo proti centralni komunalni čistilni napravi Piran. S tem bi čistilno napravo v Piranu razbremenili in omogočili boljše delovanje le-te, saj predvidevamo da je v turistični sezoni preobremenjena. Problem predstavlja še vdor morske vode v sistem na območju mesta Piran. V novem kanalizacijskem sistemu, bi nekateri predeli Lucije ostali nespremenjeni. V center naselja in v obrtno-industrijsko cono bi razširili mešan kanalizacijski sistem, saj na podlagi vidnega razvoja Lucije, predvsem v turistično in gospodarsko smer, predvidevamo, da bo to območje z leti postalo vedno bolj obremenjeno z onesnaženo padavinsko vodo.

Poleg idejne zasnove kanalizacijskega sistema so v diplomski nalogi predstavljena izhodišča za zasnovo kanalizacijskega sistema ter osnovni hidravlični izračuni.

## 2 URBANISTIČNE, DEMOGRAFSKE IN HIDROLOŠKE ZNAČILNOSTI OBRAVNAVANEGA PODROČJA

### 2.1 Splošno o naselju in občini

Občina Piran leži v skrajnem jugozahodnem delu Republike Slovenije. Na kopnem meji z državo Hrvaško, na morju pa s Hrvaško in Italijo. Pretežni del občine sodi v priobalni pas, razen grebena z zaselki Nova vas, Sv. Peter in Padna. Občina se razprostira na 46,6 km<sup>2</sup>, sestavljajo pa jo različna naselja: Bužini, Dragonja, Lucija, Mlini, Nova vas, Padna, Parecag, Pran, Portorož, Seča, Sečovlje, Strunjan, Sv. Peter, Škodelini in Škrile. (Vir: [www.piran.si](http://www.piran.si))

Po površini se med slovenskimi občinami uvršča na 140. mesto. Sredi leta 2012 je občina imela približno 17.700 prebivalcev, od tega je približno 8.650 moških in 9.050 žensk. Po številu prebivalcev se pa uvršča na 23. mesto. Na kvadratni kilometer občine živi povprečno 396 prebivalcev, kar pomeni da je gostota naseljenosti na tem območju večja kot v celotni državi (101 prebivalec na km<sup>2</sup>). (Vir: <http://www.stat.si/obcinevstevilkah/Vsebina.aspx?leto=2014&id=119>)



Slika 1: Prikaz obravnavanega območja (Vir:

[http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso))

Naselje Lucija ima 6067 prebivalcev in je največje naselje v Sloveniji, ki hkrati ni sedež svoje občine. Je razpotegnjeno naselje z nadmorsko višino do 150 m. Razprostira se od obale po dolini potoka Fazan do Vinjol in Malije na vzhodu, na severu se dviga proti Kampolinu in Lucanu, na jugu pa proti polotoku Seča. V naselje Lucija spadajo zaselki Fazan, Liminjan z Borgolo, Vinjole, Kampolin, Lucan

in del Seče. Naselje je sestavljeno iz dveh delov, in sicer starejšega dela, ki ima nižje stavbe in je bolj razložen in novejšega dela, z značilno strnjeno zidavo (vrstne hiše, stanovanjski bloki). Veliko je gostinsko-turističnih zgradb, ki povezujejo Lucijo in Portorož vse bolj v sklenjeno celoto. V Luciji ni bilo nikoli večjih industrijskih obratov, vse dejavnosti so večinoma povezane s turizmom, trgovino, storitvami in tradicionalnim kmetijstvom. (Vir: <http://www.eko-humanitatis.org/wp-content/uploads/2012/02/knjizica-LUCIJA.pdf>)

## 2.2 Prebivalstvo

Celotna občina šteje 17.700 prebivalcev, naselje Lucija pa 6067, kar predstavlja 34,3% vsega prebivalstva občine.

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije, »Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj 2002«, živi v Luciji 5792 prebivalcev, v 1.672 družinah in 2.193 gospodinjstvih, s povprečnim številom članov na gospodinjstvo 2,6.

Tabela 1: Prebivalstvo Lucije (Vir: Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj 2002, SURS in Register prostorskih enot, GURS; <http://www.stat.si>)

### Podatki o izbranem naselju

LUCIJA (občina PIRAN)	
Število prebivalcev	5.792
Število moških	2.772
Število žensk	3.020
Površina naselja, km <sup>2</sup>	4,4
Gostota prebivalstva, preb/km <sup>2</sup>	1.310
Število družin	1.672
Število gospodinjstev	2.193
Povprečna velikost gospodinjstev	2,6
Število stanovanj	2.829

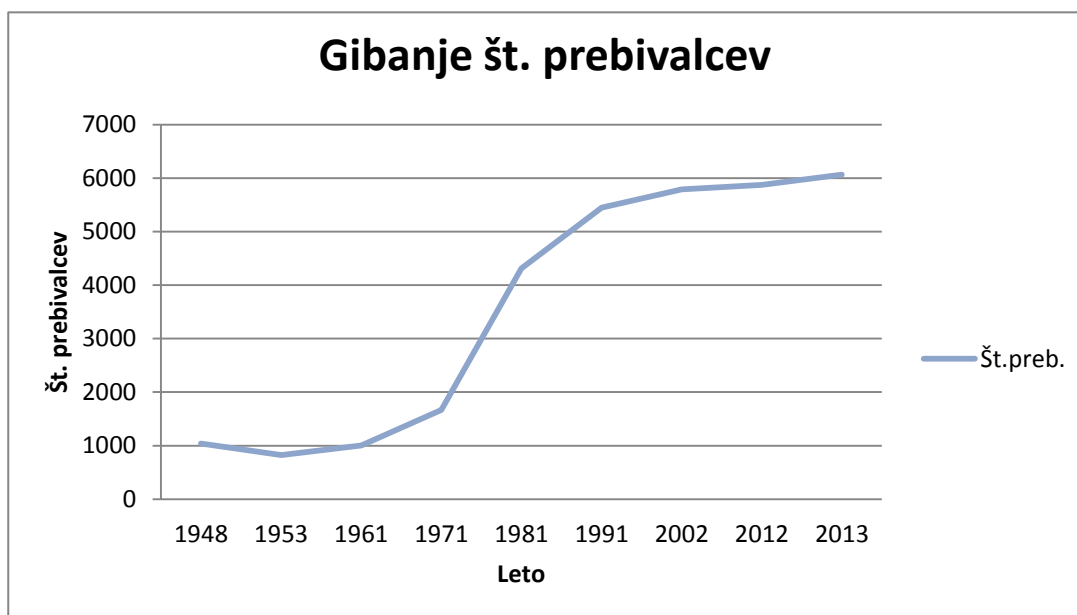
Število prebivalcev v Luciji se je po podatkih popisov prebivalstva od leta 1948 povečevalo. Po zadnjih podatkih iz leta 2013 ima Lucija 6.067 prebivalcev.

Tabela 2: Popis prebivalcev v zadnjih letih (vir: Centralni register prebivalcev in Register tujcev, MNZ ter Register prostorskih enot, GURS; <http://www.stat.si> )

	2010	2011	2012	2013
Število prebivalcev	5.920	5.872	5.884	6.067
Število moških	2.878	2.837	2.848	2.995
Število žensk	3.042	3.035	3.036	3.072
Površina naselja, km <sup>2</sup>	4,4	4,4	4,4	4,4
Gostota prebivalstva, preb/km <sup>2</sup>	1.339	1.328	1.331	1.372
Teritorialne spremembe naselja	■ Iz naselja Seča se izloči del, ki se priključi k naselju Lucija. Naselje Seča še naprej obstaja kot samostojno naselje, 1995.			

Tabela 3: Podatki iz popisov prebivalstva od leta 1948 do 2013 (Vir: <http://www.stat.si/publikacije/pub.asp>)

ŠTEVILO PREBIVALCEV PO POPISU									
Leto	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2012	2013
Št.preb.	1037	823	1004	1667	4312	5449	5792	5872	6067



Grafikon 1: Gibanje števila prebivalstva

Graf prikazuje spreminjanje števila prebivalcev v naselju Lucija od leta 1948 do leta 2013. Opazimo lahko naglo porast prebivalstva po letu 1971.



Pri projektiranju kanalskega omrežja je ključen podatek število prebivalcev na določenem območju, za katerega načrtujemo nov kanalski sistem ter količino odpadne vode. Kanalsko omrežje se načrtuje za daljše obdobje (50 let), zato pri izračunih potrebujemo podatek o predvidenem številu prebivalcev v tem obdobju. Slednjega dobimo, če upoštevamo trenutno število prebivalcev in letni prirastek prebivalstva za celo amortizacijsko dobo kanalskega omrežja, ki je 50 let. (Panjan 2002)

Za naselje Lucija smo upoštevali število prebivalcev iz leta 2013, in sicer 6067 prebivalcev (iz tabele 3).

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

Kjer pomenijo:

A – število prebivalcev po n letih [P]

A<sub>0</sub> – sedanje število prebivalcev v naselju [P]

p – letni prirastek [%]

n – število amortizacijskih let za kanalizacijski sistem [-]

Letni prirastek (p) določimo na podlagi preteklih popisov prebivalstva, ki so podani v preglednici 3 (Podatki iz popisov prebivalstva od leta 1948 do 2013), po enačbi (Panjan 2002):

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

Za izračun naravnega prirastka naselja Lucija smo upoštevali obdobje od leta 1991 do 2013 (22 let).

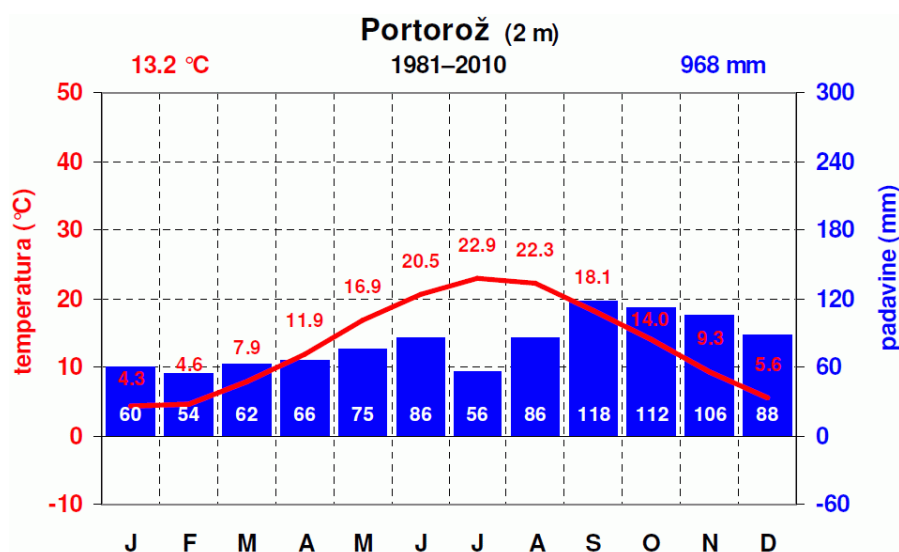
$$p = \left( \sqrt[22]{\frac{6067}{5449}} - 1 \right) * 100 = 0,49\% \quad (3)$$

Torej letni naravni prirastek prebivalstva za naselje Lucija znaša 0,49%. To vrednost bomo uporabili pri dimenzioniranju novega kanalskega omrežja.

## 2.3 Klimatske in hidrološke značilnosti

### 2.3.1 Klimatske značilnosti

Naselje Lucija spada v območje mediteranskega podnebja. Značilne so mile zime in vroča poletja. Iz diagrama lahko razberemo, da so jesenski meseci toplejši od spomladanskih. Povprečna letna temperatura zraka je 13,2 °C. Leta 1988 je bila zabeležena največja povprečna letna temperatura zraka med leti 1987-2013 in sicer 15,4 °C, najnižja pa leta 1991, 10,2 °C. Povprečna letna količina padavin je 968 mm. Največja letna višina padavin pa je bila zabeležena leta 2010, in sicer 1394 mm. (Vir: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/portoroz/>)



Slika 2: Podnebni diagram 1981-2010 (vir: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/portoroz/>)

Tabela 4: Najvišje in najnižje letne, mesečne in dnevne vrednosti izbranih meteoroloških spremenljivk v obdobju 1987-2013 (Vir: <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/diagrams/portoroz/>)

	največ	datum	najmanj	datum
povprečna letna temperatura zraka (°C)	15,4	1988	10,2	1991
absolutna ekstremna temperatura zraka (°C)	37,3	8.8.2013	-10,5	2.3.2005
letno število mrzlih dni (dni z najnižjo dnevno temperaturo ≤ -10 °C)	3	1991	0	25 let od 27-ih
letno število ledenih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo ≤ 0 °C)	6	2012	0	20 let od 27-ih
letno število hladnih dni (dni z najnižjo dnevno temperaturo ≤ 0 °C)	67	2005	24	2007
letno število toplih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo ≥ 25 °C)	131	2011	67	1987
letno število vročih dni (dni z najvišjo dnevno temperaturo ≥ 30 °C)	70	2003	8	1996
letno število toplih ali tropskih noči (dni z najnižjo dnevno temperaturo ≥ 20 °C)	26	2003	2	1989
letno trajanje sončnega obsevanja (ure) (od 1993)	2730	2011	2230	2010
letna višina padavin (mm)	1394	2010	614	2011
mesečna višina padavin (mm)	325	avg. 2006	0	jan. 1989, mar. 2012
dnevna višina padavin (mm)	136	22.9.1996	/	/
letno število dni brez padavin	258	2011	195	2010
letno število dni s padavinami (vsaj z 1 mm)	111	2010	54	2011

### 2.3.2 Hidrološke značilnosti

Na območju občine Piran ležijo dva večja vodotoka, Dragonja in Drnica, ki se s svojimi pritoki izlivajo v Piranski zaliv. Reki, s svojimi pritoki, tečeta po zelo razgibanem flišnem Koprskem gričevju. Reka Dragonja je dolga 30 km, teče od vzhoda proti zahodu, izliva pa se ob Sečoveljskih solinah v Piranski zaliv. Je edina reka v Sloveniji, ki ne prečka niti enega naselja. Lahko bi rekli, da je naravno nedotaknjena reka, na kateri so lepo vidni vsi naravni procesi. Območje po katerem teče je zaradi velikih razdiralnih moči in hudourniških voda, izrazito erozijsko. Reka Drnica je po obsegu manjša v primerjavi z Dragonjo, v preteklosti je bila tudi njen pritok, v dolino pa priteče iz severne strani, pri Sv. Petru se ostro obrne proti zahodu in priteče v soline, kjer se nato izlije v Piranski zaliv. Reki v poletnem času velikokrat presahnejo, pozimi in ob močnih deževjih pa poplavlajo. (Leban 2008)

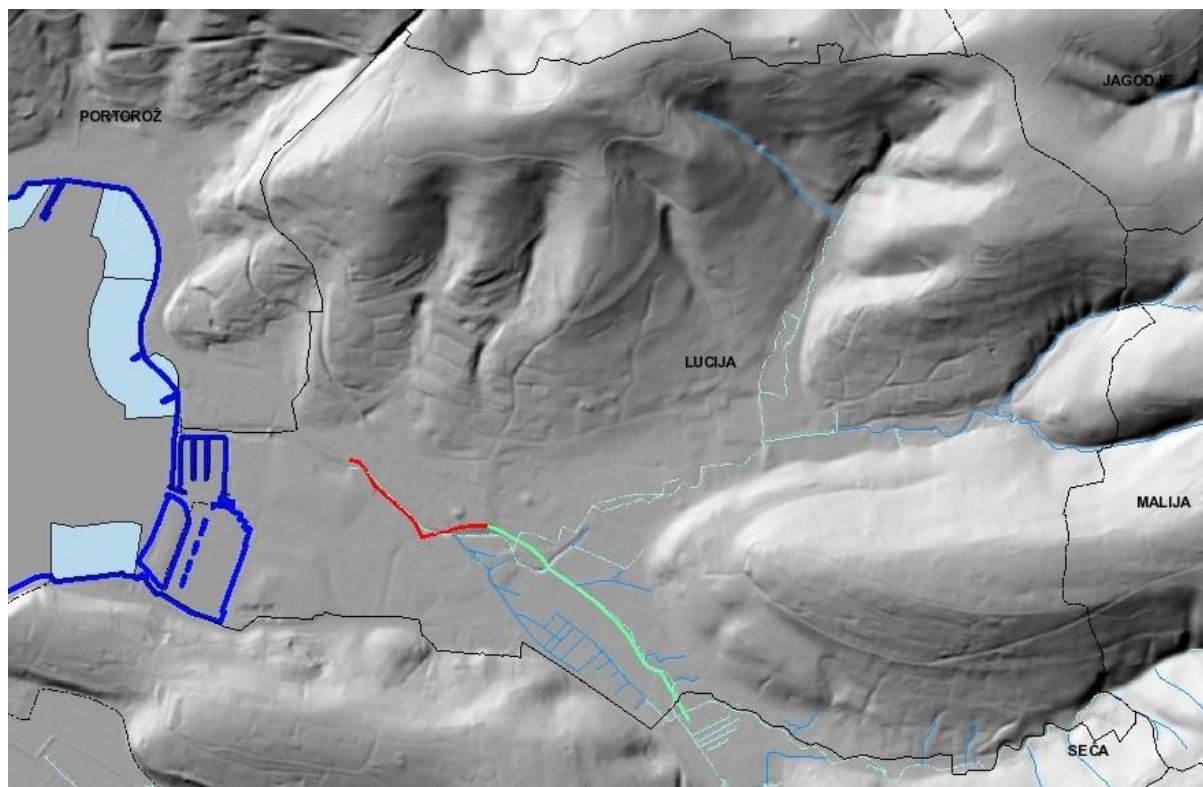
Na obravnavanem območju naselja Lucija, ni večjih vodotokov. Skozi naselje teče potok Fazan. V slednjega se stekajo vsi hudourniški potoki iz zaledja, kakor tudi zajeta padavinska voda, ki se skozi razbremenilnike izteka v strugo.

