

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:

Draksler, M., 2013. Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju Potniškega centra Ljubljana. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Rakar, A.): 76 str.

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:

Draksler, M., 2013. Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju Potniškega centra Ljubljana. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Rakar, A.): 76 pp.

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 ŠTUDIJ  
VODARSTVA IN  
KOMUNALNEGA  
INŽENIRSTVA

Kandidat:

**MATJAŽ DRAKSLER**

**TEHNIČNO-EKONOMSKI VIDIKI OPREMLJANJA  
STAVBNIH ZEMLJIŠČ NA OBMOČJU POTNIŠKEGA  
CENTRA LJUBLJANA**

Diplomska naloga št.: 216/VKI

**TECHNICAL AND ECONOMIC ESPECT OF  
EQUIPPING BUILDING LAND IN THE AREA OF  
LJUBLJANA PASSENGER CENTER**

Graduation thesis No.: 216/VKI

**Mentor:**

izr. prof. dr. Albin Rakar

**Predsednica komisije:**

doc. dr. Mojca Šraj

**Član komisije:**

izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

Ljubljana, 26. 11. 2013

## **STRAN ZA POPRAVKE**

### **Stran z napako**

### **Vrstica z napako**

### **Namesto**

### **Naj bo**

#### **Namesto**

Draksler, M., 2013. Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju PCL Dipl. nal. –  
UNI. Ljubljana, UL FGG, Študij vodarstva in okoljsko gradbeništvo.

#### **Naj bo**

Draksler, M., 2013. Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju PCL Dipl. nal. –  
UNI. Ljubljana, UL FGG, Študij vodarstva in komunalnega inženirstva.

## **IZJAVE**

Podpisani Matjaž Draksler izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju Potniškega centra Ljubljana«.

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

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

Ljubljana, 20. 9. 2013 Matjaž Draksler

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

<b>UDK:</b>	338.465:711.8(497.4Ljubljana)(043.2)
<b>Avtor:</b>	Matjaž Draksler
<b>Mentor:</b>	izr. prof. dr. Albin Rakar
<b>Naslov:</b>	Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju Potniškega centra Ljubljana
<b>Obseg in oprema:</b>	76 str., 31 pregl., 24 sl., 1 pril.
<b>Ključne besede:</b>	komunalni kolektor, različne možnosti polaganja komunalnih vodov, stroškovna ocena posamezne variantne rešitve, metoda izračuna, komunalna oprema, komunalna infrastruktura, PCL, Potniški center Ljubljana

### **Izvleček**

V diplomski nalogi je predstavljeno območje Potniškega centra Ljubljana, na katerem je predvidena izgradnja novih objektov. Za njihovo nemoteno oskrbo je potrebno zgraditi novo komunalno infrastrukturo, ki mora biti zgrajena v skladu s standardi in normativi. V prvem delu naloge sta medsebojno primerjani varianti polaganja komunalne opreme glede na različne možnosti polaganja. Kriteriji za primerjavo variantnih rešitev so: zanesljivost oskrbe, zasedenost urbanega prostora, gradbena dela, tekoče in investicijsko vzdrževanje, stroškovne posledice in zagotavljanje potrebnih finančnih sredstev za kritje stroškov. Prva variantna rešitev vsebuje komunalni kolektor, zato je v nadaljevanju ta podrobno opisan z vsemi značilnostmi in zahtevami. Ta variantna rešitev je povzeta po PGD projektu. Druga varianta pa temelji na prostem polaganju komunalne infrastrukture v tla. Predstavljene so zahteve, ki nastanejo pri takem polaganju. Varianta je plod dela avtorja in temelji na zahtevah, ki jih postavlja obstoječi prostor z obstoječimi ovirami in upošteva tehnične zahteve upravljavcev komunalne infrastrukture. V zadnjem delu naloge pa so opisani stroški, ki nastanejo pri obeh variantnih rešitvah in metode kako postopati v primeru, da teh ocen stroškov ni mogoče pridobiti. Stroški so deljeni na investicijske stroške in stroške, ki nastanejo v času obratovanja oziroma življenjske dobe.

## **BIBLIOGRAPHIC –DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:**

**Author:** Matjaž Draksler

**Supervisor:** Assoc. Prof. Albin Rakar, Ph.D.

**Title:** Technical and economic aspects of equipping building land in the area of Ljubljana Passenger Centre

**Notes:** 76 p., 31 tab., 24 fig., 1 ann.

**Key words:** utility tunnel, different alternative variants of installing common utility ducts, estimation of expenses for each alternative variant, method of calculation, public utilities infrastructure, municipal infrastructure, Ljubljana Passenger Centre

### **Abstract**

This thesis presents the envisaged construction of new facilities in the area of Ljubljana Passenger Centre. A new municipal infrastructure shall be built in accordance with the standards and norms for the continuous supply of the facilities. In the first part of the paper the two variants or alternative solutions of installation of utilities are mutually compared, according to different installation options. The criteria for comparing the two alternative solutions are: safety of supply, utilization of urban space, construction work, current and investment maintenance, cost implications and ensuring the necessary funding to cover the costs. The variant no. one implies the use of utility tunnel, so it is described in detail with all the features and requirements. This solution is taken from the building permit project. The variant no. two is based on the free installation of municipal utilities infrastructure in the ground. The requirements resulting from such installation are presented in the second part of the paper. This variant is the result of the author's work and is based on the requirements posed by the existing space with the existing limitations and the technical requirements of the operators of municipal infrastructure. In the last part of the paper the costs incurred by the two alternative variants are described, as well as the methods how to proceed in the event that these cost estimates cannot be obtained. The costs are divided into investment costs and the expenses incurred during the operating period or lifespan of the infrastructure.

## **KAZALO VSEBINE**

<b>STRAN ZA POPRAVKE .....</b>	<b>I</b>
<b>IZJAVE .....</b>	<b>II</b>
<b>BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....</b>	<b>III</b>
<b>BIBLIOGRAPHIC –DOCUMENTALISTIC INFORMATION.....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE.....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>IX</b>
<b>SLOVAR MANJ ZNANIH BESED IN TUJK.....</b>	<b>X</b>
<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 Opis območja .....	2
1.2 Opredelitev zahtevane komunalne infrastrukture na območju PCL.....	4
1.2.1 Vodovodno in kanalizacijsko omrežje.....	4
1.2.2 Elektro-energetsko omrežje.....	5
1.2.3 Telekomunikacijsko omrežje .....	5
1.2.4 Vročevodno omrežje in hladilni sistem .....	5
1.2.5 Plinovod .....	6
1.3 Opremljanje stavbnih zemljišč.....	6
<b>2 PRIMERJAVA RAZLIČNIH MOŽNOSTI POLAGANJA KOMUNALNIH VODOV ZA POTREBE OPREMLJANJA STAVBNIH ZEMLJIŠČ NA OBMOČJU PCL .....</b>	<b>10</b>
2.1 Zanesljivost oskrbe.....	10
2.2 Zasedenost urbanega prostora.....	11
2.3 Gradbena dela .....	11
2.4 Tekoče in investicijsko vzdrževanje.....	12
2.5 Stroškovne posledice.....	13
2.6 Zagotavljanje potrebnih finančnih sredstev za kritje stroškov.....	15
<b>3 IZDELAVA (PREVZEM) IDEJNE ZASNOVE KOMUNALNEGA OPREMLJANJA ZA DEL OBMOČJA PCL GLEDE NA RAZLIČNE MOŽNOSTI POLAGANJA VODOV .....</b>	<b>16</b>
3.1 Prva varianta, komunalna infrastruktura s komunalnim kolektorjem .....	16
3.1.1 Komunalni kolektor in komunalna infrastruktura v njem .....	17

3.1.2 Oblika komunalnega kolektorja.....	18
3.1.3 Tipični prečni prerez in dimenzije .....	18
3.1.4 Komunalna infrastruktura v komunalnem kolektorju .....	19
3.1.5 Predvidena komunalna infrastruktura na območju PCL .....	27
3.2 Druga varianta, komunalna infrastruktura brez komunalnega kolektorja .....	35
3.2.1 Horizontalna oddaljenost med paralelnimi trasami posamezne komunalne infrastrukture ..	35
3.2.2 Opis tras predvidene komunalne infrastrukture druge variante v prostoru .....	38
3.2.3 Utemeljitev tras predvidene komunalne infrastrukture druge variante v prostoru.....	44
<b>4 STROŠKOVNA OCENA POSAMEZNE VARIANTE .....</b>	<b>49</b>
4.1 Investicijski stroški.....	49
4.1.1 Investicijski stroški prve variante .....	49
4.1.2 Investicijski stroški druge variante .....	54
4.2 Stroški, ki nastanejo v času obratovanja.....	57
4.2.1 Stroški, ki nastanejo v času obratovanja prve variante.....	57
4.2.2 Stroški, ki nastanejo v času obratovanja druge variante.....	60
4.3 Analiza stroškovne upravičenosti izgradnje komunalnega kolektorja.....	67
<b>5 ZAKLJUČEK .....</b>	<b>68</b>
<b>VIRI.....</b>	<b>71</b>
<b>PRILOGA A: ZBIRNI NAČRT KOMUNALNIH VODOV ZA OBMOČJE PCL .....</b>	<b>A</b>