Glede na naravnost struge (morfološki značaj), so vodotoki razvrščeni v različne razrede:

- 1.razred: naravni vodotok
- 1-2.razred: delno naravni vodotok
- 2. razred: sonaravno urejeni vodotoki
- 2-3.razred: sonaravno/tehnično urejeni vodotoki
- 3-4.razred: delno togo urejeni vodotoki
- 4.razred: togo urejeni vodotoki

Kot je razvidno iz spodnje slike (Slika2), je struga potoka Fazan v zgornjem delu obarvana svetlo modro, kar predstavlja 2. razred kategorizacije urejanja vodotokov, ta del potoka je sonaravno urejen. Spodnji del Fazana je umeščen v 3.-4. Razred (delno togo urejeni vodotoki). Iz slike lahko razberemo še, da ima Lucija izredno malo kopalne vode. Del obale, ki je primeren za kopanje se nahaja ob kampu Lucija. Ostali del obale pa pripada marini Portorož.

(Vir: [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso))



Slika 3: Digitalni model reliefa z mrežami vodotokov (Vir: [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso))

## 2.4 Gospodarstvo in druge družbene dejavnosti

V naselju Lucija ni bilo nikoli večje industrije, razvile so se predvsem trgovske, obrtne in storitvene dejavnosti, večina od teh je v tesni povezavi s turizmom. V središču naselja se nahaja trgovsko-poslovni center, v katerem so upravna enota, Zavod za zaposlovanje, odvetniške pisarne, notarska pisarna, banka, razne trgovine, storitveni in gostinski obrati. V bližini se nahaja še Zdravstveni dom Lucija, lekarna, trgovine ter drugi storitveni obrati.

Pomembno vlogo pri razvoju, predvsem turističnemu razvoju naselja Lucija, je pripomogla Marina Portorož. Slednja je bila, kot prva slovenska marina, zasnovana leta 1974. Zgrajena je bila na temeljih nekdanjih Lucijskih solin. Danes obsega preko 1000 privezov v morju, v kanalu Fazan, na kopnem in v dveh halah. Poleg privezov nudi marina še nadstandardno opremljene apartmaje ter deset dvoposteljnih sob. V istem kompleksu sta še dva večja gostinska obrata. (Vir: <http://www.marinap.si/si/>)

V neposredni bližini Marine Portorož, se nahaja kamp Lucija, ki se razprostira na 6 ha, njegova kapaciteta je do 1000 gostov. (Vir: <http://www.camp-lucija.si/>)

V naselju je več manjših turističnih objektov (Hotel Čeligo - kapaciteta 62 ležišč) in privat apartmajev.

V Luciji je še osnovna šola s 509 učenci in 87 zaposlenimi, vrtec s 177 otroki in cca. 25 zaposlenimi, Dom starejših občanov (premore 194 ležišč), večja športna dvorana,...

Izven strnjenegega naselja se je razvila obrtno-industrijska cona. V slednji so predvsem trgovski obrati in manjše obrtne delavnice, ki s svojim delovanjem ne prispevajo bistvene obremenitve kanalizacijskega sistema. Edini obrat, ki bistveno obremenjuje kanalizacijski sistem je pralnica.

### 2.4.1 Pralnica Lucija

Dejavnost Pralnice Lucija d.o.o je pranje in kemično čiščenje perila za hotele in bolnišnice, dajanje perila v najem in skladiščenje perila. V letu 2013 so oprali cca 3500 t umazanega perila, kar je cca 10 t na dan.

Tabela 5: Obremenitev odpadne vode (Vir: povzeto po tabeli 3.7; Panjan 2010)

Vrsta dejavnosti	Enota proizvoda [E]	BPK <sub>5</sub>		Poraba KMnO <sub>4</sub>
		[kg/E]	[PE/E]	[kg/E]
Pralnica	1 tona perila	20	350-500	40

Če iz zgornje preglednice preračunamo obremenitev kanalizacijskega sistema v PE (vzamemo vrednost 400 PE/E), pridemo do rezultata, da pralnica obremeni kanalizacijski sistem s 4000 PE/dan.

Vir vode za pralnico je Rižanski vodovod. Vodo najprej vodijo skozi peščene filtre, da se odstranijo morebitne grobe nečistoče. Ker je voda zelo trda, se dodatno mehča s pomočjo dveh dekarbonizatorjev. Sledi postopek odplinjevanja, po kateremu je voda pripravljena za uporabo pri procesu pranja.

Glavni vir nastanka industrijskih odpadnih voda je pranje perila. Glavnina perila se pere v taktnih pralnih strojih, ki sta sestavljena iz 16 in 20 komor. V strojih se izvajajo posamezne faze pranja (predpranje, pranje, izpiranje, nevtralizacija), perilo pa potuje iz komore v komoro skozi različne faze. Tak način pranja omogoča prihranek pri porabi vode, energije in pralnih sredstev. Poraba vode za kilogram perila znaša med 6 in 7 litri, za posamezno pralno linijo je poraba med 9 in 11 m<sup>3</sup>/h, skupaj pa znaša od 18 do 23 m<sup>3</sup>/h. Kapacitete pranja perila znašajo 35 000 kg/dan, dnevno se pa v povprečju opere 10000 kg/dan oz. 10 t/dan.

Manjši del perila se pere v bobnastih pralnih strojih. V slednjih se pere tudi infektivno perilo, katere odpadna voda mora biti pred izpustom dezinficirana.

Industrijska odpadna voda iz procesa pranja se najprej nevtralizira z vodo iz regeneracije dekarbonizatorjev, ki vsebuje solno kislino, ter dodatnim sredstvom za nevtralizacijo (mravljična kislina). Voda se nato ohlaja preko toplotnega izmenjevalca. Odpadna voda se steka v zadrževalne bazene. Tak način čiščenja je namenjen dodatnemu posedanju mehanskih trdih delcev s pomočjo sedimentacije, dodatnemu hlajenju, ter mešanju vode.

Drugi viri odpadnih voda so kotlovene vode. Kotlovene vode nastajajo pri kaluženju in odsoljevanju kotlovnih naprav. Pralnica ima dva kotla, manjši od njiju deluje le v primeru okvare ali vzdrževalnih del na velikem kotlu. Vstopna kotlovna voda vsebuje dodatke NaOH in Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, voda ki se odvaja ima vsebnost železa med 0,2 in 0,5 mg/l, temperaturo pa okoli 170 °C. Voda, ki se odvaja iz kotlov izteka v kalužno jamo. Slednja je sestavljena iz dveh bazenov, katera služita za posedanje trdih delcev in hlajenje vode. V kalužno jamo se stekajo vode, ki so nastale pri kaluženju, odsoljevanju in čiščenju kotlovnih naprav ter pri regeneraciji peščenega filtra. Iz kalužne jame se voda izliva v cevovod, ki se združi v sistem javne kanalizacije.

V procesu kemičnega čiščenja nastaja industrijska odpadna voda. Ta voda se ne čisti, zbira se v sode ter predaja zbiralcu oz. predelovalcu nevarnih odpadkov. (Vir: Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod; Pralnica Lucija d.o.o)

## 2.5 Pokritost območja s kanalizacijo in čistilnimi napravami

Javno podjetje Okolje Piran d.o.o. je gospodarska družba v lasti Občine Piran, katera izvaja različne javne storitve (s področja varstva okolja in javne higiene) na celotnem območju občine. Med storitve spada tudi upravljanje z javnim kanalizacijskim sistemom.

Kanalizacijski sistem v občini Piran poteka po zelo razgibanem terenu in pod morsko gladino. Zaradi razgibanosti komunalna odpadna voda priteka na čistilno napravo v Piran s pomočjo črpališč. Slednja komunalno odpadno vodo dvignejo na višji nadmorsko višino. Na celotnem kanalizacijskem sistemu je petnajst črpališč. Večji primarni kanalizacijski kolektorji, ki zbirajo in odvajajo komunalno odpadno vodo do ČN Piran so:

- Kolektor Lucija – Portorož je dolg preko 8 km, opremljen je s štirimi polžnimi in dvema centrifugalnima črpališčema, poteka pa pretežno pod gladino morja.
- Kolektor Strunjan – Fiesa – Bernardin je dolg okoli 6 km, opremljen je s tremi centrifugalnimi črpališči. Zanimivost tega kolektorja je, da lahko premaguje višine čez 90 m.
- Kolektor Piran je opremljen s centrifugalnima črpališčema, na Punti in na glavnem pomolu.

V določenih predelih občine je poleg kanalizacijskega sistema za odvajanje odpadne komunalne vode, tudi padavinski (meteorni) kanalizacijski sistem, ki odvaja padavinsko vodo v potok Fazan ali direktno v morje. V nekaterih naseljih ali delih naselja se padavinska odpadna voda odvaja po mešanem kanalizacijskem sistemu do čistilne naprave v Piranu. V naseljih Sv. Peter, Sečovlje, Dragonja, Nova vas, Padna in Orešje se po krajših odsekih padavinska odpadna voda odvaja po padavinskem kanalizacijskem sistemu direktno v tla ali bližnje potoke. Javni kanalizacijski sistem, ki odvaja odpadno vodo do ČN Piran vključuje 12 črpališč, sistem ki odvaja odpadno vodo do MKČN Sečovlje pa vključuje 3 črpališča.

Tabela 6: Dolžine vodov kanalizacijskega sistema (Vir: [www.okoljepiran.si](http://www.okoljepiran.si))

OBČINA	DOLŽINA KANALSKIH VODOV SEKUNDARNEGA IN PRIMARNEGA OMREŽJA, KI GA UPRAVLJA [m]	DOLŽINA KANALSKIH VODOV ZA ODVAJANJE PADAVINSKE VODE [m]	DOLŽINA MEŠANEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA [m]	DOLŽINA LOČENEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA [m]
PIRAN	169080	49421	25017	95642
IZOLA	6409	2930	-	6409

## Centralna komunalna čistilna naprava Piran

Na centralni komunalni čistilni napravi (CKČN) Piran se zbira komunalna in padavinska odpadna voda iz naselij Piran, Portorož, Lucija, Seča, Fiesa, Strunjan in Malija ter Mala Seva iz Izolske občine. Slednji sta kljub temu, da spadata pod Izolsko občino, v upravljanju JP Okolje Piran. V kanalizacijskem sistemu je zaradi vdorov veliko morske vode, predvsem v starem mestnem jedru Pirana, ki je ob visokem plimovanju velikokrat poplavljeno.

V letu 2009 so obnovili in dogradili novo ČN, ki poleg mehanske, vključuje tudi biološko in terciarno stopnjo čiščenja komunalne odpadne vode. Zmogljivost CKČN Piran je 33.000 PE. Izpust iz CKČN je v morje, in sicer poteka po dveh podmorskih izpustih dolžine 3600 m in 3450 m z difuzorjem na koncu.

Nova CKČN Piran je del projekta »Odvajanje in čiščenje odpadnih voda treh obalnih občin«, ki poteka v okviru Nacionalnega programa varstva okolja, katerega je leta 1999 sprejel Državni zbor RS.

Poleg CKČN Piran, najdemo na območju občine še nekaj malih komunalnih čistilnih naprav (MKČN):

- Komunalna čistilna naprava Sveti Peter, 200 PE
- Komunalna čistilna naprava Dragonja, 1000 PE
- Komunalna čistilna naprava Nova vas, 200 PE
- Komunalna čistilna naprava Padna, 200 PE
- Komunalna čistilna naprava Orešje, 200 PE

Male komunalne čistilne naprave so naprave za mehansko in biološko čiščenje samo komunalne odpadne vode. Zmogljivost le-teh je premajhna za sprejem grezničnih vsebin ali blata iz malih komunalnih čistilnih naprav. Blato iz greznic in MKČN sprejema CKČN Piran.