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Predvidena nova komunalna infrastruktura in pripadajoča dolžina .....	8
Preglednica 2: Možne variante polaganja komunalne infrastrukture, razporejene po posamezni komunalni infrastrukturi.....	9
Preglednica 3: Dimenzije vodov, dolžine in material za predvideno vodovodno omrežje.....	29
Preglednica 4: Pregledna preglednica odmikov med posamezno komunalno infrastrukturo .....	37
Preglednica 5: Preglednica odmikov med posamezno komunalno infrastrukturo.....	38
Preglednica 6: Investicijski stroški izgradnje komunalnega kolektorja z javno razsvetljavo .....	50
Preglednica 7: Investicijski stroški izgradnje elektro-energetskega omrežja SN .....	50
Preglednica 8: Investicijski stroški izgradnje telekomunikacijskega omrežja.....	51
Preglednica 9: Investicijski stroški izgradnje vodovodnega omrežja .....	52
Preglednica 10: Investicijski stroški izgradnje vročevodnega omrežja.....	52
Preglednica 11: Investicijski stroški izgradnje meteorne kanalizacije .....	52
Preglednica 12: Investicijski stroški izgradnje fekalne kanalizacije.....	53
Preglednica 13: Investicijski stroški izgradnje glede na posamezno komunalno infrastrukturo .....	53
Preglednica 14: Investicijski stroški izgradnje glede na posamezno komunalno infrastrukturo, z razdeljenimi investicijskim stroški komunalnega kolektorja med komunalne vode znotraj komunalnega kolektorja .....	54
Preglednica 15: Investicijski stroški izgradnje elektro-energetskega omrežja SN .....	55
Preglednica 16: Investicijski stroški izgradnje telekomunikacijskega omrežja.....	55
Preglednica 17: Investicijski stroški izgradnje vodovodnega omrežja .....	56
Preglednica 18: Investicijski stroški izgradnje vročevodnega omrežja.....	56
Preglednica 19: Investicijski stroški izgradnje glede na posamezno komunalno infrastrukturo .....	57
Preglednica 20: Investicijski stroški prve variante s pripadajočimi letnimi zneski amortizacije.....	58
Preglednica 21: Letni stroški vzdrževalca komunalnega kolektorja po posamezni komunalni infrastrukturi.....	59
Preglednica 22: Stroški letne amortizacije, vzdrževalca in vsota vseh letnih stroškov .....	60
Preglednica 23: Stroški popravila glede na posamezno komunalno infrastrukturo in variantno rešitev	62
Preglednica 24: Stroškovna ocena odprave napake glede na število napak na posamezni komunalni infrastrukturi po drugi varianti .....	62
Preglednica 25: Povprečen čas intervencije glede na variantno rešitev .....	63
Preglednica 26: Površina zapore ceste posamezne variantne rešitve .....	63
Preglednica 27: Povprečni letni dnevni promet in povprečni letni urni promet po Trgu OF, Vilharjevi cesti in Dunajski cesti .....	64
Preglednica 28: Strošek cestne zapore glede na posamezen cestni odsek in komunalno infrastrukturo	64

Preglednica 29: Celotni in letni stroški obvoza v primeru zapore Trga OF .....	65
Preglednica 30: Zneski letne amortizacije po posamezni komunalni infrastrukturi druge variante .....	65
Preglednica 31: Celotni letni stroški druge variante .....	66

## KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz območja, predvidenega za novogradnjo PCL .....	2
Slika 2: Predvideni in obstoječi komunalni kolektor na širšem območju PCL .....	16
Slika 3: Možne oblike komunalnih kolektorjev (Stein, 2002: str. 62).....	18
Slika 4: Prečni prerez komunalnega kolektorja, horizontalna delitev (Stein, 2002: str. 64).....	19
Slika 5: Sestava elektro-energetskega kabla (Stein, 2002: str. 191).....	21
Slika 6: Pritrjevanje s spojkami (Stein, 2002: str. 194).....	22
Slika 7: Nivoji polic znotraj komunalnega kolektorja (Stein, 2002: str. 196) .....	23
Slika 8: Sistem pritrditve vodovoda v komunalnem kolektorju (Stein, 2002: str. 163).....	24
Slika 9: Sistem za uravnavanje raztezkov in skrčkov na vročevodu ali hladovodu (Stein, 2002: str. 134) .....	25
Slika 10: Pritrjevanje vročevodne cevi, drsni ležaj (Stein, 2002: str. 127).....	25
Slika 11: Prikaz razporeditve komunalne infrastrukture znotraj komunalnega kolektorja.....	27
Slika 12: Sektorji predvidenega komunalnega kolektorja.....	28
Slika 13: Predviden vodovod znotraj komunalnega kolektorja .....	30
Slika 14: Predvideno elektro-energetsko omrežje znotraj komunalnega kolektorja .....	31
Slika 15: Prikaz poteka vročevoda v komunalnem kolektorju .....	32
Slika 16: Prikaz telekomunikacijskih vodov znotraj komunalnega kolektorja.....	33
Slika 17: Prikaz predstavitev kanalizacijskega omrežja zaradi izgradnje komunalnega kolektorja .....	34
Slika 18: Prikaz predvidenega vročevodnega omrežja .....	39
Slika 19: Prikaz predvidenega elektro-energetskega omrežja srednje napetosti s TP.....	40
Slika 20: Prikaz predvidene javne razsvetljave .....	41
Slika 21: Prikaz predvidenega vodovodnega omrežja .....	42
Slika 22: Prikaz predvidenega telekomunikacijskega omrežja.....	42
Slika 23: Prikaz objektov in vodov kanalizacijskega omrežja, ki jih ni potrebno zgraditi glede na prvo variantno rešitev .....	43
Slika 24: Prikaz tipičnega prereza komunalne infrastrukture znotraj cestnega telesa z upoštevanjem horizontalnih odmikov .....	44

## **SLOVAR MANJ ZNANIH BESED IN TUJK**

**Komunalna infrastruktura ali komunalna oprema območja** — oba izraza sta enakovredna in v svojem strogem pomenu pomenita skupek vseh komunalnih vodov in objektov na nekem območju. To so vodi in objekti na omrežjih vročevoda, vodovoda, javne razsvetljave, telekomunikacij, kanalizacije, plinovoda in elektro-energetike.

**Meteorna kanalizacija** je del kanalizacijskega sistema po katerem se pretakajo samo vode, ki nastanejo ob padavinah (sneg in dež).

**Fekalna kanalizacija** je del kanalizacijskega sistema, po katerem se pretaka voda iz gospodinjstev in industrije. Voda je onesnažena in zato je nujno, da se taka kanalizacija konča s čistilno napravo.

**Komunalni kolektor** je podzemni objekt, znotraj katerega so napeljani vodi komunalne infrastrukture.

**Gospodarske javne službe** so službe, s katerimi se zagotavljajo materialne javne dobrine (v nadaljnjem besedilu: javne dobrine) kot proizvodi in storitve, katerih trajno in nemoteno proizvodnjo v javnem interesu zagotavlja Republika Slovenija (v nadaljnjem besedilu: republika) oziroma občina ali druga lokalna skupnost (v nadaljnjem besedilu: lokalna skupnost) zaradi zadovoljevanja javnih potreb, kadar in kolikor jih ni mogoče zagotavljati na trgu. (<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199332&stevilka=1350>)

**SVTK** so signalno varnostni in telekomunikacijski kabli, te kable uporabljajo Slovenske železnice za nadzor kretnic in svetlobne signalizacije na železniških progah.

**TK** je kratica za telekomunikacijski kabel.

**TKK** je kratica za telekomunikacijsko kabelsko kanalizacijo.

**EKK** je kratica za elektro-energetsko kabelsko kanalizacijo.

**TP** je kratica za trafo postajo. To je objekt na elektro-energetskem omrežju, kjer se zgodijo spremembe električne napetosti.

**NL** je nodularna litina, vrsta litine, iz katere so narejene vodovodne cevi.

**PLDP** je povprečni letni dnevni promet.

**DN** je notranji premer cevi.

## UVOD

V času hitrega napredka tehnologije in s tem tudi komunale infrastrukture se prepogosto dogaja, da je zaradi gradnje novih tehnologij potrebno razkopavati cestno telo. Zgodijo se tudi napake na obstoječih komunalnih omrežjih, ki zahtevajo popravila in poseganje v cestno telo, saj se večina komunalnih vodov v urbanih območjih nahaja znotraj cestnega telesa. Glavna razloga za to sta ekonomske in pravne narave. Ceste so v večini primerov v občinski ali državni lasti. Komunalna infrastruktura je lokalnega pomena in predstavlja gibalno razvoja območja. Tako je edina logična rešitev, da se komunalna infrastruktura nahaja znotraj cestnega telesa.

Vendar pa s posegi v cestno telo le-to izgubi na svoji enovitosti in je s tem v večji meri podvrženo zunanjim vplivom. S tem se zmanjšuje življenjska doba in povečujejo se stroški vzdrževanja. V kolikor bi bila komunalna infrastruktura zgrajena na drugačen način, bi to lahko preprečili.

Pri vsem tem je potrebno zavedanje, da komunalno opremo načrtujemo za prihodnost, saj je amortizacijska doba komunalne infrastrukture med 40. in 50. leti. Življenjska doba pa je še nekaj 10 let daljša. Je potemtakem resnično potrebno stalno prekopavanje cestnega telesa?