- Komunalna čistilna naprava Sečovlje, 2000 PE

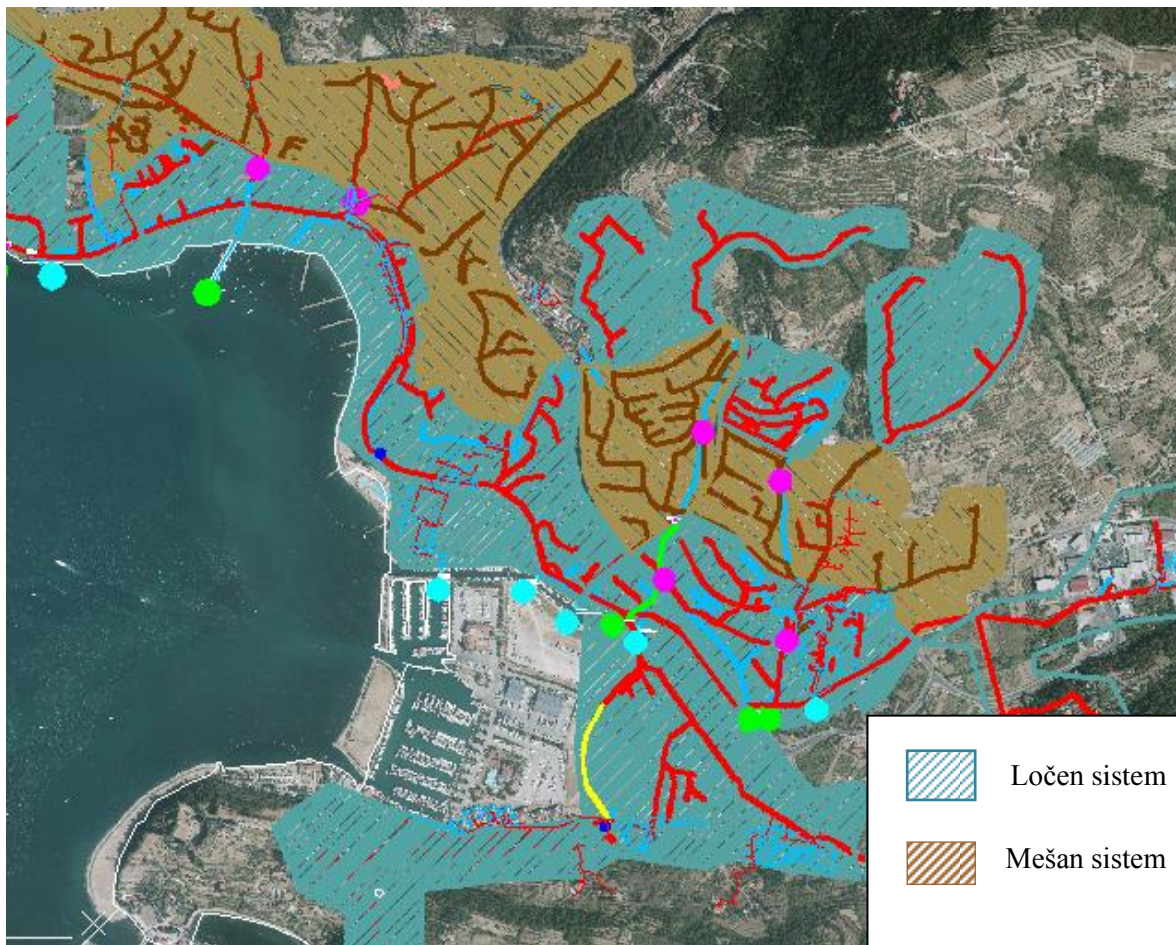
V letu 2012 so slednjo obnovili in dogradili novo ČN, ki vključuje mehansko, biološko in terciarno stopnjo čiščenja. Na KČN Sečovlje se zbira samo komunalna odpadna voda iz Sečovlj in Parecaga, za sprejem grezničnih vsebin ali blata iz MKČN je zmogljivost premajhna. Izpust prečiščene vode je v potok Drnica. (Vir: [www.okoljepiran.si/](http://www.okoljepiran.si/))



Tabela 7: Komunalne čistilne naprave(Vir: <http://www.okoljepiran.si/>)

	Naselja priključena na ČN	Investitor	Velikost PE	Pričetek obratovanja	Stopnja čiščenja	Sprejem blata iz greznic in MKČN	Odvodnik
KČN PIRAN	Piran, Portorož, Lucija, Seča, Fiesa, del Parecaga, Strunjan, Malija	Občina Piran	33000	2009	Primarna, sekundarna, terciarna	Da	Podmorski izpust; morje
MKČN SVETI PETER	Sv.Peter	Občina Piran	200	1996	Primarna, sekundarna	Ne	Tla
MKČN DRAGONJA	Dragonja, izcedne vode odlagališča	Občina Piran	1000	1998	Primarna, sekundarna	Ne	Drnica
MKČN SEČOVLJE	Sečovlje,del Parecaga	Občina Piran	2000	1998	Primarna, sekundarna, terciarna	Ne	Drnica
MKČN NOVA VAS	Nova vas	Občina Piran	200	2001	Primarna, sekundarna	Ne	Tla
MKČN PADNA	Padna	Občina Piran	200	2002	Primarna, sekundarna	Ne	Tla
MKČN OREŠJE	Orešje	Občina Piran	200	2005	Primarna, sekundarna	Ne	Tla

Iz zgoraj navedenega lahko razberemo, da se odpadna voda iz naselja Lucija odvaja v CKČN Piran. Kanalizacijski sistemi so v Luciji različni, najdemo ločen sistem (kanalizacijski sistem za komunalno odpadno vodo in posebej kanalizacijski sistem za padavinski (meteorno) odpadno vodo) in mešan sistem (kjer se skupaj odvaja komunalna in padavinska odpadna voda). Pri ločenem sistemu se padavinska odpadna voda odvaja v potok Fazan preko različnih razbremenilnikov in izpustov. Na območju Lucije imamo sedem izpustov in dva črpališča.



Slika 4: Območja ločenega in mešanega sistema v naselju Lucija

Kot je razvidno iz Slike4, je ločen kanalizacijski sistem razširjen po strogem centru Lucije, kjer se nahajajo trgovsko-poslovni center, upravna enota, zdravstveni dom, Dom starejših občanov, blokovsko naselje, večstanovanjske hiše, različni gostinski, trgovski, ter turistični obrati, Kamp Lucija, Hotel Čeligo, Marina Portorož, od tu se širi še proti delu naselja z imenom Fazan, kjer je poleg večstanovanjskih hiš in blokov še Osnovna šola Lucija, vrtec Lucija, večja športna dvorana ter nekaj trgovskih in storitvenih obratov. Ločen kanalizacijski sistem se nahaja tudi na območju dela Seče, ki spada pod naselje Lucija in sicer v Kampu Lucija, ter na območju Forma vive. Iz naselja Malija in Mala Seva (občina Izola) se prav tako odvaja komunalna odpadna voda ločeno. Kanala, ki sta speljana iz omenjenih naselij sta dolga okoli 2500 m in tečeta po razmeroma redko poseljenem in razgibanem območju. Slednje je večinoma prekrito z gozdom, nižjim rastjem in kmetijskimi zemljišči (oljčniki, vinogradi). Na kanal, ki prihaja iz Male Seve, se v Luciji priključi celotna obrtno-industrijska cona.

Mešan sistem je razširjen na območju z imenom Kampolin, za katerega je značilna gostejša oz. strnjena poselitev in zazidava (enodružinske vrstne hiše).

### **3 IZHODIŠČA ZA ZASNOVO KANALIZACIJSKEGA SISTEMA IN ČISTILNE NAPRAVE**

#### **3.1 Splošno**

Izgradnja in delovanje kanalizacijskega sistema je ključnega pomena za zagotavljanje zdravja prebivalcev (odvod odpadne vode) in varovanja pred poplavami (odvod padavinske vode). Kanalizacijski sistem omogoča odvajanje onesnaženih voda iz naselja, in sicer gre za odpadne vode iz gospodinjstev in industrije ter za določen del padavinskih voda. Posebno pozornost posvetimo tistemu deležu padavinskih vod, ki so onesnažene. K onesnaženim padavinskim vodam prištevamo predvsem vode iz prometnih površin (ceste, parkirišča), še posebej po daljšem sušnem obdobju.

Vsak kanalizacijski sistem se mora zaključiti s primerno komunalno čistilno napravo, ki odpadno vodo očisti do take mere, da prepreči onesnaževanje vodotoka v katerega se izliva.

#### **3.2 Vrste odpadne vode in kanalizacijskih sistemov**

Vrste voda in načine odvoda v kanalizacijskih sistemih ločimo glede na izvor onesnaženja in vrsto odtoka. Odpadne vode delimo na:

- Padavinska voda  
Je voda, ki po nekih padavinah (dež, sneg) odteka s streh, nepropustnih površin (ceste, trg) ali propustnih površin (vrtovi, zelenice). Onesnaženost padavinskih voda je zelo različna.
- Sušna (odpadna) voda – sušni odtok  
To odpadno vodo imenujemo tudi kanalska voda, predstavlja pa vso vodo, ki je bila uporabljena v gospodinjstvu, obrti ali v industrijskih obratih. Sušni odtok je sestavljen iz hišne odpadne vode, to je vsa voda iz gospodinjstev in manjših obrtniških delavnic (vsebuje velik del organskih onesnažil in raztopljenih snovi), industrijske odpadne vode oz. odtok iz industrijske in obrtne proizvodnje, pa tudi odtok iz sanitarij ter čiščenja industrijskih in obrtnih prostorov, kmetijske odpadne vode (odtok od živinorejske ter poljedelske predelave) in komunalne odpadne vode (odpadna voda nastaja zaradi komunalnih dejavnosti, npr. čiščenje ulic).
- Melioracijska odpadna voda  
To je drenažna voda, voda iz izvirov in potokov ter padavinska voda, ki odteka v sistem za sušni odtok. Pogosto je močno organsko onesnažena.

- Tuja voda

Pod izrazom »tuja voda« razumemo vso vodo, ki ni nastala pri porabi vode v naselju, vendar nekako pride v sistem in na čistilno napravo. To je voda, ki pride v kanale zaradi slabih tesnitev (stikov) iz drenaž, podtalnice. Običajno je malo onesnažena, vendar jo moramo v manjših naseljih z mešano kanalizacijo upoštevati.

(Panjan 2002, Kolar 1983)

### Vrste kanalizacijskih sistemov:

- Mešan kanalizacijski sistem

Je sistem za skupno zbiranje in odvajanje odpadne komunalne in padavinske vode. Odtok je v času padavin lahko od 50 do 100 krat večji od sušnega odtoka, zato je za dimenzioniranje cevi merodajen oz. odločilen padavinski odtok. Tako dimenzionirani kanali so izkoriščeni samo v primeru velikih deževij, medtem ko so kanali ob sušnem vremenu obremenjeni le z odpadno vodo. Izgradnja kanalizacije na najvišji možni odtok je neekonomična, zato skušamo ugotoviti na katero pogostost in kolikšne pretoke je kanalizacijo še smiselno in varno graditi.

Med večjimi nalivi lahko zaradi preobremenitve s padavinskim odtokom, pride do zaježitve kanalizacijskega omrežja in nevarnosti preplavitve nižje ležečih priključnih prostorov. Da bi slednje preprečili gradimo različne razbremenilnike, ki odvajajo višek vode. Pomanjkljivosti mešanega sistema so nevarnosti poplav ob nalivih, slabše oz. manj zanesljivo delovanje čistilnih naprav, večja obremenitev črpališč in posledično dražja izvedba le-teh (dimenzionirana so na padavinsko vodo), zaradi razbremenilnikov je slabša tudi zaščita odvodnika. Kljub naštetim pomanjkljivostim je izvedba mešanega sistema preprosta in znatno cenejša v primerjavi z ločenim sistemom. Mešan kanalizacijski sistem se praviloma gradi v večjih urbanih naseljih (nad 1000 P).

- Ločeni kanalizacijski sistem

Ločeni ali separaten kanalizacijski sistem odvaja odpadno komunalno vodo ločeno od padavinske vode, slednjo pa lahko odvajamo na različne načine:

- padavinska voda se steka v padavinsko oz. meteorno kanalizacijo
- padavinska voda ponika ali odteka
- uredimo sistem odprtih in zaprtih jarkov ali kanalov

Prednost ločenega sistema je, da močnejša deževja ne povzročajo preobremenitve in zaježitve kanalov ter poplav nizko ležečih delov, saj se padavinska voda ločena odvaja od odpadne. Volumen in končne odtoke vode zmanjšujemo z zadrževanjem in ponikanjem padavinske vode. Delovanje čistilne naprave

je zanesljivejše zaradi sorazmerno stalnega dotoka. Tudi izgradnja in delovanje čistilne naprave je v primerjavi z mešanim sistemom cenejša, saj na sistemu ne potrebujemo zgraditi nekaterih objektov (peskolovi, razbremenilniki,...).

Kljub navedenemu ima tudi ločen sistem nekaj pomanjkljivosti. Investicijski stroški so skoraj podvojeni, zapletenost sistema je večja, preglednost in izraba pa manjša. Vzdrževanje zaradi dvojnega sistema in slabše samodejno izpiranje, prav tako zvišujejo stroške. Ločen kanalizacijski sistem se gradi predvsem v manjših, ruralnih (vaških) naseljih (pod 1000 P).

- Delno ločeni sistem

Delno ločeni sistemi se gradijo s ciljem zmanjševanja in zakasnitve padavinskega odtoka, kjer se upošteva predvsem kakovost onesnaženih voda. Zmanjševanje in zakasnitve dosežemo z različnimi ukrepi:

- razpršeno zadrževanje na površini (ravne strehe, vrtovi, zelenice,...),
- koncentrirano zadrževanje na površini (suhi ali mokri zadrževalniki, parki),
- koncentrirano zadrževanje pod površino (deževni zadrževalniki ali čistilni bazeni)
- ponikanje na površini (vrtovi, zelenice,...)
- ponikanje pod površino (drenaže).

Z ločenim sistemom poskušamo najprej odvesti čisto padavinsko vodo do najbližjega odvodnika, deževnico, ki se na svoji poti onesnaži pa vodimo v mešan kanalizacijski sistem, lahko jo pa očistimo v peskolovih in lovilcih olj in maščob ter jo odvedemo skupaj z neonesnaženo padavinsko vodo. (Panjan 2002)

### **3.3 Količine in kakovostne lastnosti odpadnih voda**

V vseh urbanih in vaških naseljih nastajajo odpadne vode kot posledica uporabe vode za transport nezaželenih snovi iz gospodinjstev, družbenih dejavnosti (zdravstvo, šolstvo,...), industrije, obrti in kmetijstva (predvsem živinoreja). Vodo iz vodovodnih sistemov uporabljamo:

- za zadovoljitev osnovnih življenjskih (fizioloških) potreb (predvsem za higieno, umivanje, pranje, sanitarije), cca. 1,5 – 3,0 l/(P-dan),
- kuhanje in pomivanje, 200 l/(P.dan),
- komunalne potrebe (pranje avtomobilov, zalivanje zelenih površin).

Odpadna voda se glede na svoje fizikalne lastnosti le malo loči od pitne vode, le količina oz. koncentracija primesi so bistveno večje. Koncentracijo primesi v odpadni vodi se izraža s količino mineralnih in organskih primesi. Količino organskih snovi, ki so razgradljive v okolju, izražamo z

biokemijsko potrebo po kisiku v petih dneh pri 20 °C - BPK<sub>5</sub> (biokemijska obremenitev odpadne vode).

Pri dimenzioniranju kanalizacijskega sistema je pomembna, poleg biokemijske, še hidravlična obremenitev, ki je odvisna predvsem od porabe vode, pri mešanih sistemih pa tudi od padavinskih voda. (Panjan 2010)

### 3.3 Zasnova kanalizacijskih sistemov

Kanalizacijski sistemi so namenjeni zdravstvenemu varstvu (odvod odpadne vode) in deloma poplavni varnosti v naseljih (odvod padavinske vode). Zato moramo pri sami zasnovi kanalizacijskega sistema upoštevati obstoječe stanje naselja ter dolgoročno urbanistično načrtovanje nekega naselja in njenih okoljskih naselij, zaradi možnosti povezave. Zelo pomembna je konfiguracija terena oz. nagnjenost terena, geomehanske lastnosti tal, višina podtalnice in lega ter zahtevane stopnje zaščite odvodnika. Pri načrtovanju velja pravilo, da se vsi uporabniki lahko priključijo na sistem pod enakimi pogoji, tako da predvidimo širitev naselja in večanje števila uporabnikov.

Izgradnja kanalizacijskih sistemov je v primerjavi z ostalo komunalno infrastrukturo najdražja investicija, zato jih moramo skrbno in natančno načrtovati, da ne pride do nepotrebnih stroškov ter da sistem zgradimo kar se da ekonomično.

Kanalizacijski sistemi so glede na ostalo infrastrukturo najgloblje položeni pod cestiščem. Praviloma se gradijo s težnostnim oz. gravitacijskim odvodom (zaradi drage izgradnje črpalk in samega prečrpavanja odpadne vode) in z majhnimi padci glavnih zbirnih kanalov (od 1 ‰ do 10 ‰). Pri zasnovi sistema moremo iskati najboljše ujemanje padca dna cevovoda, s padcem terena, da so globine cevi in s tem izkopi čim manjši. Kjer zasnova gravitacijskega kanalizacijskega sistema ni možna, se gradijo tlačni ali vakumski sistemi.