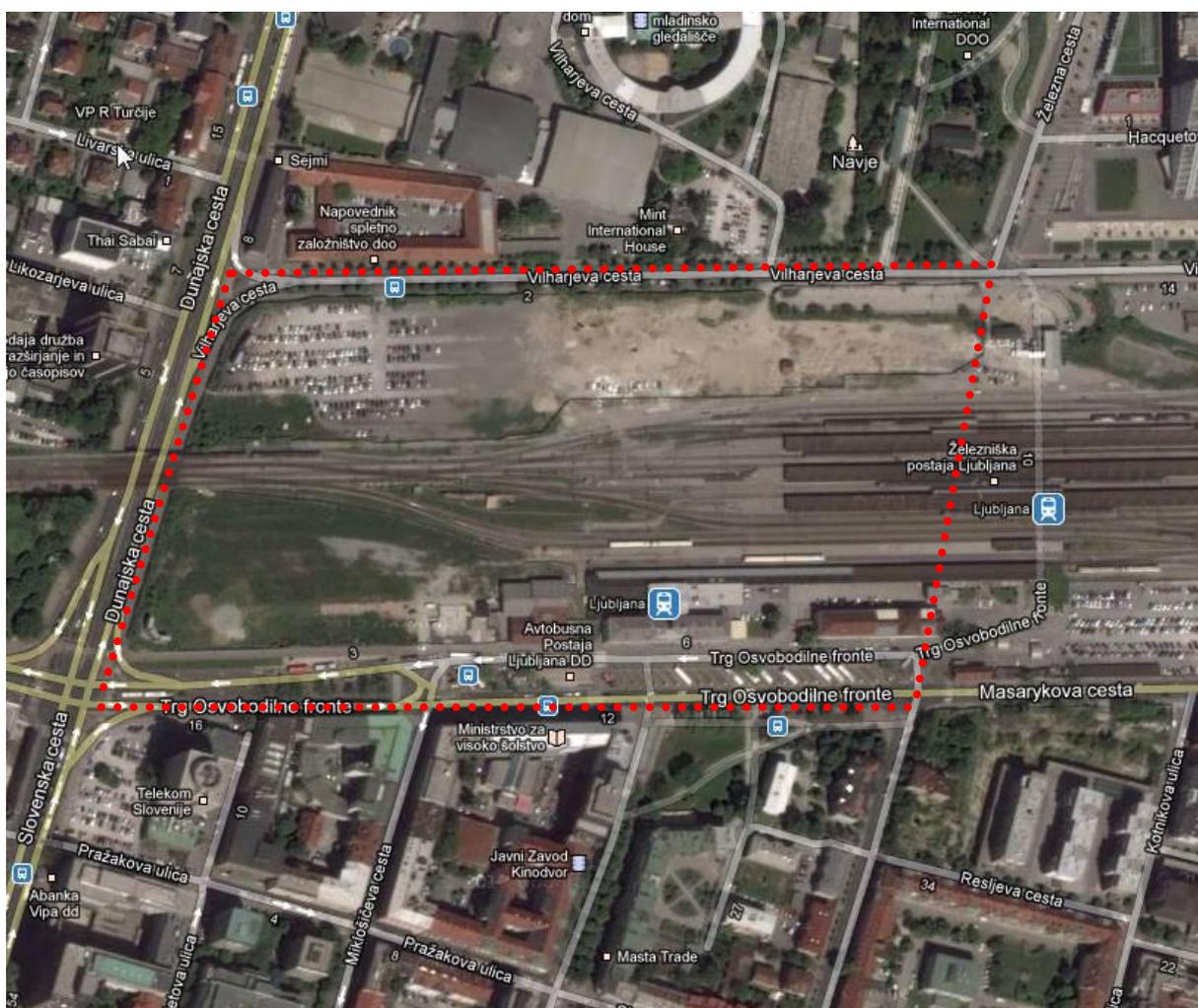
S samim načrtovanjem in izbiranjem različnih metod za polaganje komunalne infrastrukture se tem pojavom lahko izognemo. Vendar pa je trenutno gibalno razvoja v rokah kapitala. Lastniki kapitala preverijo samo, kakšni so investicijski stroški za različne možnosti polaganja komunalne infrastrukture. Ne zanima jih, kaj se bo z infrastrukturo dogajalo po izgradnji, kakšni bodo stroški potem, saj te stroške nosi občina oziroma jih prevale na končne uporabnike. Na podlagi najnižje cene investicije se večinoma odločijo za prost vkop komunalnih vodov v tla.

V tej nalogi bom skušal prikazati elemente, ki nam nakazujejo, kateri način polaganja komunalne infrastrukture je bolj smiseln za dano območje. Kakšne so potrebe po komunalni infrastrukturi? Kateri so možni načini polaganja komunalnih vodov? Kakšna je zasedenost urbanega prostora? Kakšni so osnovni principi komunalnega kolektorja? Kateri stroški nastanejo v času gradnje in v času obratovanja glede na način polaganja komunalnih vodov? Katere stroške in podatke potrebujemo za primerjavo dveh različnih variantnih rešitev komunalne opreme obravnavanega območja?

Cilj te naloge je predstaviti tehnične normative komunalne opreme, kako so ti povezani z načinom polaganja le-te in kakšni stroški pri tem nastanejo. Določiti katera variantna rešitev je iz ekonomskega vidika bolj primerna oziroma stroškovno upravičena.

## 1.1 Opis območja

Na območju glavne železniške in glavne avtobusne postaje v Ljubljani je predvidena gradnja novih objektov. S to gradnjo so v danem prostoru predvidene velike spremembe. Območje, ki je namenjeno novogradnjam, nosi ime Potniški center Ljubljana (PCL) in ima naslednje meje v prostoru. Na severu mejo območja predstavlja Vilharjeva cesta, na zahodu Dunajska cesta, na jugu Trg Osvobodilne fronte (Trg OF) in Masarykova cesta. Meja na vzhodnem delu območja pa je navidezna črta, ki povezuje Železno cesto na severu z Resljevo cesto na jugu. Celotno območje je v primerjavi s svojo okolico dokaj nepozidano. To območje v veliki meri pokrivajo železniški tiri, parkirne površine, zelenice in nekateri že obstoječi objekti.



Slika 1: Prikaz območja, predvidenega za novogradnjo PCL

Glavne značilnosti, ki jih je potrebno upoštevati pri nadaljnjem razvoju tega območja, so:

- že obstoječa komunalna infrastruktura,
- del cestnega omrežja spada v notranji cestni obroč Ljubljane,
- visoka stopnja tranzita.

Obstoječa komunalna infrastruktura omogoča obstoječim objektom nemoteno delovanje in služenje namenu, za katerega so bili zgrajeni. Deluje v skladu s predpisi in tako zagotavlja kakovostno storitev za njene uporabnike. Kvantitativno to pomeni, da so premeri cevi zadostni, oziroma da je število vodov takšno, da je uporaba omrežja zanesljiva in v skladu s predpisi. Večina obstoječe komunalne infrastrukture se nahaja znotraj cestnih površin. Omrežja različnih komunalnih infrastruktur so zelo prepletena med seboj in tako predstavljajo velik problem pri načrtovanju nove komunalne infrastrukture.

Masarykova cesta in Trg OF predstavljata notranji cestni obroč mesta Ljubljane. Njegov namen je, da iz samega mestnega jedra preusmeri čim večji delež prometa. Tako ljudje, ki nimajo namena iti v center mesta, le-tega preprosto obvozijo. Gre za cestni del, ki je zelo obremenjen, tako z motornim prometom, kot tudi s pešci in kolesarji. Poleg vsega pa ta del cestnega omrežja predstavlja glavno povezavo zahodnega dela Ljubljane s kliničnim centrom. To pa ob veliki frekvenci reševalnih vozil predstavlja še dodaten stres in pazljivost za vse udeležence v prometu in ruši ustaljeni red.

Pešci na obravnavanem območju predstavljajo velik del prometa, saj se tu nahajata glavna železniška postaja in glavna avtobusna postaja v Ljubljani. Križajo se različni tokovi dnevnih migracij. Zato v jutranjih urah, ko ljudje prihajajo v Ljubljano na delo, v šole, po opravkih na uradih in v popoldanskih urah, ko se vračajo nazaj proti domu, tu prihaja do zastojev v prometu. Veliko število ljudi na tako majhni površini s premajhnimi površinami za pešce. Da o kolesarjih niti ne govorimo, saj imajo na splošno premalo prostora, oziroma jim ga zasedejo pešci, ki se ne držijo cestno prometnih predpisov. Za še bolj zapleteno situacijo pa poskrbi visoka gostota pozidave. S tem je povezana nezmožnost širjenja obstoječe cestne infrastrukture.

Na opisanem območju je predvidena izgradnja objektov pod skupnim imenom Emonika city center, in sicer:

- nakupovalnega in zabavišnega centra,
- železniške postaje,
- poslovne stolpnice,
- avtobusne postaje in parkirne hiše nad njo.

Vsi ti objekti imajo z vidika komunalne opreme za normalno delovanje in opravljanje svojih funkcij

svoje zahteve. Zato je potrebno pred samo izgradnjo objektov komunalno opremiti stavbna zemljišča, da zadostijo tem potrebam.

## **1.2 Opredelitev zahtevane komunalne infrastrukture na območju PCL**

Vse o možnostih in zahtevah za priključitev objektov na komunalno infrastrukturo predpisuje občina v prostorskih dokumentih. V tem primeru je za dano območje sprejet zazidalni načrt (Odlok o zazidalnem načrtu za območje Potniškega centra Ljubljana), v katerem je navedeno, da se morajo vsi predvideni objekti priključevati na: kanalizacijsko, vodovodno, plinovodno, vročevodno, hladovodno, elektroenergetsko in telekomunikacijsko omrežje. S tem je predpisana tudi struktura same komunalne opreme. Znotraj zazidalnega načrta je tudi opredeljeno, da mora biti posamezna komunalna infrastruktura zgrajena v skladu z obstoječimi standardi in da mora zagotavljati kakovost ter zanesljivost v skladu s pravilniki in zakonskimi določili. Tako morajo projektanti pri načrtovanju dimenzij oziroma števila vodov, materiala, posamezne komunalne infrastrukture in same trase upoštevati vsa predpisana določila ter tako poskrbeti za določen standard. Preučiti morajo obstoječe stanje komunalne opreme in v primeru premajhnih kapacitet ali dotrajanosti sistema predvideti novo komunalno opremo.

Na območju PCL je bila za vsako predvideno komunalno infrastrukturo izdelana projektna dokumentacija, iz katere je razvidno, kakšna količina in kakovost vodov je potrebna za oskrbo predvidenih objektov. Vse rešitve so v skladu s predpisi in obstoječo zakonodajo.