Mešan kanalizacijski sistem se gradi v urbanih in urbano – ruralnih naseljih, kadar je teren primeren za tehnično izvedbo in kadar je mešan sistem ekonomsko upravičen oz. cenejši od ločenega. Ločen kanalizacijski sistem se načrtuje praviloma v vseh depresijskih delih urbanih naselij in v ruralnih naseljih, kjer se padavinska voda lahko odvaja v odprtih ali delno kanaliziranih sistemih. Za odvod padavinske odpadne vode moramo najti rešitev, ker lahko v nasprotnem primeru pride do priključevanja padavinskih vod na sistem za odpadne vode, in s tem pride do preobremenitve sistema in poplavljanja nižjih etaž, kakor tudi do preobremenitve in zmanjšanje delovanja čistilnih naprav.

Če je le mogoče moramo kontrolirano zadrževati padavinsko vodo v depresijskih delih prispevnih površin, s tem zmanjšujemo maksimalne količine odtoka in posledično uravnavamo enakomernejše obremenitve čistilne naprave in odvodnika.

V mešanih sistemih moramo graditi zadrževalnike s katerimi zadržimo padavinsko vodo do kritičnega naliva (onesnaženo padavinsko vodo), katero moramo odvesti na čistilno napravo. Padavinsko vodo nad kritičnim nalivom lahko izpuščamo neposredno v odvodnik.

Zaledne vode moramo odvodnjavati izven naselja, skladno z vodnogospodarskimi zahtevami. V nobenem primeru zaledne vode ne smejo priključiti na kanalizacijski sistem. (Panjan 2002)

## 4 IZHODIŠČA ZA HIDRAVLIČNI IZRAČUN

Pri dimenzioniranju kanalizacijskega sistema je pomembna predvsem hidravlična obremenitev oz. največji predviden dotok v sistem. Slednji je pri ločenem sistemu odvisen od porabe vode, pri mešanem sistemu pa od količine padavinske vode.

### 4.1 Določitev količine sušnega odtoka

Za izračun sušnih odtokov v obstoječih naseljih, uporabljamo podatke o porabi vode. Upoštevati moramo, da v kanalizacijski sistem ne odteče vsa načrpana voda in da lahko v kanale odteka tudi voda iz drugih virov (tuja voda). Pri hidravličnem dimenzioniranju kanalov in čistilnih naprav upoštevamo različne dotoke:

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

Kjer pomenijo:

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

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

$q_t$ - tuje (infiltrirane) vode [l/s].

### 4.2 Odpadna voda iz gospodinjstev

Na porabo vode v gospodinjstvih vplivajo različni dejavniki:

- število prebivalcev,
- klimatski pogoji,

- življenjski standard,
- kakovost vodovodnega sistema in hišne instalacije,
- infrastrukturna urejenost območja,
- obrt, industrija, turizem,
- cena vode,
- meritve porabe in izgube vode v vodovodnih sistemih.

Pri določitvi  $q_h$  moramo upoštevati stanje prebivalstva čez 50 let, kar predstavlja amortizacijsko dobo kanalov, zato količino odpadne vode iz gospodinjstev določimo na podlagi naravnega prirastka prebivalstva.

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

Kjer pomenijo:

A – število prebivalcev po n letih [P]

$n_p$  – normo potrošnje v naselju [l/(P.dan)]

$A_0$  - sedanje število prebivalcev v naselju [P]

p – letni prirastek [%]

n – število amortizacijskih let za kanalizacijski sistem [- ]

Pri že obstoječih naseljih z zgrajenim vodovodom lahko podatke o normi porabe vode dobimo od upravljalca vodovoda, pri oceni potrošnje za načrtovana naselja pa se poslužujemo povprečnih vrednosti, katere so določene na podlagi dosedanjih izkušenj glede na velikost mesta. (Panjan 2002)

Tabela 8: Norma potrošnje glede na število prebivalcev (Panjan 2002; Preglednica 2.2)

Št. Prebivalcev P	$n_p = l/(P.dan)$
do 100	70
2.000	97
10.000	116
50.000	138
100.000	148
150.000	155
200.000	160
> 200.000	≈160



Tabela 9: Gibanje porabe vode glede na velikost naselja (Panjan 2002; Preglednica 2.3)

Velikost naselja	Število prebivalcev [P]	Maksimalna dnevna poraba [l/(P.d)]	Srednja dnevna poraba [l/(P.d)]
Mala podeželjska naselja	do 2.000	80 - 100	80
Večja podeželjska naselja	2.000 - 10.000	150 - 200	80 - 120
Mala mesta	10.000 - 20.000	150 - 200	120-150
Srednja mesta	20.000 - 100.000	300 - 400	180 - 200
Velika mesta	nad 100.000	350 - 500	200 - 300
Zdravniški in kopalniški kraji		400 - 500	200 - 300

Pri dimenzioniranju kanalov na sušni odtok upoštevamo maksimalni urni dotok  $Q_{\max}$ , ki znaša  $Q_{\max} = 24/x * Q_d/24$ .  $Q_d$  predstavlja dnevni dotok odpadne vode iz gospodinjstev v [l/dan] ali [m<sup>3</sup>/dan]. Pomembni dotoki, ki jih še upoštevamo so srednji dnevni in minimalni pretok. (Panjan 2010)

Sušni maksimalni urni odtok računamo:

$$Q_{\max} = \frac{1}{10} \text{ do } \frac{1}{18} Q_d \quad (5)$$

Srednji dnevni:

$$Q_{\max} = \frac{1}{24} Q_d \quad (6)$$

Minimalni pretok:

$$Q_{\min} = \frac{1}{37} \text{ do } \frac{1}{51} Q_d \quad (7)$$

Tabela 10: Ocena dnevnega maksimalnega urnega odtoka glede na število prebivalcev (Panjan 2010; tabela 2.10)

Število prebivalcev v naselju	Odtok na priključenega prebivalca [m <sup>3</sup> /(P.d)]	Dnevni odtok iz naselja [m <sup>3</sup> /d]	Maksimalni urni odtok Q max = %Qd	Maksimalni sekundni odtok na 1000 priključenih preb. [l/s]
500	0,08	40	19,15	4,25
1000	0,10	100	16,67	4,63
2000	0,12	240	14,51	4,83
5000	0,14	700	12,08	4,70
10000	0,15	1500	10,52	4,38
20000	0,16	3200	9,15	4,07
100000	0,20	20000	6,64	3,69

Tabela 11: Maksimalni urni odtokv odstotkih dnevnega odtoka glede na število prebivalcev (Kolar 1983; Tabela 2.4)

Št. prebivalcev v naselju P	Qmax v [%Qd]
100000	6,64
20000	9,15
10000	10,52
5000	12,08
2000	14,51
1000	16,67
500	19,15
200	23,00
100	26,42

Tabela 12: Prikaz odvedenih količin odpadne vode glede na velikost naselij (Panjan 2002; Tabela 2.3a)

Velikost naselja	Dnevna količina odpadnih voda Qd [l/(P.d)]	Specifični maksimalni urni odtok qmax Qd*(1/x)	Specifični odtok qs [l/(s.1000P)]
< 2000	150	1/8	5,2
2.000 - 10.000	180	1/10	5,0
10.000 - 50.000	220	1/12	5,0
50.000 - 250.000	260	1/14	5,0
> 250.000	300	1/16	5,0

Iz zgornjih preglednic lahko na različne načine odčitamo in izračunamo  $Q_{max}$ . Rezultat preračuna različnih variant je podoben oz. ima manjša zanemarljiva odstopanja.

V preglednici 13 je podana primerjava med porabo in odtokom vode v gospodinjstvih.

Tabela 13: Poraba vode in odtok odpadne vode v gospodinjstvih (Panjan 2002; Tabela 2.4)

Vrsta porabe	Poraba vode [l]	Odtok odpadne vode [l]
Pomivanje posode (enkrat za eno osebo)	1,5 - 8	1,5 - 8
Pranje (na osebo na dan)	6 - 30	6 - 30
Telesna nega: prhanje	30 - 100	30 - 100
kopel v kadi	150 - 400	150 - 400
sedeča kopel	30 - 50	30 - 50
Stranišče:		
WC z izplakovalno omarico (visoko)	6 - 12	6 - 12
WC z izplakovalno omarico (nizko)	12,0 - 20 ,0	12,0 - 20 ,0
WC z izplakovalnikom na pritisk	6,0 - 20	6,0 - 20
Kuhinjski drobilec če je vključen 8min dnevno	24	24
Škropljenje vrta na 1 m <sup>2</sup> : - normalen dan	0,15 - 0,3	
- dan z veliko porabo	do 5	
Pranje osebnega avtomobila	50 - 300	51 - 300
Netesna vodovodna pipa (na dan)	do 240	do 240
Izgube zaradi napak v izplakovalni omarici (na dan)	do 1000	do 1000
Povprečna izguba (na osebo na dan)	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0

### 4.3 Odpadna voda iz obrti in industrijskih obratov

Vzporedno z razvojem naselij raste tudi delež industrije. Poraba vode v industrijskih obratih je odvisna od samega tehnološkega postopka, ki ga ta industrija uporablja. Industrijska odpadna voda nastaja v tehnoloških postopkih in pri proizvodnji energije. Nekaj odpadne vode je tudi iz sanitarij, vendar je količina le-te zanemarljiva proti količini tehnološke vode.

Sestava in količina vode je odvisna od tehnoloških postopkov, delimo jo na biološko razgradljivo in biološko nerazgradljivo. Razne primesi so lahko v industriji zelo strupene, take snovi mora industrija sama očistiti do stopnje, ki ni nevarna kanalizacijskemu sistemu, ali pa jih ustrezno zajeti, skladiščiti in oddati primernemu zbiralcu oz. predelovalcu nevarnih odpadkov. Industrija, obrt ter posamezne druge dejavnosti, so skupina porabnikov, kjer minimalnega standarda ne moremo določiti, saj vsako področje industrije ima svoje proizvodne in tehnološke značilnosti. (Panjan 2002)

Onesnaženost industrijske odpadne vode izrazimo s PE (populacijska enota, ki je ekvivalent enemu prebivalcu - P).

$$Q = a * N \quad (8)$$

Kjer je:

Q – potrebna količina vode [m<sup>3</sup>]

a – poraba vode za en proizvod [m<sup>3</sup>/enota proizvoda]

N – število proizvodov [-]

(Panjan 2002)

#### 4.4 Tuja (infiltrirana) voda

Pod tujo vodo spada tista voda, ki ni nastala pri porabi vode v naselju, vendar vseeno pride v kanalizacijski sistem preko drenaž, potokov, slabo izvedenih stikov in priklopov hišnih priključkov na kanalizacijsko omrežje.

Količino tuje vode lahko določimo s pomočjo meritev. Za ugotovitev letnega povprečja deleža tujih vod v sistemu, so potrebne vsaj štiri meritve. Orientacijska vrednost količin tujih voda je od 0,05 l/(s.ha) do 1,5 l/(s.ha), odvisna pa je od talne vode na zemljišču, vodotesnosti kanalizacije in pravilne izvedbe priključkov. (Panjan 2002)

Poznamo razne metode za določanje količin tuje vode. Po Imhoffu je delež tuje vode za 100 % povečan sušni odtok. Po ameriških virih pa lahko ta delež izračunamo iz podatkov o priključni površini, o dolžini kanala ali pa dolžini in profilu kanala. (Kolar 1983)

Tabela 14: Dotok tuje vode v odvisnosti od priključene površine, dolžine ter premera kanala (Kolar 1983; tabela 2.6)

Dotok je odvisen	Dotok je v mejah	Povprečni dotok
Priključene površine	500-5000 [m <sup>3</sup> /(d.km <sup>2</sup> )] 0,058-0,58 [l/(s.ha)]	povprečno 2000 [m <sup>3</sup> /(d.km <sup>2</sup> )] 0,23 [l/(s.ha)]
Dolžine kanala	12-240 [m <sup>3</sup> /(d.km)] 0,14-2,27 [l/(s.km)]	povprečno 70 [m <sup>3</sup> /(d.km)] 0,81 [l/(s.km)]
Dolžine in premera kanala	0,5-5 [m <sup>3</sup> /(d.km.cm)]+ 0,4 [m <sup>3</sup> /d] na revizijski jašek	Povprečno 215 [m <sup>3</sup> /(d.km)]

Po drugih virih je mogoče delež tuje vode upoštevati v odvisnosti od povprečnega koeficienta odtoka, ki je odvisen od gostote naselitve.

Tabela 15: Sušni odtok, dotok tuje vode in odtočni koeficient v odvisnosti od gostote naselitve (Kolar 1983; tabela 2.7)

Gostota preb. na ha [P/ha]	Odtočni koeficient $\varphi$ [%]	Pričakovani dotok tuje vode [l/(s.ha)]	Pričakovani sušni odtok [l/(s.ha)]	Skupni odtok [l/(s.ha)]
50	15	0,25	0,22	0,47
100	27	0,4	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

#### 4.5 Določanje padavinskega odtoka

Količine padavin so po izdatnosti in pogostosti različne, kar je odvisno od letnega časa, geografske lege in trenutnih meteoroloških razmer. Na kanalizacijski sistem imajo največji vpliv deževje in nalivi, snežne padavine so manj pomembne, ker se taljenje snega porazdeli na daljše obdobje, ostale padavine so pa nepomembne. (Kolar 1983)

Kot smo že prej omenili, je padavinska voda tista, ki po padavinah odteka s streh, slabo propustnih, nepropustnih (ceste, trgi) ali propustnih površin (vrtovi, zelenice). Padavinska voda je onesnažena z različnimi snovmi, predvsem z mineralnimi. Po novejših raziskavah je zaznati precejšnje količine organskih primesi in težkih kovin. Na območjih, kjer je močno razvita industrija, se kaže vpliv onesnaženosti zraka oz. emisij (kisel dež). Padavinske vode so najbolj onesnažene v času močnih nališov po daljšem sušnem obdobju. Na onesnaženje močno vpliva tudi promet, zaradi normalne obrabe cestišč (obrus), naftnih derivatov, obrusa gum in zavor, soljenja cestišč v času zmrzovanja ter težkih kovin. Ne smemo zanemariti niti delež onesnaževanja z nesnago voznikov (pločevinke, olupki,..) ter kmetijskih strojev. Poleg cestišč so onesnaženju izpostavljena tudi vsa parkirišča, kjer moramo zgraditi lovilce olj in maščob. Vsa cestišča so izpostavljena močnim onesnaževanjem, zato moramo onesnaženo padavinsko vodo kontrolirano spuščati v odvodnike, delno jih pa očistimo do t.i. kritičnega naliva. (Panjan 2002)

Na odtok padavinske vode vpliva jakost naliva, velikost in oblika prispevne površine, ter drugi dejavniki, kot so odtočni koeficient in trajanje naliva. (Kolar 1983)

Pri mešanem kanalizacijskem sistemu so ključnega pomena padavine oz. odtok padavinskih vod, ki je lahko tudi do 100 krat večji od sušnega. Ključni so predvsem kratkotrajni nalivi z veliko intenziteto.

Naliv, njegovo pogostost in intenziteto določimo oz. izberemo na podlagi gospodarsko enakovrednih nalivov (GEN). Gospodarsko enakovredni nalivi so statistično analizirani za daljše časovno obdobje in za različna območja v Sloveniji. Izbira pogostosti naliva je odvisna od varnosti, ki jo želimo doseči. Za večino urbanih območij izberemo naliv pogostosti  $n = 1$  in takega trajanja, kot ga določa čas toka vode po ceveh. Pri podvozij je potrebna večja varnost in sicer  $n = 0,2$  ali varnost na 20 let. (Panjan 2002)

#### 4.5.1 Izračun padavinskega odtoka

Količino vode v cevovodih lahko določimo na podlagi intenzitete dežja, velikosti prispevnih površin in koeficienta odtoka (količino odpadne vode praviloma zanemarimo).