### **1.2.1 Vodovodno in kanalizacijsko omrežje**

Iz projekta št. 2288 V in št. 2966 K, ki ga je izdelalo JP Vodovod – kanalizacija d.o.o. februar 2006, z naslovom: Potniški center Ljubljana, izgradnja in rekonstrukcija vodovodnega in kanalizacijskega omrežja CO 4/2, CT 4/3, CO 4/4, CO 4/5 in CO 5/20 je razvidno, da je povprečna dnevna poraba samo pitne in sanitarne vode za celotno zazidalno področje Potniškega centra 18,65 l/s oziroma 1610 m<sup>3</sup>/dan. Zaradi zagotavljanja požarne varnosti in z upoštevanjem koeficienta nihanja porabe vode pa se količina vode poveča na 130 l/s. Na podlagi tega podatka so kasneje izračunane dimenzije in lastnosti predvidenega vodovodnega omrežja.

V že prej navedeni projektni dokumentaciji je izračunana tudi količina meteorne vode in sanitarne vode. Količina meteorne vode je izračunana po predpostavki, da pride do desetminutnega naliva intenzitete 25 l/s/ha in pogostosti  $n = 0,5$ . Glede na dane predpostavke, velikosti novih objektov in upoštevanju njihove namembnosti ter zahtevo JP Vodovod – kanalizacija d.o.o., ki pravi, da mora čim večji del meteorne vode ponikati, so izračunane velikosti kanalov mešanega kanalizacijskega sistema ter



velikosti ponikovalnih polj.

### **1.2.2 Elektro-energetsko omrežje**

V projektni dokumentaciji z naslovom Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 4.1 Načrt električnih inštalacij in električne opreme, načrt SN elektroenergetskih vodov, PGD, številka načrta ELR2 1177-11, Ljubljana, november 2011, je predvidena vzpostavitev srednje napetostnega elektro-energetskega omrežja. Za zagotavljanje dovolj velike električne napetosti so predvidene naslednje trafo postaje (TP):

- TP centralna hladilna postaja Energetika,
- TP Avtobusna postaja,
- TP Emonika nakupovalni in zabaviščni center sever-1,
- TP Emonika nakupovalni in zabaviščni center sever-2,
- TP Emonika nakupovalni in zabaviščni center jug-1,
- TP Emonika nakupovalni in zabaviščni center jug-2,
- TP Emonika poslovna stolpnica,
- TP Železniška postaja (rezerva).

Vse TP morajo biti vzankane v sistem srednje napetostnih elektro-energetskih vodov 20 kV.

Nizkonapetostni vodi potekajo po kletnih prostorih in niso več predmet tega projekta, ampak so predmet notranjih inštalacij vsakega posameznega objekta.

### **1.2.3 Telekomunikacijsko omrežje**

V projektni dokumentaciji IDZ, št. 5553 z naslovom Načrt telekomunikacij, 6. maj 2005 je zapisano, da predvideno stanje zadošča potrebam po telekomunikacijskih vodnikih. Predvideno stanje predvideva vlečenje telekomunikacijskega kabla po načrtovanem komunalnem kolektorju vzdolž južnega in vzhodnega dela območja. Na severnem delu že stoji komunalni kolektor z obstoječimi telekomunikacijskimi vodi. Tako naj bi po končani izgradnji telekomunikacijski vodi obdajali celotno območje.

### **1.2.4 Vročevodno omrežje in hladilni sistem**

V projektni dokumentaciji Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 5/1, načrt vročevodnega omrežja, PGD, številka načrta 35/C-2700/41717, Ljubljana, december 2011, so za priklop predvidenih objektov na vročevodno omrežje, ki deloma že poteka

deloma pa je načrtovano po samem obodu območja PCL, predvideni trije priključki. Dimenzije le-teh so v skladu s potrebami načrtovanih objektov. Ti priključki so:

- DN 100 za poslovno stolpnico,
- DN 150 za trgovski center – sever,
- DN 150 za trgovski center – jug.

Celotno novo vročevodno omrežje je dimenzij DN 250 in poteka po zahodnem in južnem delu območja znotraj komunalnega kolektorja.

V projektni dokumentaciji Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 0-vodilna mapa, PGD, številka projekta 7227, Ljubljana, november 2011, je predviden prostor za centralno hladilno postajo (CHP) na območju predvidene avtobusne postaje. Ta prostor mora biti povezan z vročevodnim omrežjem. Same razvodne cevi hladovodnega sistema po območju PCL so dimenzij velikostnega reda od DN 150 do DN 300 in so dimenzionirane glede na predvideno količino odzema glede na predvidene objekte. Vročevodni priključek do CHP je dimenzije DN 300.

### **1.2.5 Plinovod**

Iz projektne dokumentacije Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 5.2 Načrt predstavitev dela plinovoda N-27000 na zahodnem območju PCL, PGD, številka načrta 27000/41723, Ljubljana, november 2011, je razvidno, da na območju PCL prihaja samo do predstavitev plinovodnega omrežja zaradi umikanja ostali komunalni infrastrukturi oziroma zaradi rušenja nekaterih objektov. Predvideno je tudi 88 m novega plinovoda za potrebe predvidene poslovne stolpnice in trgovskega centra. Ker je ta plinovod definiran le kot priključek, lahko trdimo, da obstoječe plinovodno omrežje lahko zadosti vsem predvidenim potrebam na območju PCL.

### **1.3 Opremljanje stavbnih zemljišč**

Komunalno opremljanje stavbnih zemljišč je zagotavljanje komunalne opreme ter objektov in omrežij druge gospodarske javne infrastrukture, ki so potrebni, da se lahko prostorske ureditve oziroma objekti, ki so načrtovani s prostorskimi akti, izvedejo in služijo svojemu namenu. Pri samem načrtovanju opremljanja stavbnih zemljišč je potrebno pozornost nameniti razmisleku, kako se bo območje razvijalo in kakšne bodo s tem razvojem potrebe po komunalni opremi. Občina kot nosilec prostorskega načrtovanja mora poznati odgovore na ta vprašanja. Zato mora v prostorskih aktih predpisati minimalno komunalno opremo ter opisati celoten razvoj območja. Ta minimalna komunalna oprema mora zagotavljati kakovostno oskrbo v skladu s standardi in mora vsebovati časovno razvojno komponento. Časovna komponenta opredeljuje razvoj območja v naslednjih 30 letih in s tem pripadajoče potrebe po

komunalni opremi. Tako mora investitorju zagotoviti vso komunalno opremo, ki je predpisana. Na tak način ne pride do predimenzioniranja ali poddimenzioniranja komunalne opreme. Hkrati pa občina s komunalno opremo stavbnih zemljišč skrbi za razvoj in širjenje samega mesta oziroma obnovo ali dozidavo določenih območij.

Trenutno gradnje in izrabe prostora ne narekujejo občine, ampak v večji meri kapitalsko močni investitorji. Zato se že dogaja, da imajo nekatera območja predimenzionirano ali poddimenzionirano komunalno opremo. V primeru poddimenzionirane komunalne opreme je potrebno na območju zgraditi novo komunalno opremo ali pa razširiti obstoječo. Tako nastanejo nepotrebni stroški oziroma se zamenja komunalna oprema, ki še ni dosegla svoje amortizacijske dobe. V primeru predimenzioniranja pa se lahko zgodi, da komunalna oprema ne deluje v skladu s predpisi in standardi. Primer je lahko kanalizacijsko omrežje, ki v primeru premajhnega sušnega pretoka ne funkcionira, ker je bila cev predimenzionirana. Hkrati pa predimenzionirana komunalna oprema stane več, saj je potreben večji izkop, večja sta tudi strošek materiala in strošek dela. Nastajajo tudi dodatni stroški, v primeru da komunalna oprema ne funkcionira in je potrebno z dodatnimi ukrepi napako odpraviti.

Na območju PCL je potrebno zaradi novih objektov stavbna zemljišča na novo komunalno opremiti, hkrati pa preveriti, katera komunalna oprema je v dobrem stanju in zagotavlja ustrezno kakovost in zanesljivost ter tako omogoča nadaljnjo uporabo.

Obstoječa komunalna infrastruktura na območju PCL vsebuje naslednje komunalne vode in objekte:

- vodovod,
- vročevod,
- elektro-energetski vodi,
- javna razsvetljava,
- telekomunikacije,
- kanalizacija,
- plinovod,
- SVTK ( signalno varnostnimi in telekomunikacijskimi kabli ),
- komunalni kolektor na Vilharjevi cesti.

Ker je večina te opreme že dokaj stare in ne zagotavlja zadostne kakovosti, količine in zanesljivosti za načrtovane objekte, je za pridobitev gradbenega dovoljenja za izgradnjo novih objektov potrebno nekatero komunalno infrastrukturo posodobiti, zgraditi na novo ali dograditi. V projektni dokumentaciji z naslovom Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana (november 2011) je prikazana predvidena ureditev komunalnih vodov, ki zagotavljajo kakovostno in zanesljivo oskrbo območja. V spodnji preglednici je navedena predvidena komunalna infrastruktura in

dolžine, v kateri se le-ta izvede.

Preglednica 1: Predvidena nova komunalna infrastruktura in pripadajoča dolžina

Vrsta komunalne infrastrukture	Dolžina
Vodovod	845 m
Kanalizacija	1740 m
Vročevod	1375 m
Plinovod	88 m
Hladovod	105 m
Javna razsvetljava	2420 m
Elektroenergetsko omrežje – gradbeni del	125 m
Elektroenergetsko omrežje – električni del (dolžina, št. TP)	1600 m, 2 kosa
Telekomunikacijsko omrežje (dolžina, št. TK central)	1538 m, 1 kos

Pri izgradnji nove komunalne infrastrukture imamo na voljo različne možnosti izgradnje. Seveda se moramo držati zakonskih okvirjev in predpisov lokalnih gospodarskih javnih služb, ki s svojimi predpisi določajo količino komunalne infrastrukture glede na značilnosti obravnavanega območja. Tako so za območje PCL možne naslednje variante polaganja komunalne infrastrukture:

- prosti vkop,
- polaganje v komunalni kolektor,
- kabelska kanalizacija.

Možne variante polaganja glede na posamezno komunalno infrastrukturo so podane v preglednici 2, v kateri je z znakom X označena ena iz med možnih variant.

Preglednica 2: Možne variante polaganja komunalne infrastrukture, razporejene po posamezni komunalni infrastrukturi

Komunalna infrastruktura	Prosti vkop	Polaganje v komunalni kolektor	Kabelska kanalizacija
Vodovod	X	X	
Kanalizacija	X		
Vročevod	X	X	
Javna razsvetljava	X		X
Elektro-energetski vodi	X	X	X
Plinovod	X		
Telekomunikacije	X	X	X
Hladovod	X	X	

Zaradi strnjene pozidave ni dovoljeno polaganje komunalne infrastrukture prosto zračno oziroma nadzemno. Tako polaganje zaseda prepotreben prostor, zastira pogled, nima estetskega videza in v urbanih strdiščih predstavlja dodatno nevarnost za ljudi v primeru napake.

## **2 PRIMERJAVA RAZLIČNIH MOŽNOSTI POLAGANJA KOMUNALNIH VODOV ZA POTREBE OPREMLJANJA STAVBNIH ZEMLJIŠČ NA OBMOČJU PCL**

Na obravnavanem območju obstajata dve možni varianti polaganja komunalne infrastrukture. Prva variantna rešitev temelji na polaganju dela komunalne infrastrukture v novi komunalni kolektor. V tem primeru bi bil del komunalne infrastrukture lociran znotraj komunalnega kolektorja. Infrastruktura znotraj komunalnega kolektorja je naslednja: telekomunikacijski vodi, elektro-energetski vodi, vodovod in vročevod. Zunaj sistema komunalnega kolektorja pa bi bili položeni prosto v tla kanalizacija, plinovod in javna razsvetljava. V drugem primeru pa bi bili vsi vodi komunalne infrastrukture položeni direktno v tla. Elektro-energetski vodi in telekomunikacijski vodi bi potekali po kabelski kanalizaciji. Pri primerjavi različnih možnosti se medsebojno primerja samo komunalna infrastruktura, ki v prvi varianti nastopa znotraj komunalnega kolektorja, v drugi varianti pa prosto v tleh, saj le v tem delu prihaja do razlik.

### **2.1 Zanesljivost oskrbe**

Pri prvi variantni rešitvi je možen stalni nadzor vseh vodov znotraj komunalnega kolektorja. S takim nadzorom se hitreje zaznajo napake in zaradi lažjega dostopa se tudi relativno lahko in hitro odpravijo. Čas prekinitve je relativno kratek. Zanesljivost z oskrbo pa na zelo visokem nivoju. Vendar v primeru ko pride do zalitja komunalnega kolektorja z meteorno vodo ali zaradi napake na sistemu vročevoda ali vodovoda, pride do izpada vse komunalne infrastrukture, locirane znotraj komunalnega kolektorja. Seveda je tak primer statistično gledano malo verjeten, ampak možnost obstaja. V takem primeru je zanesljivost z oskrbo majhna, saj namesto izpada ene same komunalne infrastrukture pride do izpada več drugih.

V primeru prosto vkopanih vodov stalni nadzor ni mogoč. Tako zaznamo napako šele, ko se ta odraža na nedelovanju dela omrežja ali ko prihaja do dodatnih izgub. Ko napako odkrijemo, jo je potrebno locirati v prostoru, pripeljati mehanizacijo, narediti izkop, zamenjati del infrastrukture in povrniti izkopani del v prvotno stanje. Če se napaka pojavi v cestni površini, je potrebna še zapora ceste in organizacija obvoza v kolikor je zapora popolna.

Pri primerjavi obeh načinov polaganja komunalne infrastrukture je pomembno dejstvo, ki se nanaša na zanesljivost oskrbe, čas popravila in s tem povezan čas nedelovanja. Tako je zanesljivost definitivno večja v prvem primeru, saj je čas od zaznavanja napake do popravila maksimalno kratek. V prvem primeru lahko napake zaznamo v zgodnji fazi in je zato sanacija hitrejša in cenejša.

## **2.2 Zasedenost urbanega prostora**

Svetla širina načrtovanega kolektorja je 2,4 m, višina 2,5 m. Tako v prostorskem smislu zaseda 2,4 m širok pas površine. Znotraj komunalnega kolektorja se nahajajo elektro-energetski vodi, vodovod, telekomunikacijski vodi in vročevod. Posamezni vodi so znotraj komunalnega kolektorja razporejeni po vsaki zunanji steni tako, da je omogočen centralni prehod. Na vsaki steni prihaja nato še do vertikalne razporeditve. Tako je zagotovljen odmik, ki zagotavlja, da ne prihaja do medsebojnih vplivov med posameznimi komunalnimi infrastrukturami.

V primeru prostega polaganja v tla oziroma v kabelsko kanalizacijo pa za elektro-energetske vode, vodovod, vročevod in telekomunikacijske vode potrebujemo minimalno 2,5 m širine, s tem, da ta širina predstavlja samo odmik med posameznimi komunalnimi vodi. Potrebno je prišteti še minimalno 0,5 m na vsako stran in tako zagotoviti nemoten dostop v primeru izkopa. Več o samih odmikih med posameznimi komunalnimi vodi pa v poglavju, ki opisuje izdelavo idejne zasnove komunalnega opremljanja območja PCL za različne možnosti polaganja vodov. Tako celotna minimalna širina, ki jo zavzamejo ti komunalni vodi, obsega 3,5 m.

Če medsebojno primerjamo prvo in drugo možnost, je razvidno, da prva zaseda manj urbanega prostora za lociranje enake količine komunalnih vodov. Poleg tega pa je nad komunalnim kolektorjem nemoten prehod in možna zasaditev grmovnic ali celo dreves, če je seveda zadostna količina nadkritja. Skratka, tudi urbani prostor, ki se pojavi nad komunalnim kolektorjem, je možno izrabiti v drugačnem smislu, kot prostor nad komunalno infrastrukturo, ki se ne nahaja v komunalnem kolektorju. V primeru prostega vkopa je zasaditev dreves in grmovnic prepovedana.

## **2.3 Gradbena dela**

V primerjavi potrebnega obsega izgradnje je v primeru s komunalnim kolektorjem najprej potrebno zgraditi sam komunalni kolektor. Za njegovo izgradnjo je potrebno najprej izkopati del zemljine, pripraviti tla za polaganje, pripeljati prefabricirane dele, dele zmontirati v končni produkt in hkrati zagotoviti, da bo objekt na koncu vodoneprepusten. Dokler ni celoten objekt končan in beton dovolj trden (star), morajo ostala dela počakati. Nato se znotraj tega objekta namestijo pomožni objekti oziroma police, na katere se kasneje pritrdi in namesti predvidena komunalna infrastruktura. Pri tem je potrebna velika usklajenost ekip, ki so zadolžene za posamezno komunalno infrastrukturo.

V primeru prostega vkopa v tla lahko hkrati ali pa ločeno, odvisno od širine izkopa, polagamo vso komunalno infrastrukturo. Za kabelsko kanalizacijo moramo predvideti jaške in jih obbetonirati. Ostali

del komunalnih vodov potrebuje posteljico, na katero se vodi polagajo. V primeru kabske kanalizacije sledi še namestitvev prefabriciranih delov ali samo obbetoniranje cevi. V primeru vodovoda in vročevoda pa samo zasipanje.

Če primerjamo med seboj oba obsega izgradnje, ima prvi način precej večji obseg, saj potrebujemo najprej komunalni kolektor, v katerega šele kasneje nameščamo vode. V drugem primeru je tudi sam način dela lažji in potrebuje manjša usklajevanja med izvajalci, oziroma je lahko gradnja sočasna. Razlika je tudi pri pridobivanju gradbenega dovoljenja, saj v prvem primeru potrebujemo gradbeno dovoljenje za komunalni kolektor z vsako pripadajočo komunalno infrastrukturo, ki je predvidena znotraj njega. V primeru prostega vkopa pa lahko za vsako posamično komunalno infrastrukturo pridobimo svoje gradbeno dovoljenje.

#### **2.4 Tekoče in investicijsko vzdrževanje**

V primeru, ko je komunalna oprema znotraj komunalnega kolektorja, je izvajanje tekočega in investicijskega vzdrževanja dokaj enostavno. Celotna komunalna infrastruktura je na vidnih mestih in dosegljiva iz samega komunalnega kolektorja. Tako lahko pooblaščen delavci svoje delo opravljajo v vseh vremenskih razmerah, ne potrebujejo dovoljenj o zaporah ceste, rezervne dele lahko v notranjost komunalnega kolektorja spustijo skozi za to predvidene odprtine oziroma lopute. V primeru težkih delov (cevi vročevoda) si pomagajo z mehanizacijo. Vendar je zaradi neaktivne ventilacije v samem komunalnem kolektorju potrebno paziti, kakšno mehanizacijo uporabljamo. Pri vseh investicijskih popravilih je potrebno poznati tudi zahteve ostale infrastrukture znotraj komunalnega kolektorja, da ne pride do nesreč zaradi vzajemnega učinka in poškodb na drugih komunalnih vodih.