Izrazimo jo lahko z enačbo:

$$Q_i = q' * F_i * \varphi_i \quad (8)$$

Kjer pomenijo:

$F_i$  - velikost i-te prispevne površine [ha]

$\varphi_i$  - pripadajoči koeficient odtoka [%]

$q'$  - intenziteta gospodarsko enakovrednega naliva [l/(s.ha)]

Pogostost  $n$  izrazimo:

$$n = \frac{1}{T} \quad (9)$$

Kjer je:

$T$  – povratna doba

Intenziteto dežja izrazimo:

$$q' = 166,7 * i \quad (10)$$

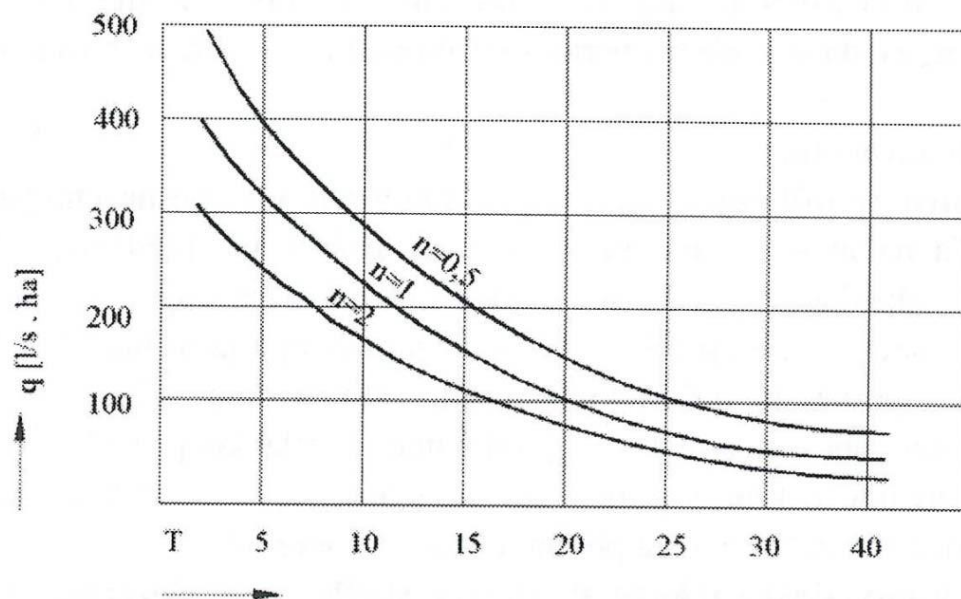
$$i = \frac{h}{t} = tg\alpha \quad (11)$$

Kjer pomenijo:

$i$  - intenziteta padavin [mm/min]

$h$  – višina padavin [mm]

$t$  – trajanje naliva [min]



Slika 5: Primer črt gospodarsko enakovrednih nalivov(Panjan 2002)

#### 4.1.2 Določanje koeficienta odtoka

Koeficient odtoka izraža razliko med količino dežja, ki pade na prispevno površino in količino, ki odteče v kanal. Na določanje koeficienta odtoka vplivajo različni dejavniki:

- Akumulacija na terenu, ki je odvisna od oblike površine, nagnjenosti terena, utrjenosti površine in ozelenitve.
- Izhlapevanje in ponikanje. Intenziteta izhlapevanja ni konstantna, ampak je odvisna od zračne vlage, vetra in temperature. Ponikanje je odvisno od fizikalnih lastnosti tal, nagnjenosti in poraslosti terena, ter od tega ali so tla namočena, suha ali zaledenela.
- Čas koncentracije. Dež ki pade na prispevno območje, ne odteče takoj v kanal. Čas v katerem doseže kanal je odvisen od padca površine, oddaljenosti od kanala, hrapavosti površine in intenzitete padavin. (Kolar 1983)

Tabela 16: Čas koncentracije po ASCE (Kolar 1983; tabela 3.15)

Vrsta zazidave	Čas koncentracije [min]
Gosta zazidava, nepropustna površina	5
Gosta zazidava, nizke zgradbe	10-15
Redka zazidava	20-30
Redka zazidava, velika intenziteta	10-20
Običajno upoštevana vrednost	5-15

Prispevno območje na podlagi katerega računamo padavinski odtok ni enovito, ampak je delno zazidano z zgradbami, delno ga prekrivajo utrjene in neutrjene površine, zelene površine. Koeficient odtoka lahko izračunamo po določenem obrazcu za vsak posamezen primer.

$$\varphi' = \frac{\sum(\varphi_i * F_i)}{\sum F_i} \quad (12)$$

Za posamezne dele prispevnega območja  $F_i$ , je potrebno upoštevati delne koeficiente odtoka  $\varphi_i$ . (Kolar 1983)

Tabela 17: Koeficient odtoka za različne vrste površin(Kolar 1983;tabela 3.18)

Vrsta površine	$\varphi$ [%]
Strehe s pločevinasto ali emajlirano kritino	95
Strehe z običajno kritino	90-85
Ceste in poti, utrjene z betonom ali asfaltom	85-90
Tlak iz naravnega ali umetnega kamna z zalitimi stiki	75-85
Tlak iz naravnega ali umetnega kamna z nezalitimimi stiki	50-70
Z bitumensko emulzijo obrizgana površina	25-60
Slabo utrjene poti brez površinske obdelave	15-30
Kolodvori in igrišča	10-30
Parki, vrtovi in travniki	5-25
Gozd	1-20

Za različne vrste zazidav lahko povzamemo povprečne koeficiente odtoka.



Tabela 18: Koeficient odtoka v odvisnosti od gostote naselitve (Kolar 1983; tabela 3.19)

Vrsta zazidave	Gostota naselitve [P/ha]	Koeficient odtoka $\varphi$ [%]
Zelo gosta	600 - 700	95
Gosta	350 - 500	85
Strnjena	200 - 350	65
Redka	100 - 200	40
Redka	50 - 100	30
Zelo redka	20 - 50	20

Površinam, ki imajo podobne lastnosti kot karakteristična, povzamemo enak karakteristični koeficient odtoka. (Kolar 1983)

## 5 ODVOD ODPADNE VODE

### 5.1 Enačbe za izračun toka s prosto gladino

Pri hidravličnem izračunu padavinske kanalizacije določimo oz. izračunamo količino vode v sistemu na podlagi intenzitete dežja, velikosti prispevnih površin in koeficienta odtoka (kot smo že prej omenili). Kanalizacijski sistem za komunalno odpadno vodo pa projektiramo na podlagi izračuna sušnega odtoka. Cevovod kanalizacijskega sistema je delno poln, razen ob zelo močnih nalivih. Pri dimenzioniranju cevi in določanju pretoka vode lahko računamo na dva načina:

- za poln prerez
- za delno polnjenje

Pretok v cevi je enak:

$$Q = S * v = K * \sqrt{I} \quad (13)$$

Kjer pomenijo:

Q – pretok [l/s]

S – prerez polnitve kanala [m<sup>2</sup>]

V – hitrost [m/s]

K – pretočni modul ali karakteristika cevovoda odvisna od določene polnitve [l/s]

I – padec [‰]

Hitrost pretoka v cevi lahko določamo na različne načine. Najpogosteje se uporablja metodo po Manningu ali po Colebrook.

Hitrost pretoka po ceveh po Manningu:

- za pol prerez

$$v_0 = \frac{1}{n_k} * (R_0)^{2/3} * I^{0,5} \quad (13)$$

$$R_0 = \frac{S_0}{O_0} = \frac{d}{4} \quad (14)$$

- za delno polnjenje

$$v_0 = \frac{1}{n_k} * (R)^{2/3} * I^{0,5} \quad (15)$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (16)$$

$$S = \frac{d^2}{8} * (\alpha - \sin\alpha) \quad (17)$$

$$O = \left(\frac{d}{2}\right) * \alpha \quad (18)$$

$$Q = \frac{1}{n} * R^{2/3} * I^{1/2} * S \quad (19)$$

Po Colebrook pa je pretok enak:

$$Q = v * S = \left\{ -2 \log * \left( \frac{2,51 * v}{d * \sqrt{2g * J * d}} + \frac{k_b}{3,71d} \right) * \sqrt{2g * J * d} \right\} * S \quad (20)$$

Pri tem pomenijo:

$v$  – hitrost [m/s]

$n_k$  - koeficient hrapavosti [-]

$m$  – koeficient hrapavosti ostenja in je enak  $100n - 1$  [-]

$k_b$  – koeficient hrapavosti (0,25 – 1,50) [mm]

$R$  – hidravlični radij, ki je za poln prerez enak  $R_0 = \frac{d}{4}$  [m]

$O$  – omočen obod [m]

$g$  – zemeljski pospešek [m/s<sup>2</sup>]

$\alpha$  – kot polnitve [rad]

$\nu$  – kinematična viskoznost [m<sup>2</sup>/s]

## 6 IDEJNA ZASNOVA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA

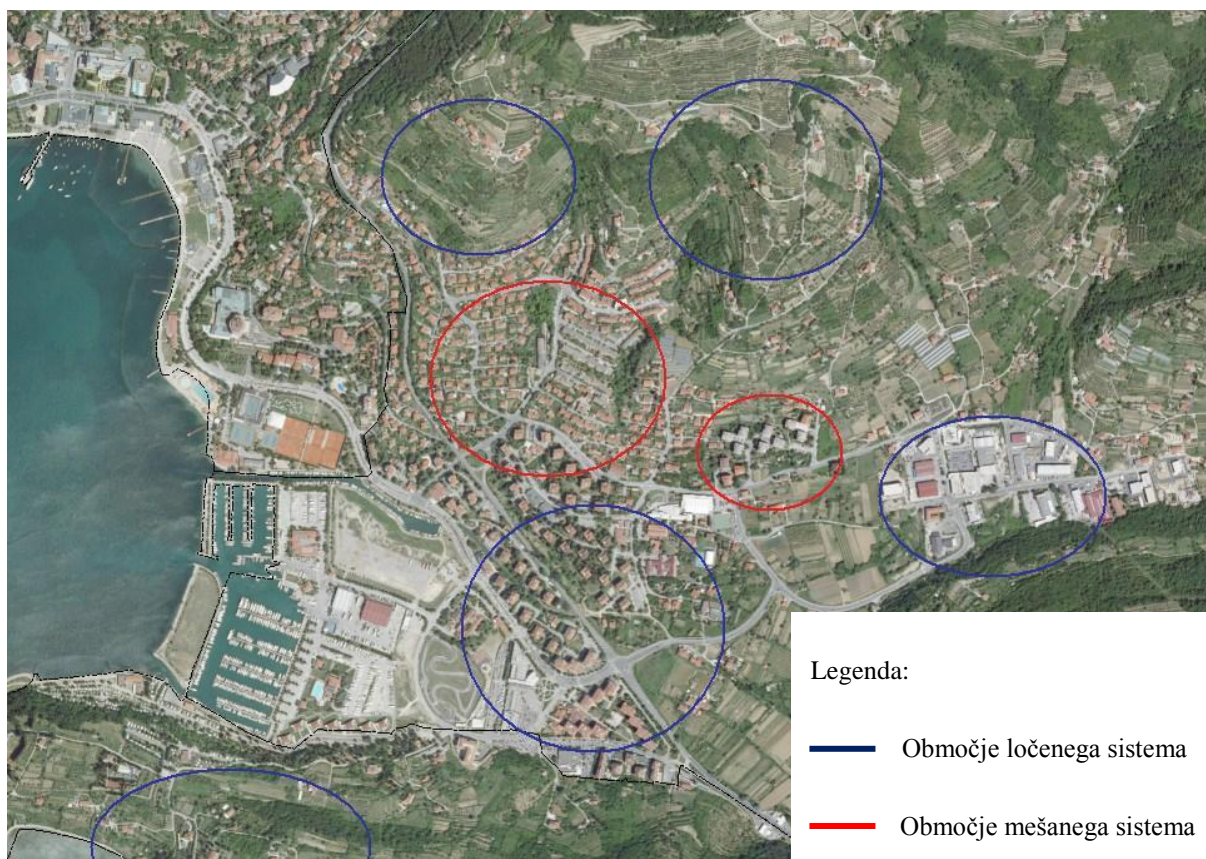
Pred začetkom načrtovanja novega kanalizacijskega sistema se moramo seznaniti in natančno preučiti obstoječe stanje oz. obstoječi kanalizacijski sistem in novega kar se da temu prilagoditi. Pri načrtovanju moramo upoštevati predvidene širitve naselja, nove pozidave, konfiguracijo zemljišča, lego okoliških naselij, lego odvodnika in zaščito le-tega, povečanje števila uporabnikov in posledično večjo količino komunalne odpadne vode. (Kolar 1983)

### 6.1 Obstoječe stanje

Naselje Lucija ima urejeno kanalizacijsko omrežje za komunalno odpadno vodo in padavinsko vodo. Višje ležeči predeli z redkejšo poselitvijo imajo razvit ločen sistem oziramo ločeno odvajajo komunalno odpadno vodo (predel Vinjole, Liminjan, Lucan Borgola ter zgornji predel Kampolina). Odvod padavinske vode poteka s pomočjo naravne hidrografske mreže v naravne kanale, manjše hudournike. Zaradi manjših posegov v naravo (velik del je pokrit z rastjem, gozdom ter kmetijskimi površinami; vinogradi, oljčniki) ima le-ta večjo sposobnost vpoja oz. pronicanja padavinskih voda direktno v tla. Ob cestiščih najdemo delno kanalizirane sisteme z jarki in odprtimi kanali. Na podoben način je urejeno tudi območje naselja Malija in Mala Seva, katere meteorne vode odvaja v naravne kanale in manjše hudournike.

V nižjih predelih naselja (predel Fazan in Kampolin), je poleg ločenega razširjen tudi mešan sistem. Mešan sistem se razprostira po območju najgostejše poselitve (večja soseška vrstnih hiš, samostojnih enodružinskih hiš ter blokovskega naselja).

Predel naselja, ki se nahaja desno od Marine Portorož predstavlja nekakšen center Lucije, v katerem najdemo večino storitvenih in trgovskih dejavnosti (trgovsko-poslovni center, zdravstveni dom, banke, upravno enoto, Zavod za zaposlovanje,..), skozi slednjega teče tudi glavna prometnica (kategorije G2 – glavna cesta drugega reda), ki povezuje Lucijo z mejnim prehodom Sečovlje v eni smeri, v drugi pa Strunjan – Izola - Koper. Na območju med marino in zdravstvenim domom se nahaja veliko makadamsko parkirišče. V opisanem predelu Lucije je razvit ločen kanalizacijski sistem. Komunalna odpadna voda se po sistemu odvaja proti CKČN Piran. Meteorna voda je speljana preko izpustov v bližnji potok Fazan, ki se v marini izliva v morje.



Slika 6: Območje ločenega in mešanega sistema

## 6.2 Izbira kanalizacijskega sistema in čistilne naprave

Zaradi vidnega razvoja naselja Lucija, predvsem v turistično in gospodarsko smer, predvidevamo, da bo okolje na tem območju z leti postalo vedno bolj obremenjeno iz vidika različnega onesnaževanja. Slednja se največ zbirajo na cestiščih. Kot je v prejšnji točki omenjeno, je skozi naselje Lucija speljana glavna cesta drugega reda, katera je v turistični sezoni zelo obremenjena, vzporedno s slednjo je speljana še cesta, ki Lucijo povezuje s Portorožem. Poleg onesnažene padavinske vode iz omenjenih cestišč, predstavlja večji problem tudi makadamsko parkirišče ob marini. Slednje je predvsem v poletnem času polno zasedeno (največ je avtomobilov, sledijo pa jim avtobusi in avtodomi), nima pa urejenega odvodnjevanja, ter lovilcev olj in maščob, zato se vsa onesnažena padavinska voda izteka direktno v kanal Fazan. Zaradi zgoraj omenjenega smo se odločili, da bi na tem področju ločen sistem zamenjali z mešanim. S slednjim bi zajeli prvi val onesnažene padavinske vode, katerega bi v čistilni napravi ustrezno očistili, ostalo bi pa preko razbremenilnikov odvajali v že obstoječe izpuste.