Tekoče vzdrževanje je v primeru, ko je komunalna infrastruktura zakopana v tla, omogočeno le skozi komunalne jaške. Ti se lahko nahajajo tudi na sredi cestišča ali kolesarske steze. Zato je pomembno, da se v primeru odprtega jaška zavaruje vstop in prepreči nezgode. Samo dostopanje je precej bolj zamudno v primerjavi s prvo varianto. V tem primeru je potrebno najprej priti do jaška, po možnosti ustaviti promet, zaščititi vhod in šele nato vstopiti v sam jašek in opraviti tekoča vzdrževalna dela. Vsa dela ne morajo potekati v vseh vremenskih razmerah. V primeru investicijskih del, ki se pojavijo, ko je potrebno del komunalne opreme zaradi dotrajanosti zamenjati, pa je potrebno del infrastrukture odkopati, nato zamenjati in povrniti v prvotno stanje. Celoten postopek je zelo enostaven, če se delo dogaja na zelenici. A velik del komunalne infrastrukture je lociran pod cestiščem in zato prihaja do cestnih zapor ter do uničenja zgornjega ustroja asfalta.

Vzdrževalna dela na komunalni infrastrukturi v komunalnem kolektorju se tako bistveno lažje opravijo kot vzdrževalna dela na komunalni infrastrukturi, ki je položena direktno v tla. Delavec za izvajanje teh



del v komunalnem kolektorju pa mora biti bolj izurjen, saj mora poznati vzajemne učinke med posameznimi komunalnimi infrastrukturami. Prav tako lažji dostop do komunalne opreme pomeni lažje investicijsko vzdrževanje. Tu ni potrebnih posebnih dovoljenj za poseg na omrežju in zaščite gradbišča oziroma gradbene jame. Po končanem posegu ni potrebno povrniti gradbenega dela parcele v prvotno stanje.

## 2.5 Stroškovne posledice

Zaradi razlik med obema variantama v smislu zanesljivosti oskrbe, potrebne zasedenosti prostora, potrebnega obsega izgradnje in v končni fazi tudi potrebnega obsega vzdrževanja, prihaja do razlik tudi pri samih stroških, ki nastanejo v času izgradnje in v času obratovanja. Tako bo za vsako varianto posebej predstavljena struktura stroškov, ki jih pričakujemo. O velikostnem rangju pa je težko govoriti, saj se lahko razlikujejo od primera do primera. Velikostni razredi posameznih stroškov bodo zapisani v poglavju, kjer bomo medsebojno primerjali obe varianti, ovrednoteni s strani projektantov in izvajalcev gospodarskih javnih služb.

Vsaka varianta ima predvidene stroške razdeljene na:

- neposredni stroški:
  - investicijski stroški,
  - stroški obratovanja in vzdrževanja,
  - stroški upravljanja.
- posredni stroški:
  - stroški prekinitve delovanja sistema.

Med investicijske stroške štejemo vse stroške, ki nastanejo v času izgradnje komunalne infrastrukture. Sem sodijo tudi odkupi parcel, služnostne pogodbe, plačila raznih pristojbin, nabava materiala, izkop gradbene jame, zidarska dela, gradbena dela, montaža, itd. Seveda ne smemo pozabiti tudi na projektno dokumentacijo. Skratka, vsi stroški od začetka investicije pa do točke, ko je komunalna oprema predana svojemu namenu in ima za to potrebna dovoljenja.

Stroški obratovanja in vzdrževanja nastajajo med samim delovanjem komunalne infrastrukture. Med te stroške med drugim prištevamo stroške popravil, rednega vzdrževanja sistemov (naoljenje ventilov, odmašitve blatnikov na vodovodu, itd.), in stroške električne energije oziroma drugih energentov za zagotavljanje predvidenega standarda oskrbe (pogonski agregati v črpališčih) itd.

Stroške upravljanja ima vsaka gospodarska javna služba z zagotavljanjem določenega standarda oskrbe.

Najbolj prepoznaven primer je JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o., ki mora zagotoviti zadostno količino kakovostne vode v omrežju. Voda mora biti laboratorijsko pregledana. Ta pregled predstavlja stroške upravljanja. Naslednji tak primer je stalni pregled objektov na omrežju (črpališče, merilne postaje, itd.).

Med posrednimi stroški, ki nastanejo zaradi prekinitve sistema, se zdijo najbolj pomembni stroški, ki nastanejo zaradi cestnih zapor in s tem povezanimi obvozi ter zastoji. Poleg tega pa so tu stroški, ki nastanejo zaradi uničenja tuje lastnine. Na primer poplava kleti zaradi počene cevi vročevoda.

Tako naj bi imela prva varianta višje investicijske stroške v primerjavi s posamičnim polaganjem komunalne infrastrukture v tla. S. Trček v knjigi z naslovom Racionalizacija komunalnega urejanja naselij navaja, da je instalacija komunalne infrastrukture v komunalni kolektor za 9% cenejša kot če polagamo vsako komunalno infrastrukturo posebej in časovno neuskklajeno. Če pa primerjamo polaganje komunalne infrastrukture prosto v tla s skupnim izkopom, se pravi s časovno usklajeno izgradnjo, pa je varianta s komunalnim kolektorjem za 20% do 30% dražja (Trček, 1968).

Če ta razmerja še vedno držijo, bo znano ob končni primerjavi obeh variant.

Pri stroških obratovanja in vzdrževanja se varianti med seboj močno razlikujeta. Po prvi varianti je namreč možen stalni nadzor nad vsemi vodi komunalne infrastrukture in je tako zaradi lažjega dostopa strošek samega popravila manjši. Tudi stroški vzdrževanja so manjši, saj v prvem primeru niso potrebne nobene cestne zapore za dostop do ventilov ali druge infrastrukture, ki potrebujejo stalno nego. Po drugi strani pa ravno zaradi stalnega nadzora prihaja do dodatnih stroškov, saj moramo imeti zaposlenega človeka, ki skrbi za to. Ta človek mora biti usposobljen, da pozna zahteve celotne komunalne infrastrukture v komunalnem kolektorju, da ne pride do medsebojnih učinkov med posameznimi komunalnimi infrastrukturami. Pri komunalni infrastrukturi znotraj komunalnega kolektorja nastane še strošek najema, saj je objekt v lasti občine, komunalni vodi pa so v lasti upravljavcev posameznih javnih gospodarskih služb.

S strani stroškov upravljanja so stroški večinoma enaki. Razen v primeru, če so nekateri objekti locirani tako, da so lažje dostopni s strani komunalnega kolektorja. Razliko predstavljajo stroški upravljanja komunalnega kolektorja.

Pri neposrednih stroških med primerjanjem obeh variant prihaja do razlik. Prva varianta ne povzroča cestnih zapor in s tem povezanih obvozov. Celotna sanacija, popravilo, pregled, se zgodi pod terenom in s tem ne oviramo prometa. V nasprotnem primeru pa je zapora ceste v drugi varianti skoraj neizbežna. Če želimo odpreti revizijski jašek, ki se nahaja na cesti, moramo zapreti minimalno en vozni pas, v kolikor je jašek na pravi lokaciji. Prav tako potrebujemo cestno zaporo v primeru poškodbe na

komunalni infrastrukturi, saj moramo narediti izkop, zamenjati pokvarjeni del in povrniti v prvotno stanje. Pri povrnitvi v prvotno stanje je potrebno biti pozoren, da asfalt, ki je bil prerezan in nato ponovno zakrpan po ponovni vzpostavitvi poškodovanega sistema ne bo nikoli več tako odporen kot je bil pred tem, ko je bil še celota.

## **2.6 Zagotavljanje potrebnih finančnih sredstev za kritje stroškov**

Ker je na predvidenem območju PCL predvidena gosta pozidava in s tem dodatna komunalna oprema, se je potrebno vprašati ali je na voljo dovolj finančnih sredstev za njeno vzpostavitev? Potrebno se je zavedati velikostnega ranga investicije in predvideti finančno strukturo. Ali bodo s plačilom komunalnega prispevka pokriti vsi investicijski stroški? V kolikor ne bodo, kdo bo investiral razliko? Kakšna je vloga Mestne občine Ljubljana? V tem sklopu se pojavlja več vprašanj kot odgovorov. Večina teh ni čisto ekonomskega značaja, ampak je prisotna tudi velika mera politične volje in želje mestnih oblasti kako razviti mesto.

Po mojem prepričanju ni vedno samo ekonomsko stroškovni vidik tisti, ki nam pove, ali je investicija smotrna, ampak je na zadevo potrebno pogledati v širšem smislu, na primer kaj mesto Ljubljana pridobi s to investicijo, kakšen vpliv bo to imelo na nadaljnji razvoj mesta, na nove možnosti zaposlitve, itd.

### 3 IZDELAVA (PREVZEM) IDEJNE ZASNOVE KOMUNALNEGA OPREMLJANJA ZA DEL OBMOČJA PCL GLEDE NA RAZLIČNE MOŽNOSTI POLAGANJA VODOV

Za območje PCL že obstaja projektna dokumentacija, ki obravnava komunalno opremljanje zemljišč in tako je edina logična rešitev, da kot prvo možno varianto polaganja vodov prevzamemo to rešitev. Ta rešitev predvideva izgradnjo komunalnega kolektorja in namestitvev dela komunalne infrastrukture vanj. Drugo varianto pa predstavljajo trase komunalne infrastrukture, ki so zakopane prosto v tla.

Da pa bo primerjava lažja, se bomo v tem delu naloge osredotočili samo na del območja PCL, kjer je predviden komunalni kolektor. Odločitev, da obravnavamo samo del območja je mogoča, saj se glede na obe variantni rešitvi komunalna infrastruktura niti kakovostno niti količinsko niti prostorsko ne spremeni. Povedano drugače, razlika med obema variantnima rešitvama se zgodi samo znotraj južnega in zahodnega dela območja. Vsi ostali vodi ostanejo nespremenjeni.

#### 3.1 Prva varianta, komunalna infrastruktura s komunalnim kolektorjem

Po prvi varianti je po zahodni in južni strani območja PCL predvidena izgradnja komunalnega kolektorja. Predvideni komunalni kolektor se na severnem delu v križišču Vilharjeve ceste in Dunajske ceste priključuje na obstoječi komunalni kolektor po Vilharjevi cesti. V križišču Tivolske ceste in Slovenske ceste pa je predvidena navezava na komunalni kolektor po Slovenski cesti.



Slika 2: Predvideni in obstoječi komunalni kolektor na širšem območju PCL

### **3.1.1 Komunalni kolektor in komunalna infrastruktura v njem**

Za razumevanje prve variante in kasnejše primerjave med dvema možnima variantama je potrebno poznati osnovne značilnosti polaganja komunalne infrastrukture v komunalni kolektor in značilnosti samega komunalnega kolektorja.

Komunalni kolektor je podzemni hodnik z nameščenimi policami in drugimi elementi za pritrjevanje komunalnih vodov. Bistvo komunalnega kolektorja je, da so komunalni vodi stalno dostopni in je tako omogočen stalen nadzor nad njihovim delovanjem ter možnost popravila v primeru poškodbe. Da pa je to mogoče, mora biti svetla višina kolektorja vsaj 180 cm. Priporoča se celo 200 cm, saj je tako lažje napeljati interno razsvetljavo, da ne moti samega prehoda. Širina je odvisna od količine komunalne infrastrukture. Pri širini je potrebno biti pozoren, da zadošča ne samo trenutnim potrebam ampak tudi potrebam, ki so predvidene v celotnem življenjskem ciklu komunalnega kolektorja. Pri načrtovanju takih objektov je potrebno vedeti, kakšen naj bi bil nadaljnji razvoj območja ter kakšne zahteve po komunalni infrastrukturi to prinaša. Komunalni kolektorji se gradijo v najbolj pozidanih območjih mest. V nasprotnem primeru ni ekonomsko-stroškovne upravičenosti. Poleg tega pa si na teh območjih le redko lahko privoščimo stalno kopanje in polaganje komunalne infrastrukture.

Pomemben je tudi estetski videz. Površine nad terenom so lahko zasajene z drevjem, katerih koreninski sistem ni preglobok oziroma ne uničuje same zunanje zgradbe objekta. Nad njim je lahko cestišče, tramvaj, kolesarska pot, park, skratka, praktično ni omejitev. Pomembno je samo, da se stvari predvidijo v naprej, da je komunalni kolektor pravilno dimenzioniran in zaščiten.

Dietrich Stein v svoji knjigi z naslovom *Der begehbare leitungsengang* pravi, da morajo komunalni kolektorji kot podzemni objekti zagotavljati :

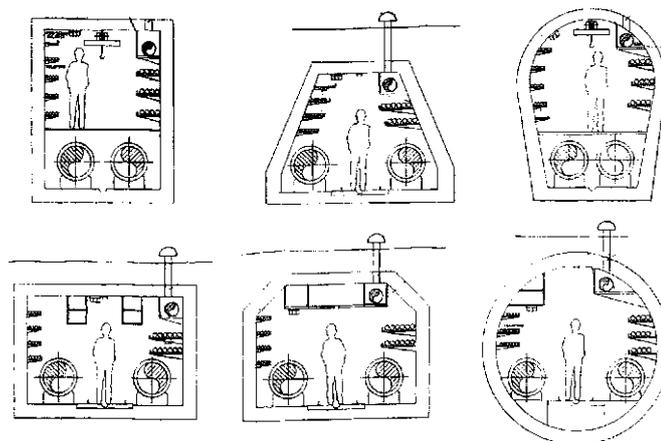
- zaščito pred zunanjimi obremenitvami, na primer prometne obremenitve, pritisk vode, površinske obremenitve, linijske obremenitve, točkovne obremenitve,
- tesnjenje, zaščito pred meteorno vodo, ki pronica v tla in pred koreninami in zunanjimi vplivi,
- predvideti možnost širitve v prihodnosti in zagotovitev rezervnih tras za posamezno komunalno infrastrukturo,
- delovne varnostne zahteve (prezračevanje, osuševanje, namakanje, mikroklima, preprečevanje medsebojnih motenj med posameznimi komunalnimi infrastrukturami),
- dostopnost za vzdrževanje samega objekta in pregledovanje ter vzdrževanje komunalnih vodov,
- uporabnost z vgrajenimi komponentami plinovodnih sistemov,
- prostor za dostop, namenjen za transport opreme, nadomestnih delov ali novih komunalnih vodov,

- prostor za storitev, opremo za spremljanje in vzdrževanje cevovodov.

### 3.1.2 Oblika komunalnega kolektorja

Komunalni kolektorji so lahko različnih oblik. Med najbolj pogostimi so pravokotni, polkrožni in s krožnim lokom. Oblika je odvisna od:

- velikosti podzemnega prostora, ki nam je na voljo,
- že obstoječih komunalnih kolektorjev, na katere se priključujemo ( po navadi ista oblika, če se je izkazala za uspešno),
- načina gradnje in možnosti izkopa (mikrotuneliranje, prosti izkop),
- cenovne razlike med posameznimi oblikami,
- vrste komunalne infrastrukture (vročevod potrebuje lire, ki jih je lahko zagotoviti v pravokotni obliki),
- števila priključkov, odcepov, razširitev.

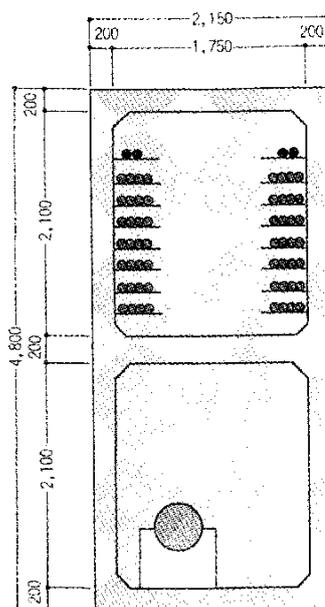


Slika 3: Možne oblike komunalnih kolektorjev (Stein, 2002: str. 62)

### 3.1.3 Tipični prečni prerez in dimenzije

Kot je bilo že omenjeno, mora biti svetla višina komunalnega kolektorja večja od 1,8 m. Če imamo zelo veliko komunalne infrastrukture, ki jo je želimo namestiti v komunalni kolektor in vemo, da bo objekt višji od 2,0 m svetle višine, tak objekt lahko razdelimo na dva dela, odvisno od specifičnosti situacije. Objekt lahko delimo horizontalno in tako dobimo komunalni kolektor v dveh različnih višinskih nivojih ali pa ga delimo vertikalno in tako dobimo dva komunalna kolektorja na isti višini s skupno srednjo steno. Razlog za delitev je dostopnost do višje ležeče infrastrukture. V primeru, da bi naredili komunalni kolektor višine 3,5 m, bi nam bil otežen dostop do infrastrukture, ki je nameščena višje od 1,8 m. Tako bi tak objekt izgubil na svojem prvotnem namenu stalnega nadzora in dostopa do komunalne opreme.

Podobno pravilo velja pri največji širini. Ne bi bilo smiselno delati objekt, ki je širši od 2,0 m. Zopet je naša meja dostopnost do nameščene komunalne infrastrukture. Police morajo biti globoke le toliko, da lahko nemoteno dostopamo do najbolj oddaljene infrastrukture. Hkrati pa nam mora biti dostopna tudi sama stena objekta, da vidimo ali je kje prišlo do napake, porušitve, vdiranja vode in tam objekt saniramo. Širina polic naj bo med 0,7 m in 0,6 m, v skrajnih primerih lahko tudi 0,5 m. Obstaja pa tudi načelo minimalne širine komunalnega kolektorja. Zagotoviti moramo 1,0 m širok hodnik za nemoten dostop, montažo, popravilo in temu prišteti širino police (če je kolektor enostranski, če je dvostranski pa širino dveh polic).



Slika 4: Prečni prerez komunalnega kolektorja, horizontalna delitev (Stein, 2002: str. 64)

Vse napisane širine in dolžine imajo tudi svoja odstopanja. Višina je na primer lahko večja, če je vzdolžni padec v komunalnem kolektorju velik. Seveda pa v tem primeru police ne nameščamo nad višino 1,8 m. Širina je lahko ožja samo na določenem odseku zaradi temeljev stavb, podtalne vode, zemeljske sestave, druge infrastrukture. Skratka, dimenzije se prilagajajo potrebam in omejitvam na območju, katerega del je komunalni kolektor.

### 3.1.4 Komunalna infrastruktura v komunalnem kolektorju

V komunalnem kolektorju so nameščeni tako imenovani javni vodi in interni vodi.

Med interne vode spadata :

- razsvetljava objekta (uporablja se med ogledom in pri obnovah poškodb, drugače pa je ugasnjena),
- interna meteorna kanalizacija oziroma sistem za odvodnavanje (cevovod je nameščen pod dnom

komunalnega kolektorja in onemogoča, da bi objekt poplavlila voda. Objekt mora biti narejen vodotesno, vendar pa se v njem nahaja vodovod in vročevod. Ker oba lahko počita, mora biti poskrbljeno za zadosten padec komunalnega kolektorja in primerno odvodnavanje.).