Podoben problem ima še del Lucije v katerem se nahaja obrtno-industrijska cona. Večjih industrijskih obratov ni, največji onesnaževalec je pralnica (količine, priprava in čiščenje vode so opisane v

poglavju 2.4.1), poleg te se na tem območju nahajajo še večji trgovski obrati, obrtniške delavnice, pralnica avtomobilov, tehnični pregledi, policijska postaja. Zaradi cestišč, večjih parkirišč in možnostjo širitve industrijske cone, smo se tudi tukaj odločili za mešan kanalizacijski sistem.



Slika 7: Območje širitve mešanega sistema

Vsa odpadna voda je iz območja Lucije speljana v CKČN Piran, kjer se jo ustrezno prečisti in izpusti v morje. Zaradi razgibanega terena je v kanalizacijskemu sistemu, ki vodi na CKČN Piran, kar 12 črpališč. Dve od navedenih črpališč se nahajata na območju naselja Lucija. S pomočjo slednjih se odpadna voda iz Lucije, Malije, Male Seve in Seče prečrpava do Pirana. Zmogljivost CKČN Piran je 33.000 enot.

Na območju, katero je povezano na čistilno napravo je zabeleženih cca. 17.700 prebivalcev. Poleg slednjih pa velik delež obremenitve predstavljajo prehodni uporabniki (turisti). Občina Piran je iz turističnega vidika najbolj razvita občina v Sloveniji, predstavlja eno pomembnejših središč kongresnega, zdraviliškega, igralniškega in navtičnega turizma. Občina Piran ima kapaciteto oz. zmogljivost kar 12.588 ležišč, kar predstavlja cca.15 % zmogljivosti celotne Slovenije. (Vir: Strategija razvoja turizma; [www.piran.si](http://www.piran.si))

Če opravimo enostaven izračun, iz zgoraj navedenega:

$$P = 17700 + 12588 = 30288PE \quad (21)$$

Ob predpostavki, da eno ležišče predstavlja en populacijski ekvivalent (PE), in s seštevkom celotnega števila prebivalstva, smo prišli do rezultata 30288 PE, v katerem nismo upoštevali trgovskih,

gostinskih in obrtnih obratov. Iz slednjega predpostavljamo, da je ob maksimalni turistični obremenitvi, ki nastopi v času turistične sezone (junij – avgust) in z upoštevanjem vseh gospodarskih obratov v območju, presežena maksimalna zmogljivost CKČN Piran. Izven turistične sezone pa problem predstavlja vdor morske vode v kanalizacijski sistem (na območju Pirana), do katerega največkrat pride ob visokem plimovanju morja. Zaradi navedenega smo se na območju naselja Lucija odločili postaviti čistilno napravo, s pomočjo katere bi razbremenili in omogočili boljše delovanje CKČN Piran. Na ČN Lucija bi se priklopili vodi iz naselja Lucija, Malije, Male Seve in Seče.

### 6.3 Naselje Malija in Mala Seva

Naselje Malija in Mala Seva spadata v občino Izola, njihov obstoječ kanalizacijski sistem teče po kanalu F in kanalu E, ki se nato priključita v sistem naselja Lucija.

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije, »Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj 2002«, šteje omenjeno območje 363 prebivalcev.

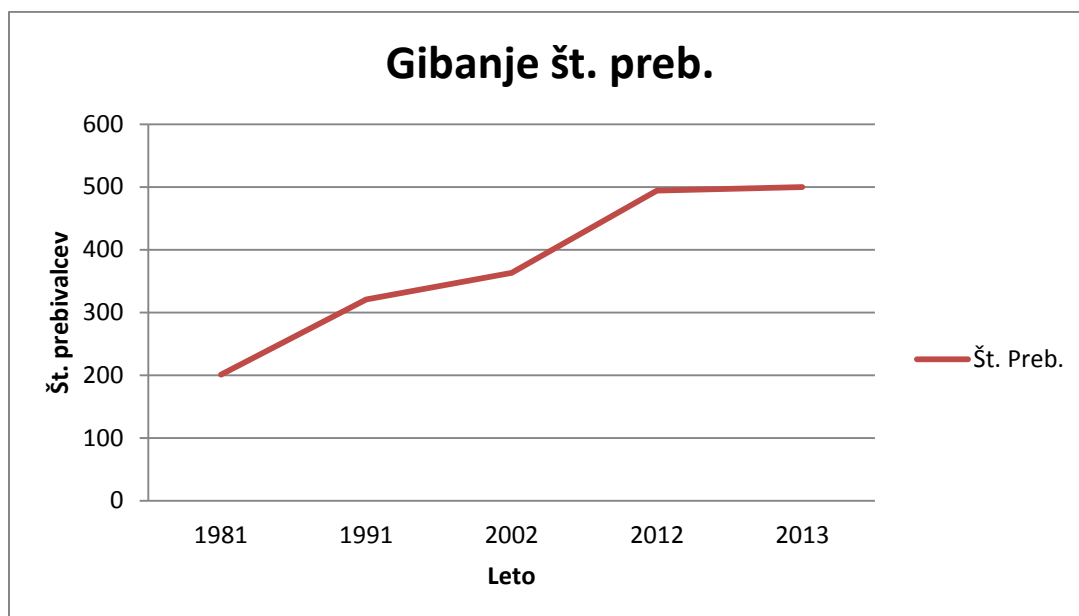
Tabela 19: Prebivalstvo Malije (Vir: Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj 2002, SURS in Register prostorskih enot, GURS; <http://www.stat.si>)

MALIJA (občina IZOLA)	
Število prebivalcev	363
Število moških	190
Število žensk	173
Površina naselja, km <sup>2</sup>	1,6
Gostota prebivalstva, preb/km <sup>2</sup>	234
Število družin	112
Število gospodinjstev	129
Povprečna velikost gospodinjstev	2,8
Število stanovanj	185

Število prebivalcev na omenjenem območju, se je po popisu prebivalcev od leta 1981 drastično povečalo, zaradi velikega števila novogradenj, predvsem enodružinskih hiš in vikendov.

Tabela 20: Rast števila prebivalcev po popisih od leta 1981-2013 (Vir: <http://www.stat.si/publikacije/pub.asp>)

Leto	ŠTEVILO PREBIVALCEV PO POPISU				
	1981	1991	2002	2012	2013
Št. Prebivalcev	201	321	363	494	500



Grafikon 2: Gibanje števila prebivalcev za naselje Malija

Naselje Malija in Mala Seva imajo razvit ločen kanalizacijski sistem. Meteorna voda se odvaja v naravne kanale in manjše hudournike, ob cestiščih pa so jarki in odprti kanali.

Dimenzioniranje kanalov za komunalno odpadno vodo sloni na izračunih količine sušnega odtoka. Ker na tem območju ni nobenega industrijskega in obrtnega obrata, sušni odtok predstavljata odtok iz gospodinjstev in dotok tuje vode. Količina odtoka se spreminja glede na gostoto poselitve, kar vpliva na dimenzije cevi. Za določanje sušnega odtoka potrebujemo povprečno količino odpadne vode na prebivalca, katero izračunamo z normo potrošnje in številom prebivalcev (enačba 4). Normo potrošnje smo določili s pomočjo preglednice 9 in sicer znaša 90 l/(P.dan). Za izračun odtoka iz gospodinjstev (enačba 4), potrebujemo število prebivalcev po n letih, v našem primeru je to 50 let, kar predstavlja amortizacijsko dobo kanalov. Število prebivalcev (enačba 1) izračunamo s pomočjo naravnega prirastka (enačba 2). Naravni prirastek smo povzeli po naselju Lucija, in sicer znaša  $p = 0,49\%$ , ker bi bil naravni prirastek po podatkih iz preglednice 21 za naselje Malija in Mala Seva nerealen. Ocenili smo, da je na območju Malije cca. 400 prebivalcev, Mala Seva pa cca. 100. Sušni odtok smo računali za vsako naselje posebej, saj je vsako povezano s svojim kanalom (Malija kanal F1 in F2, Mala Seva kanal E1).

Tako je po enačbi:

- za Malijo

$$A = 400 * \left(1 + \frac{0,49}{100}\right)^{50} = 511P \quad (22)$$



$$q_h = 511 * 90 = 45990l/dan \approx 46m^3/dan \quad (23)$$

- za Malo Sevo

$$A = 100 * \left(1 + \frac{0,49}{100}\right)^{50} = 128P \quad (24)$$

$$q_h = 128 * 90 = 11520l/dan \approx 11,52m^3/dan \quad (25)$$

Pri dimenzioniranju kanalov na sušni odtok potrebujemo maksimalni urni odtok  $Q_{max}$ . Slednjega smo izračunali s pomočjo preglednice 12 in interpolacije:

- za Malo Sevo

$$Q_{max} = 25,46\% * 11,52 = 2,93m^3/h \quad (26)$$

- za Malijo

$$Q_{max} = 19,09\% * 46 = 8,78m^3/h \quad (27)$$

Kot smo že zgoraj omenili industrijskih vod na tem območju ni, zato moramo pri sušnem odtoku upoštevati poleg odtoka iz gospodinjstev še dotok tuje vode. Količino tuje vode smo povzeli po Imhoffu, in sicer znaša 100 % sušni odtok:

$$q_s = 2 * q_h \quad (28)$$

- za Malijo

$$q_s = 2 * 8,78 m^3/h = 17,56m^3/h = 4,88 l/s \quad (29)$$

- za Malo Sevo

$$q_s = 2 * 2,93 m^3/h = 5,86m^3/h = 1,63 l/s \quad (30)$$

Za izračun pretoka skozi cevi smo uporabljali Manningovo enačbo za poln prerez (enačba 19), kjer smo za minimalen padec vzeli vrednost  $I_{min} = 0,35 \% = 3,5 \text{ ‰}$ , za koeficient hrapavosti pa  $n_k = 0,015$  (povzeto od proizvajalca cevi Pipelife d.o.o). Pri minimalnem padcu in enakem prerezu cevi znaša hitrost  $v = 0,535 \text{ m/s}$  (enačba 13), s katero zadovoljimo potrebo po minimalni hitrosti, katere pripomore k sposobnosti samo očiščenja cevi.

$$v_0 = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,2}{4}\right)^{2/3} * 0,0035^{0,5} = 0,535 \text{ m/s} \quad (31)$$

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,2}{4}\right)^{2/3} * 0,0035^{1/2} * \pi * 0,1^2 = 16,81 \text{ l/s} \quad (32)$$

Z zgornjimi ugotovitvami smo potrdili ustreznost obstoječih cevi DN200, katere so tudi s predpisi zahtevane minimalne dimenzije cevi za odvodnjo komunalne odpadne vode. Zaradi ustreznega, obstoječega kanalizacijskega sistema bi odvod komunalne odpadne vode iz naselij Malija in Mala Seva pustili priključena na kanalizacijski sistem Lucije, in posledično na čistilno napravo. Trasa kanala E (Mala Seva) bo ostala nespremenjena, vse do vstopa v obrtno-industrijsko cono v Luciji. Manjša sprememba bo nastopila na trasi kanala F, kjer bi priklop na kanal E uničili, ter uredili nov kanal (F11), s katerim bi se direktno priključili na čistilno napravo.

V prilogi A so prikazani vsi kraki in odseki zbirnega kanala F in E (do obrtno-industrijske cone), njihove dolžine in padci. Izračuni povprečnih padcev, glede na dolžino posameznega kanala in razliko v koti terena, so večji od minimalnega padca, kar pomeni da smo na varni strani oz. da dimenzije cevi ustrezajo.

Zbirni kanali F3, F5, F7 in F9 imajo po obstoječem stanju vgrajene cevi DN250. Predvidevamo, da so slednje postavljene zaradi možnosti povečanja poselitve tega območja in posledično večje obremenjenosti komunalne odpadne vode. Odločili smo se, da bomo te dimenzije (DN250) povzeli za nov kanal F11, ki bo celoten kanal F povezal direktno s čistilno napravo Lucija. Dimenzije cevi kanala E se z vstopom v območje občine Piran prav tako povečajo (DN250), zaradi možnosti povečanja poselitve.

Druga varianta za naselje Malija in Mala Seva je izgradnja male čistilne naprave, na katero bi se priključili vsi prebivalci na omenjenem območju.

## 6.4 Naselje Lucija

Lucija ima 6067 prebivalcev, poraba vode na prebivalca znaša 110 [l/(P.dan)]. Normo potrošnje sem določila s pomočjo preglednice 9. Za izračun odtoka iz gospodinjstev (enačba 4), potrebujemo poleg norme potrošnje, še število prebivalcev po 50 letih (amortizacijska doba kanalov) (enačba 2). Naravni prirastek smo izračunali že v poglavju 2.2 in znaša  $p=0,49\%$ .

$$A = 6067 * \left(1 + \frac{0,49}{100}\right)^{50} = 7747P \quad (33)$$

$$q_h = 7747P \cdot 110 [l/(P.dan)] = \frac{852170l}{dan} = 852,17m^3/dan \quad (34)$$

S pomočjo tabele 12 smo za območje Lucija izračunali  $Q_{dmax} = 85,22 m^3/h = 23,67l/s$ . Sušni odtok na prebivalca, z upoštevanjem tuje vode (100%  $Q_d$ ) znaša 0,0061 [l/(s.P)]. Ker pa smo se v Luciji odločili razširiti mešan kanalizacijski sistem, ne potrebujemo sušnega odtoka, saj je v primerjavi s padavinskim odtokom zanemarljiv. Mešan sistem se dimenzionira na odtok padavinske vode, na katero vpliva jakost naliva, velikost in oblika prispevne površine ter odtočni koeficient.

Za dimenzioniranje novih predelov mešanega kanalizacijskega sistema smo upoštevali meteorološke in hidrološke značilnosti naselja Lucija. Ključnega pomena so predvsem kratkotrajni nalivi z veliko intenziteto, katere določimo na podlagi gospodarsko enakovrednih nalivov. Podatke o ekstremnih nalivih in količini padavin smo dobili iz statistično obdelanih podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje – ARSO (Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi, ARSO, Ljubljana oktober 2009), in sicer o postaji Portorož-Letališče, na kateri opravljajo meritve od leta 1970.

Intenziteto gospodarsko enakovrednega naliva  $q'$  smo odčitali iz tabele 21. Kot merodajno vrednost smo izbrali količino 10-minutnega naliva z dvoletno povratno dobo, in sicer 241[l/(s.ha)]. Pogostost naliva  $n$  znaša 0,5 (enačba 9).

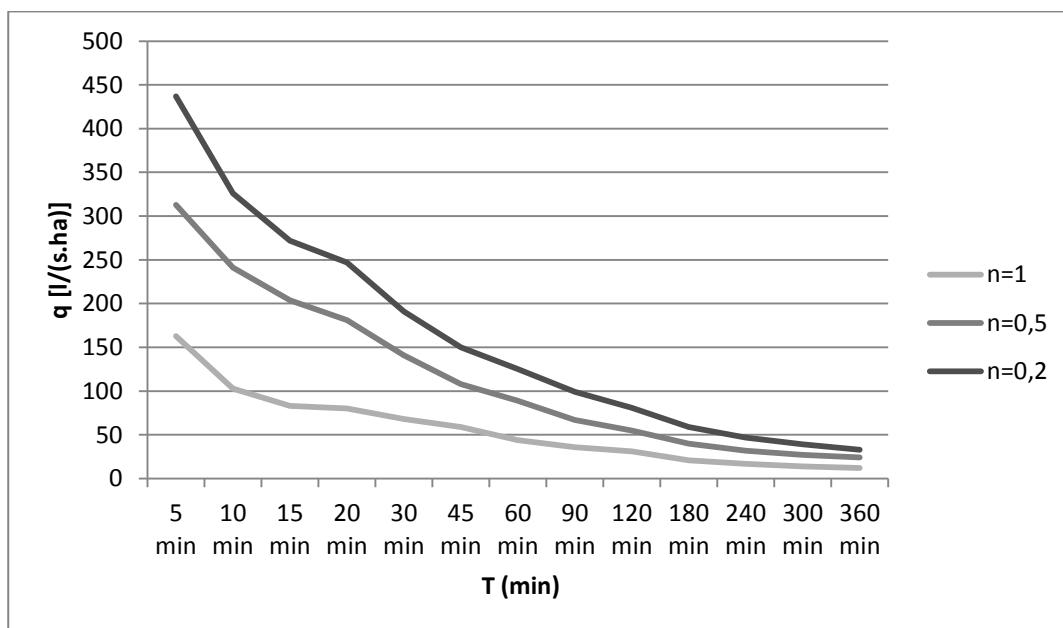
Tabela 21: Prikaz višine padavin in količine padavin na merilni postaji Portorož-letališče (Vir: Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi, ARSO, Ljubljana 2009)

Višina padavin [mm], merilna postaja  
Portorož-letališče

Trajanje padavin	Povratna doba		
	1 leto	2 leti	5 let
5 min	5	9	13
10 min	6	14	20
15 min	8	18	24
20 min	10	22	30
30 min	12	25	34
45 min	16	29	40
60 min	16	32	45
90 min	19	36	53
120 min	22	39	58
180 min	23	43	64
240 min	24	46	68
300 min	25	48	70
360 min	26	51	72
540 min	32	54	77
720 min	33	57	79
900 min	34	59	81
1080 min	37	62	84
1440 min	38	66	89

Količina padavin [l/(s.ha)], merilna postaja  
Portorož-letališče

Trajanje padavin	Povratna doba		
	1 leto	2 leti	5 let
5 min	163	313	437
10 min	103	241	326
15 min	83	204	272
20 min	80	181	247
30 min	68	141	191
45 min	59	108	150
60 min	44	89	125
90 min	36	67	99
120 min	31	55	81
180 min	21	40	59
240 min	17	32	47
300 min	14	27	39
360 min	12	24	33
540 min	10	17	24
720 min	8	13	18
900 min	6	11	15
1080 min	6	10	13
1440 min	4	8	10



Grafikon 3: Gospodarsko enakovredni nalivi za 1, 2 in 5 letno povratno dobo

Padavinski odtok računamo za posamezno prispevno površino, ki se izteka v določen kanal, po enačbi 8 ( $Q_i = q' * F_i * \varphi_i$ ). V kanalih, kjer je razširjen mešan sistem, smo najprej določili prispevno površino, velikost le-te smo določili glede na konfiguracijo terena, nato pa še koeficient odtoka. Koeficient odtoka izraža razliko med količino dežja, ki pade na prispevno površino in količino, ki odteče v kanal. Prispevne površine smo razdelili v pet različnih kategorij. Vsaka kategorija ima izračunan svoj odtočni koeficient, glede na oceno karakteristik terena, pozidave. Za posamezne dele prispevnega območja  $F_i$ , smo upoštevali delne koeficiente odtoka  $\varphi_i$ , katere smo povzeli po preglednici 17. Na podlagi teh smo dobili končne koeficiente odtoka, katere smo izračunali po enačbi 12.

Tabela 22: Določitev odtočnega koeficienta

Kategorija	Ploskve	$\varphi^{**}$	$F_i$ [m <sup>2</sup> ]	$F_i$ [ha]	$F_i/\Sigma F_i$ [%]	$\varphi^*$ ( $F_i/\Sigma f_i$ )
I Prispevna površina kanala: H1	Strešine	0,9	18396	1,8396	0,45	0,405
	Asfalt	0,85	8993,6	0,89936	0,22	0,187
	Travniki	0,2	13490,4	1,34904	0,33	0,066
	SKUPAJ		40880	4,088		0,658
II Prispevna površina kanala: H7	Strešine	0,9	47209,75	4,720975	0,35	0,315
	Asfalt	0,85	40465,5	4,04655	0,3	0,255
	Slabo utrjene poti	0,25	6744,25	0,674425	0,05	0,0125
	Travniki	0,2	40465,5	4,04655	0,3	0,06
	SKUPAJ		134885	13,489		0,643
III Prispevna površina kanala: H6	Strešine	0,9	2357,3	0,23573	0,05	0,045
	Asfalt	0,85	4714,6	0,47146	0,1	0,085
	Travniki	0,2	40074,1	4,00741	0,85	0,17
	SKUPAJ		47146	4,715		0,300
IV Prispevna površina kanala: E3	Strehe s pločevinasto kritino	0,95	10193,28	10,193	0,32	0,304
	Asfalt	0,85	15927	15,927	0,5	0,425
	Travniki	0,2	5733,72	5,734	0,18	0,036
	SKUPAJ			31,854		0,765
V Prispevna površina kanala: E5	Strehe s pločevinasto kritino	0,95	11232,8	11,233	0,1	0,095
	Strešine	0,9	5616,4	5,616	0,05	0,045
	Asfalt	0,85	16849,2	16,849	0,15	0,128
	Travniki	0,2	78629,6	78,630	0,7	0,140
	SKUPAJ		112328	112,328		0,408

Prispevnim površinam posameznih kanalov smo določili primeren koeficient oz. kategorijo, glede na lastno oceno količine posameznih vrst površin in ujemanje le-teh s karakterističnimi površinami. S pridobljenimi podatki smo lahko izračunali padavinski odtok posameznega območja (enačba 8).

Tabela 23: Izračuni padavinskih odtokov

KANAL	PRISPEVNA POVRŠINA F	KATEGORIJA	POVRŠINA [m <sup>2</sup> ]	POVRŠINA [ha]	ODTOČNI KOEFIČIENT φ [-]	q` [l/s*ha]	Q [l/s]
H1	1	I	30234	3,02	0,658	241	479,44
H2	2	I	10566	1,06	0,658		167,55
H2A	3	I	8678	0,87	0,658		137,61
H2B	4	I	15312	1,53	0,658		242,81
H2B2	5	III	12753	1,28	0,300		92,20
H3	6	I	28449	2,84	0,658		451,14
H4	7	II	9410	0,94	0,643		145,71
H5	8	II	30399	3,04	0,643		470,71
H6	9	II	9985	1,00	0,643		154,61
H7	20	II	31677	3,17	0,643		490,49
G1	10	II	51221	5,12	0,643		793,12
G2	11	V	48908	4,89	0,408		480,31
G3	12	I	42522	4,25	0,658		674,31
G4	13	II	3750	0,38	0,643		58,07
G5	14	II	15929	1,59	0,643		246,65
E3	15	IV	31854	3,19	0,765		587,28
E4	16	IV	19877	1,99	0,765		366,46
N2	17	II	27680	2,77	0,643	428,94	
			Σ	49,06			6467,42

Padavinski odtok smo določili tudi za predele kanalizacijskega omrežja z že obstoječim mešanim sistemom (kanali: H1, H2, H2A, H2B, H2B2, H3, H4, G1, G2, G3), saj smo le tako lahko določili ustrezne padavinske odtoke ter premere cevi za nova območja mešanega sistema zbirnega kanala H (odsek H5, H6 in H7) in G (G4 in G5). Poleg sprememb na že obstoječem sistemu, načrtujemo izgradnjo novih kanalov. Na mešan sistem se bo priključil kanal N2, ki se bo v jašku združil s zbirnim kanalom H. Iz slednjega bo odpadna voda tekla po kanalu N3, do razbremenilnika, kjer se bo združila z zbirnim kanalom N1. Kanal N1 bo služil le za odtok odpadne vode iz zbirnih kanalov G in E ter za kanalizacijski odtok odpadne vode iz bližnjih hiš. V točki, kjer se bo združilo celotno kanalizacijsko omrežje območja naselja Lucija, bo postavljen razbremenilnik z zadrževalnim bazenom. Iz slednjega bo odpadna voda tekla po kanalu N4 do čistilne naprave.

Mešan sistem bomo uvedli tudi v traso kanala E, in sicer na odseku E3 in kraku E4. Slednja tečeta na območju obrtno-industrijske cone. Odsek E5 bo imel ločen sistem, služil bo za odvod odpadne vode iz prejšnjih odsekov ter odpadne komunalne vode iz svoje trase.

## 6.5 Določitev odtoka in dimenzij cevi

Kanalizacijski sistem v Luciji je zelo razvejan, zato moramo biti pozorni kateri kraki in kje se le-ti priključijo na zbirni kanal. Zbirni kanali:

- krak H5

Nahaja se na območju blokovskega naselja, katerega obkrožajo ceste in ulice, s parkirišči. Na kraku H5, kateri se izteka v zbirni kanal H6 bomo zgradili mešan kanalizacijski sistem. Na obstoječem stanju vidimo, da je na kraku zgrajen razbremenilnik. Z uvedbo mešanega sistema na območju kraka H5 bo razbremenilnik ostal, vendar ga moramo prilagoditi novim zahtevam. In sicer prvi val onesnažene padavinske vode mora spustiti po sistemu do čistilne naprave, kar bo presegló to količino, pa se bo preko razbremenilnika odvajalo direktno v kanal Fazan. Količina padavinskega odtoka znaša  $Q = 470,71 \text{ l/s}$ . S pomočjo Manningove enačbe (enačba 19) smo določili ustrezen premer cevi, in sicer fi 500. Za koeficient hrapavosti smo vzeli vrednost  $n_k = 0,015$ , za padeč pa vrednost 3,15 %, ki predstavlja povprečen padeč kraka (izračun Priloga B)

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,5}{4}\right)^{2/3} * 0,0315^{1/2} * \pi * 0,25^2 = 580,8 \quad (35)$$

- kanal H6

V zbirni kanal H6 odteka odpadna voda iz več krakov kanalizacijskega sistema, in sicer H1, H2, H2A, H2B, H2B1, H2B2, H3 in H4. Na kraku H2, H5 in zbirnem kanalu H4 so trije razbremenilniki, iz katerih se presežena padavinska voda odvaja v potok in kanal Fazan. Količina padavinskega odtoka prvega vala onesnaženja znaša  $Q = 2348,17 \text{ l/s}$ , isto kot v prejšnji točki smo določili ustrezen premer cevi po Manningovi enačbi (enačba 19), koeficient hrapavosti ostaja enak, minimalni padeč pa smo predpostavili in sicer  $I = 5,5 \text{ ‰}$ , dimenzija ustrezne cevi je fi 1200.

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{1,2}{4}\right)^{2/3} * 0,005^{1/2} * \pi * 0,6^2 = 2389,2 \text{ l/s} \quad (36)$$

Iz predpostavke, da bomo poleg razbremenilnikov zgradili še zadrževalne bazene, smo določili manjši premer cevi (fi 800).

- kanal H7

Skozi zbirni kanal H7 odteka vsa odpadna voda, ki prihaja iz kanala H6, poleg te pa še padavinski odtok zbirnega kanala H7. Kanal teče po cesti, ki povezuje Lucijo s Portorožem. Tudi tukaj smo s pomočjo Manningove enačbe določili ustrezen premer cevi, za padavinski odtok  $Q = 2832,27 \text{ l/s}$ , s predpostavko minimalnega padca  $I = 3,5 \text{ ‰}$ . Primerna dimenzija cevi je tako fi 1400. V izračunu nismo upoštevali zadrževalnih bazenov, zato predpostavljamo, da bo premer cevi fi 1000 zadostoval.

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{1,4}{4}\right)^{2/3} * 0,0035^{1/2} * \pi * 0,7^2 = 3015,3 \text{ l/s} \quad (37)$$

- zbirni kanal N2

To je kanal katerega bomo na novo zgradili. V slednjega se bo iztekala odpadna komunalna voda iz območja Kampa Lucija, Forma vive, Doma starejših občanov, hotela, apartmajev v Marini Portorož. Ker bo mešan sistem ga dimenzioniramo na padavinski odtok, ki znaša  $Q = 428,94 \text{ l/s}$ . Zaradi položnega terena smo predpostavili minimalen padec  $I = 3,5 \text{ ‰}$ . Ustrezale bodo cevi fi 800.

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,8}{4}\right)^{2/3} * 0,0035^{1/2} * \pi * 0,4^2 = 678 \text{ l} \quad (38)$$

- zbirni kanal E3

Kanal se nahaja v obrtno-industrijski coni. Zaradi cestišča in večjih parkirišč smo se odločili tudi tukaj uvesti mešan kanalizacijski sistem. Zaradi možnosti širjenja industrijske cone in posledično večje obremenitve sistema, so že v obstoječem stanju postavljene večje dimenzije cevi (fi 600). V izračunu (enačba 19) za padavinski odtok ( $Q = 587,28 \text{ l/s}$ ), s povprečnim padcem  $I = 1,94 \text{ ‰}$  smo prišli do zaključka, da je zadostna velikost cevi fi 600. Velikost cevi bo ostala ista, razlika bo le, da bomo v isti kanal speljali še meteorno vodo.

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,6}{4}\right)^{2/3} * 0,0194^{1/2} * \pi * 0,3^2 = 741,2 \text{ l/s} \quad (39)$$



- krak E4

Slednji se tudi nahaja v obrtno-industrijski coni. Zaradi istih razlogov kot v zgornji točki uvedemo tudi tukaj mešan sistem, in sicer padavinski odtok znaša  $Q = 366,46 \text{ l/s}$ , povprečni padec pa  $I = 2,21 \%$ . Primerna dimenzija cevi je  $\varnothing 500$ .

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,5}{4}\right)^{2/3} * 0,0221^{1/2} * \pi * 0,25^2 = 486,49 \text{ l/s} \quad (40)$$

- zbirni kanal E5

Na območju zbirnega kanala E5 bomo pustili ločen sistem, saj kanal ni postavljen ob obremenjenem cestišču, v večji meri je obdan s kmetijskim zemljiščem in zelenicami. Na dimenzioniranje zbirnega kanala E5 imajo največji vpliv odpadna voda iz kanala E3 in E4, zaradi slednjih bojo dimenzije cevi večje kot sicer. Padavinski odtok znaša tako  $Q = 953,74 \text{ l/s}$ , padec  $I = 2,66 \%$ , koeficient hrapavosti pa  $n_k = 0,015$ .

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,8}{4}\right)^{2/3} * 0,0266^{1/2} * \pi * 0,4^2 = 1869 \quad (41)$$

Kot vidimo je možen pretok skozi cev ( $\varnothing 800$ ) znatno večji od potrebnega. Ob izračunu za manjši profil ( $\varnothing 600$ ), smo ugotovili da nebi mogel prenesti dane obremenitve ( $Q = 867,9 \text{ l/s}$ ), zato smo se odločili za profil cevi  $\varnothing 800$ .

- Zbirni kanal G4

V zbirnem kanalu G4 se združijo kraki G3 in G2 (sestavljeno je še iz kraka G2A in G2B, katera odvajata le komunalno odpadno vodo), z mešanim kanalizacijskim sistemom. Pri dimenzioniranju kanala G4 moremo upoštevati padavinski odtok iz slednjega, kakor tudi padavinski odtok ki pride iz krakov. Zbirni kanal G4 je dolg 73 m, povprečni padec pa znaša 3,7 %, skupen padavinski odtok je  $Q = 1212,7 \text{ l/s}$ .

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{0,8}{4}\right)^{2/3} * 0,037^{1/2} * \pi * 0,4^2 = 2204,4 \text{ l/s} \quad (42)$$

Tudi v tem primeru je kapaciteta cevi  $\varphi$  800 večja od potrebne, kljub temu se odločimo za slednjo, saj manjši profili ne ustrezajo.

- Zbirni kanal G5

V njem se združita krak G1 in kanal G4. Po obstoječem stanju je na kanalu G5 postavljen razbremenilnik, katerega kljub uvedbi novega kanalizacijskega sistema ohranimo in prilagodimo novim zahtevam obremenitve. Izpust bo prav tako ostal v potok Fazan. Padavinski odtok za zbirni kanal G5 znaša  $Q = 2252,5 \text{ l/s}$ , povprečni padec pa  $I = 3 \%$ . S pomočjo Manningove enačbe (enačba 19) določen ustrezen premer cevi, ki je  $\varphi$  1000.

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{1}{4}\right)^{2/3} * 0,03^{1/2} * \pi * 0,5^2 = 3599 \text{ l/s} \quad (43)$$

- Zbirni kanal N1

Kanal N1 dimenzioniramo in zgradimo na novo, z ločenim kanalizacijskim sistemom, saj je celotna trasa kanala postavljena v naravno okolje (kmetijska zemljišča in nizko rastje), iz katerega je nesmiselno odvajati padavinsko vodo. V njem se združi celotno območje zbirnega kanala G in E, s padavinsko odpadno vodo. Odtok skozi zbirni kanal N1 znaša  $Q = 3206,2 \text{ l/s}$ , teren se rahlo vzpenja (višinska razlika je 1,7 m), zato za minimalni padec vzamemo vrednost  $I = 3 \text{ ‰}$ .

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{1,6}{4}\right)^{2/3} * 0,003^{1/2} * \pi * 0,8^2 = 3985,7 \text{ l/s} \quad (44)$$

Zaradi velikega premera cevi, dinamike terena in ekonomskega vidika (globoki izkopi), v jašku J5 predvidimo izgradnjo razbremenilnika z zadrževalnim bazenom, s pomočjo katerega bi dimenzije cevi in padec kanala zmanjšali.

- Zbirni kanal N3

V njem se združita kanal H in N2. Slednja nismo želeli posamezno voditi do čistilne naprave, saj moramo prečkati glavno cesto. Tako potrebujemo le en izkop za postavitev cevi in prekop ceste. Odtok skozi zbirni kanal N3 je  $Q = 3261,2 \text{ l/s}$ . Pri izračunu smo minimalni padec predpostavili  $I = 2,5 \text{ ‰}$ .

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{1,6}{4}\right)^{2/3} * 0,0025^{1/2} * \pi * 0,8^2 = 3638,4 \text{ l/s} \quad (45)$$

- Zbirni kanal N4

Zbirni kanal N4 predstavlja zadnji kanal pred čistilno napravo. Pred samim vtokom v kanal smo predvideli izgradnjo razbremenilnika, z zadrževalnimi bazeni. S pomočjo slednjih bi umirili dotok onesnažene padavinske vode v čistilno napravo. Na tak način bi preprečili nenaden vdor onesnažene vode in omogočili nemoteno delovanje čistilne naprave. Če količina onesnažene vode (10 min naliva s povratno dobo 2 leti) ne bi mogla nemoteno teči skozi napravo zaradi preobremenitve, bi lahko le-ta počakala na prečiščenje v zadrževalnih bazenih. Višek padavinske odpadne vode, bi se preko razbremenilnika odvajala v morje.

V zbirnem kanalu N4 se združi vsa količina odpadne padavinske vode, ki znaša  $Q = 6467,4 \text{ l/s}$ . Za odvod celotne količine padavinskega odtoka z minimalnim padcem  $I = 2,5 \text{ ‰}$ , bi bile primerne cevi dimenzije  $\varnothing 2000$ .

$$Q = \frac{1}{0,015} * \left(\frac{2}{4}\right)^{2/3} * 0,0025^{1/2} * \pi * 1^2 = 6597 \text{ l/s} \quad (46)$$

Z upoštevanjem zadrževalnih bazenov smo predvideli, ob minimalnem padcu  $I = 1 \text{ ‰}$  premer cevi  $\varnothing 1000$ . Pri izgradnji slednjega bi nam problem predstavljali predvsem globoki izkopi (pred ČN kar 6,6m), kar pa bi lahko preprečili s črpališčem in tlačnim vodom.

## 6.6 Čistilna naprava Lucija

Kot smo že v prejšnjih poglavjih povedali, bi na območju naselja Lucija postavili novo komunalno čistilno napravo. S pomočjo slednje bi razbremenili in omogočili boljše delovanje CKČN Piran. Na ČN Lucija bi se priklopilo območje naselja Lucija, Seča, Malija in Mala Seva.

Območje na katerem bi postavili ČN Lucija (označeno na sliki 7), je rahlo dvignjeno od najnižjih predelov naselja. Nahaja se na nadmorski višini 6,1 m. Zaradi višinske razlike bi odvod vode iz čistilne naprave potekal gravitacijsko. Kanal bil speljali vzdolž kanala N4, N3, N2 in K2, kjer bi ob Marini Portorož prešel v morje. Slednje predstavlja najkrajšo pot iz čistilne naprave do odvodnika (morje). Tako bi se lahko še izognili dodatnemu izkopu in posledično dodatnim stroškom izgradnje.

Izliv v morje je običajno urejen tako, da je voda iz čistilne naprave speljana po podmorskem cevovodu, do primerne globine za izpust. Za izbiro ustreznega mesta moramo podrobno preučiti morske tokove na površini in globljih plasteh, smeri vetra, temperaturo in gostoto vode. Zagotoviti moramo, da ta voda iz čistilne naprave v nobenem primeru ne pride na površje in doseže obale. (Kolar 1983)



Slika 8: Območje čistilne naprave Lucija

### 6.6.1 Določanje zmogljivosti čistilne naprave

Vsak posamezen prebivalec predstavlja 1PE (populacijski ekvivalent). Za število prebivalcev, ki se bo priključilo na čistilno napravo uporabimo vrednost števila po 50 letih. Za Majjo, Lucijo in Malo Sevo smo te izračune že opravili.

Naselje Seča šteje 1226 prebivalcev (Vir: Centralni register prebivalcev in Register tujcev, MNZ ter Register prostorskih enot, GURS; <http://www.stat.si>), za izračun prebivalstva po 50 letih, smo povzeli naravni prirastek od naselja Lucija in sicer  $p=0,49\%$ .

$$A = 1226 * \left(1 + \frac{0,49}{100}\right)^{50} = 1565P$$

(1)

Tabela 24: Skupno število prebivalcev

	Št. prebivalcev
Lucija	7747
Malija in Mala Seva	641
Seča	1565
$\Sigma$	9953

Torej obremenjenost iz strani prebivalstva znaša 9953 PE. V Luciji in okolici ni večje industrije, največjega onesnaževalca predstavlja pralnica. Slednja, kot smo že navedli v poglavju 2.4.1 obremeni kanalizacijski sistem in posledično čistilno napravo Lucija za 4000 PE. V Luciji se nahaja še osnovna šola (509 učencev, 87 zaposlenih) cca. 60 PE, Hotel Čeligo cca. 62 PE, upravna poslopja (upravna enota, policijska postaja; cca.100 zaposlenih) 34 PE, Marina Portorož (cca. 100 PE) poleg navedenega pa najdemo še veliko gostinskih obratov.

Če izvedemo enostaven izračun:

$$PE = 9953 + 4000 + 60 + 62 + 34 + 100 = 14209 \text{ PE/dan}$$

Iz izračuna predpostavimo, da bo potrebna zmogljivost ČN Lucija 15000 PE.

BPK<sub>5</sub> je merilo za onesnaženje površinskih in odpadnih vod z razgradljivimi organskimi snovmi. Z njim določimo količino elementarnega kisika, ki ga porabijo mikroorganizmi v procesu razkroja. Proces poteka pri 20 °C. Najpogosteje določamo 5-dnevno potrebo po kisiku (BPK<sub>5</sub>). Pri nas znaša obremenitev BPK<sub>5</sub> na prebivalca na dan 60 [g/(P.dan)]. (Panjan 2010)

Če povzamemo:

$$BPK_5 = 9953P * 60[g/(P. dan)] = 597,18[kg/dan]$$

BPK<sub>5</sub> določamo tudi na vseh industrijskih obratih, ki imajo lahko različne škodljive vplive v naravi. V našem primeru je tak obrat pralnica v Luciji. Iz tabele 5 povzamemo, da 1tona perila proizvede 20 [kg/E], torej dnevno se opere cca. 10ton perila:

$$BPK_5 = 10 * 20[kg/E] = 200[kg/dan]$$

Skupna vrednost BPK<sub>5</sub>, znaša tako za celotno območje dosega ČN Lucija 797 kg/dan.

## 7 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi je predstavljena idejna zasnova novega kanalizacijske sistema za naselje Lucija. Nov sistem bi se ločil od obstoječega, za kar smo primorani postaviti novo čistilno napravo v Luciji. S pomočjo slednje bi razbremenili CKČN Piran in ji omogočili boljše delovanje. Zmogljivost le-te je 33.000 PE. Z analizo demografskih in gospodarskih dejavnikov na območju občine Piran oz. na območju delovanja čistilne naprave smo prišli do predpostavke, da je zmogljivost CKČN Piran premajhna v času turistične sezone (junij-avgust). Na delovanje slednje vpliva tudi vdor morja v kanalizacijski sistem, predvsem na območju mesta Piran, ki v zimskem času večkrat poplavi zaradi višjega plimovanja. Do vdora lahko pride še zaradi slabših tesnitev cevi.

Ob analizi stanja v obravnavanem naselju smo se odločili, da se na novo čistilno napravo Lucija priklopijo območja naselja Seča, Malija, Mala Seva in Lucija. Na tem območju ni razvite večje industrije, največji onesnaževalec je pralnica, ki se nahaja v obrtno-industrijski coni, poleg slednje smo v izračunu zmogljivost čistilne naprave upoštevali še obremenitve osnovne šole, marine (apartmaji, sobe), Hotela Čeligo in upravnih poslopij (upravna enota, policijska postaja). Na podlagi gospodarskih značilnosti in števila prebivalstva smo določili, da bo zmogljivost čistilne naprave Lucija 15.000 PE. Iztok iz čistilne naprave bi tekkel vzporedno s kanali N4, N3, N2 in K2 do morja.

Poleg čistilne naprave je v diplomski nalogi predstavljena še idejna zasnova kanalizacijskega sistema. Slednji bo v določenih predelih ostal nespremenjen. Območja naselja z redkejšo poselitvijo, v višjih predelih bodo še naprej imela ločen sistem odvajanja odpadne vode. Ker je območje redko poseljeno, brez večjih prometnic in obdano z rastjem ter kmetijskimi zemljišči se nam je zdelo nesmiselno poleg komunalne odvajati še padavinsko vodo do čistilne naprave. Meteorna voda je speljana v naravne kanale in hudournike, v nekaterih predelih pa direktno v tla. Kanala E in F, ki prihajata iz območja Malije in Male Seve, ki sta del občine Izola, sta prav tako speljana do ČN Lucija. Druga možnost je, da bi na tem območju zgradili malo čistilno napravo in tako naselji povsem ločili s svojim samostojnim sistemom.

V večjem predelu najgostejše poselitve je že po obstoječem stanju speljan mešan kanalizacijski sistem. Sistem je bil dimenzioniran na padavinski odtok, določene glede na prispevno površino posameznega kanala.

Na območju, ki leži ob cesti ki povezuje Lucijo s Portorožem ter glavni cesti Lucija-Izola-Koper smo predvideli izgradnjo mešanega kanalizacijskega sistema. Zaradi večje asfaltirane površine in velike obremenjenosti cestišča predvidevamo, da bo padavinska voda iz tega območja onesnažena, zato jo odvajamo na čistilno napravo, kjer se bo ustrezno prečistila. Ob Marini Portorož se nahaja veliko

makadamsko parkirišče, katero moramo ustrezno urediti z lovilci olj in maščob ter odvodnjevati v mešan sistem. Trenutno celotna padavinska voda odteka direktno v kanal Fazan. Mešan sistem smo uvedli še v območje obrtno-industrijske cone. Večjih industrijskih obratov ni, najdemo pa veliko obrtnih delavnic, trgovskih in gostinskih obratov. Največji porabnik vode in odvodnik odpadne vode je pralnica. Zaradi velikih parkirišč, cest in možnostjo širitve industrijske cone smo se tudi tukaj odločili za mešan sistem.

Z izgradnjo novega kanalizacijskega omrežja bomo morali zgraditi tudi nove kanale (N1, N2, N3, N4 in F11) s katerimi bomo odpadno vodo prepeljali do čistilne naprave. Odpadna voda iz kanala N1 in N3 se združi in po kanalu N4 nadaljuje pot do čistilne naprave. V jašku, kjer se kanala združita zgradimo razbremenilnik z zadrževalnimi bazeni, s pomočjo katerih umirimo dotok onesnažene vode v čistilno napravo. S tem preprečimo nenaden vdor onesnažene vode in omogočimo nemoteno delovanje čistilne naprave. Višek padavinske vode odvajamo preko razbremenilnika v morje. Zaradi velikega padavinskega odtoka, bodo dimenzije cevi na zgoraj omenjenih kanalih, ter kanalu H7 velike. S pomočjo že obstoječih razbremenilnikov v sistemu in prilagoditvijo le-teh na nove obremenitve, ter izgradnjo zadrževalnih bazenov pripomoremo k zmanjšanju dimenzij profila cevi. Z zmanjšanjem profilov preprečimo neekonomsko izgradnjo kanalizacijskega sistema, globine izkopov so nižje.

V diplomski nalogi smo predstavili eno izmed možnih idejnih zasnov rešitve problematike odvodnje odpadnih voda v občini Piran, s pomočjo katere bi izboljšali trenutno stanje.

## VIRI

Ilić, S. 2014. Idejni načrt odvoda onesnaženih voda iz naselja Korte in Parecag. Diplomaska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba S.Ilić): 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.

Kokalj, G. Idejna rešitev kanalizacijskega sistema za naselja Puštal. Diplomaska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba G.Kokalj): 88 str.

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

Leban, T. Ocena vpliva vnosa rečnih in komunalnih vod v Tržaški zaliv. Diplomaska naloga, Nova Gorica, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju (samozaložba T.Leban): 48 str.

Mlakar, J. Idejna študija odvajanja in čiščenja odpadnih voda v občini Cerčno. Diplomaska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J.Mlakar): 83str.

Panjan, J. 2002. Osnove zdravstvene hidrotehnične infrastrukture. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 289 str.

Panjan, J. 2010. Količinske in kakovostne lastnosti voda (študijsko gradivo). Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Atlas okolja. 2014.

[http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso) (Pridobljeno 13.8.2014.)

Javno podjetje Okolje Piran d.o.o. Piran. 2014.

<http://www.okoljepiran.si/> (Pridobljeno 10. 8. 2014.)

Kamp Lucija . 2014.

<http://www.camp-lucija.si/si/index.html> (Pridobljeno 8. 9. 2014.)

Marina Portorož. 2014.

<http://www.marinap.si/si/> (Pridobljeno 8. 9. 2014.)



Občina Piran. 2014.

<http://www.piran.si/> (Pridobljeno 29. 8. 2014.)

Pipelife d.o.o katalog PVC izdelkov. 2014.

<http://www.pipelife.si/si> (Pridobljeno 5. 8. 2014.)

Statistični urad Republike Slovenije. 2014.

<http://www.stat.si/> (Pridobljeno 25. 7. 2014.)

Zavod za multidisciplinarno raziskovanje in udejstvovanje na področju trajnostnih rešitev, ekologije in humanističnih ved. 2014.

<http://www.eko-humanitatis.org/> (Pridobljeno 3. 9. 2014.)

ARSO. 2012. Meteorološke postaje Portorož- letališče za obdobje (1970-2008). Republika Slovenija: loč. pag.

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje od leta 2005 do leta 2017. Uradni list RS št 83/99: 41 str.

Poročilo o obratovalnem monitoringu odpadnih vod. 2013. Pralnica Lucija d.o.o

## **PRILOGE**

A Grafične priloge

A1 Obstoječe stanje

A2 Idejna rešitev

A3 Vzdolžni profili

B Tabelarične priloge

B1 Mesečna poraba vode Pralnica Lucija d.o.o

B2 Izračun komunalne odpadne vode v obstoječem ločenem sistemu

B3 Osnovni hidravlični izračun na novem mešanem sistemu