Javni vodi, ki se lahko nahajajo v komunalnem kolektorju, so:

- elektro-energetski vodi (Vodi, ki so pod električno napetostjo. Lahko so nizke, srednje ali visoke napetosti. Pomembno je, da so medsebojno ločeni in pravilno označeni, da servisna služba točno ve, kje se kakšna napetost nahaja),
- javna razsvetljava (električni vodi, ki so namenjeni razsvetljavi javnih površin, dovajajo električni tok v semaforizirana križišča),
- plinovod (napeljava plinovoda v komunalnih kolektorjih ni tipična v Sloveniji. V primeru, da pa se nahaja plinovod v takem objektu, pa so potrebni dodatni ukrepi. Dodatna aktivna ventilacija, prepovedano je varjenje, žaganje železa, večji nadzor nad hlapi, v primeru vroče vode še dodatne zaščite proti pregrevanju. Pogoji v takem objektu se zelo spremenijo in s tem tudi stroški dela in uporabljenih materialov.),
- vodovod,
- vročevod (zaradi toplotnega raztezanja cevi je pri vgradnji vročevoda v komunalni kolektor pomembno predvideti dele, v katere bodo nameščene lire vročevoda. Lira vročevoda je del vročevoda, ki ima v tlorisu obliko črke U in omogoča raztezanje le-tega. Pri vročevodu je potrebna tudi dodatna izolacija, saj moramo v komunalnem kolektorju zagotoviti čim bolj stalne pogoje, tako glede vlage kot glede temperature.),
- telekomunikacije (v ta sklop štejemo infrastrukturo vseh kabelskih in telefonskih operaterjev, vključno z optičnimi kablji in ostalimi signalnimi kablji),
- kanalizacija (v Sloveniji se kanalizacijskih vodov ne polaga znotraj komunalnih kolektorjev).

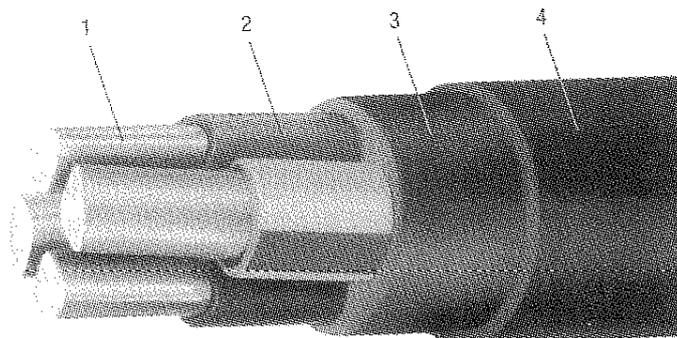
#### **3.1.4.1 Elektro-energetski vodi**

Elektro-energetski vodi so lahko različnih napetosti, saj višje napetosti zmanjšujejo linijske izgube na omrežjih. Poznamo naslednje vrste napetosti:

- nizka napetost, napetost do 1 kV,
- srednja napetost, napetost med 1 kV in 60 kV,
- visoka napetost, napetost nad 60 kV, najbolj tipična je 110 kV.

Vsi kablji elektro-energetskega omrežja so sestavljeni iz vodnika, izolacije in zaščitnega ovoja.





Slika 5: Sestava elektro-energetskega kabla (Stein, 2002: str. 191)

- 1 = Aluminijev ali bakreni vodnik
- 2 = PVC izolacija
- 3 = notranja obloga
- 4 = PVC zaščitni plašč

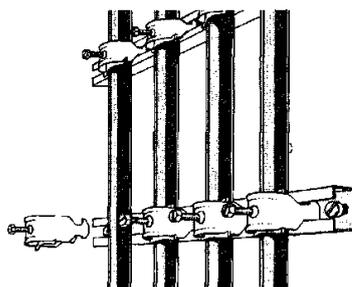
Vodnik je lahko iz bakra ali aluminija, saj oba elementa zelo dobro prevajata električni tok. Razlika med obema prevodnikoma je predvsem v teži in ceni. Aluminijevi vodniki so za polovico lažji od bakrenih. Zato se v primeru, ko teža vodnika igra pomembno vlogo, odločimo za aluminijaste vodnike. Potrebno je upoštevati tudi ekonomsko upravičenost. Do omejitev glede teže lahko prihaja ravno v komunalnem kolektorju ali pa v primeru daljnovodov.

Izolacija je lahko iz umetnih PVC mas ali pa iz papirja. Razlika zopet nastopi pri ceni in teži same izolacije. Ker za dobro izoliranost vodnika potrebujemo zadostno količino papirja, se to na koncu pozna pri teži. PVC izolacija pa je tanjša in lažja. Seveda pa pri uporabi zopet odloča ekonomski vodik in omejitve glede teže. Komunalni kolektor je prostorninsko omejen in tako je logično, da so elektro-energetski vodniki v njem čim tanjši in čim bolj skupaj, seveda ob upoštevanju minimalnega odmika zaradi medsebojnih vplivov med različnimi elektro-energetskimi vodniki.

Notranja obloga povezuje posamezne vodnike v celoto. Zunanji PVC plašč pa ščiti izolacijo pred zunanjimi vplivi. Predvsem je pomembno, da je notranji del elektro-energetskega voda zaščiten pred vlago. V primeru vdora vlage oziroma vode v območje vodnika pride do kratkega stika ali katere druge okvare na omrežju. Lahko pa se električni tok preusmeri iz vodnika na komunalni kolektor ali na notranje elemente le-tega, če ni poskrbljeno za ustrezno ozemljitev, kar pa predstavlja nevarnost za ljudi, ki se nahajajo v njem.

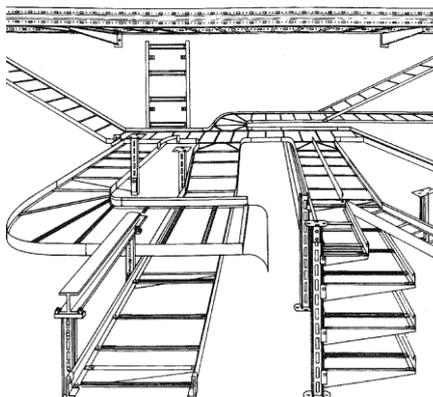
Elektro-energetski kabli se med seboj razlikujejo in so odvisni od načina uporabe (podzemni, daljnovod), od napetosti (visoka, srednja, nizka), od posebnih pogojev v prostoru (na območjih kemične industrije je različna zaščita kot na ruralnih območjih, dodatne ojačitve na območjih z močno burjo). Potrebno je preučiti dane razmere in se odločiti, kakšne kable bomo uporabljali. Poleg tega pa je potrebno upoštevati medsebojni odmik zaradi toplotnih in elektromagnetnih vplivov, saj v nasprotnem primeru lahko pride do pregrevanja kablov in s tem do poškodbe zaščite in izolacije ali pa je zmanjšana sama prevodnost vodnikov in tako povzročamo dodatne izgube na omrežju.

Kable lahko v komunalnem kolektorju pritrjujemo na več načinov. Prvi način je pritrjevanje s spojkami na steno same zgradbe. Ta način je zelo pregleden, a zavzame veliko površino, potrebno je pritrjevanje na majhnih razdaljah zaradi povese samega kabla, poleg tega pa je v primeru okvare veliko dela s ponovno namestitvijo. Če so kabli pritrjeni s spojkami pred njimi v horizontalni smeri ne moremo namestiti drugih komunalnih vodov, saj tako ne bi bil omogočen prost dostop. Ta sistem je učinkovit, ko imamo dovolj prostora za namestitev in majhno število elektro-energetskih vodov.



Slika 6: Pritrjevanje s spojkami (Stein, 2002: str. 194)

Druga možnost za pritrjevanje pa so tako imenovane police oziroma pladnji, na katere preprosto položimo kable in tako nam ni potrebno skrbeti za povese kabla. Potrebna je pazljivost pri samem nameščanju kablov na police, saj moramo biti pozorni na medsebojno razdaljo (hitreje pride do napake, ker ni strogo začrtano kje točno poteka kabel). V nasprotju s spojkami lahko police delujejo neurejeno in nepregledno. Zato je pomembno, da posamezne vode dobro označimo in tako naredimo polico preglednejšo. Pri obeh sistemih pa je potrebno preveriti ekonomičnost in prostorske zahteve v komunalnem kolektorju.



Slika 7: Nivoji polic znotraj komunalnega kolektorja (Stein, 2002: str. 196)

#### **3.1.4.2 Javna razsvetljava**

Sistem javne razsvetljave sestavljajo ekektro-energetski kabli nizke napetosti. Ti kabli so namenjeni izključno javni razsvetljavi in svetlobni signalizaciji na cestišču. Zahteve in varnostna vprašanja so enaki kot pri elektro-energetskih vodih.

#### **3.1.4.3 Plinovod**

Plinovod se lahko umesti znotraj komunalnega kolektorja, vendar to v Sloveniji ni redna praksa. Tudi predvideni komunalni kolektor na območju PCL ne bo vseboval plinovoda. Zato znotraj te naloge plinovod ne bo podrobneje obravnavan.

#### **3.1.4.4 Vodovod**

Voda je najpomembnejša surovina, ki nam omogoča življenje. Zato ne preseneča, da je vodovod najbolj razširjena komunalna infrastruktura. Za oskrbo s kakovostno pitno vodo je pomembno, da se ohranjajo lastnosti pripravljene vode. Tako mora biti voda v vodovodu med 5° C in 15° C. Pri višjih temperaturah lahko pride do okuženja vode z bakterijami, pri nižjih temperaturah pa se voda razširi in prične nastajati led, ki poškoduje napeljavo. Zato je pomembno, da vodovod v komunalnem kolektorju zadostno izoliramo, saj je izpostavljen direktnemu toplotnemu vplivu, še posebej, če je v komunalni kolektor položen tudi vročevod ali hladovod s premalo izolacije.

Vodovod je lahko iz različnih materialov: od nodularnih želez in jekla pa do umetnih plastičnih materialov. Slednji se vedno bolj uveljavljajo, saj so lažji, bolj fleksibilni, stiki so manj problematični, cenovno so ugodni in kar je najpomembneje, korozivno odporni. Poleg glavnih cevi so tu še ventili,

spoji, kolena, spremembe v premeru, črpalke, hidranti, zračniki, regulator tlaka, blatnik . Tudi vsa ta oprema mora biti odporna na korozijo in skladna s tehničnimi standardi. Ker je vodovod tlačni sistem, mora biti material sposoben prenašati spremembe v tlaku in vibracije zaradi sprememb.

Za pritrjevanje vodovoda uporabljamo posebne sisteme, ki preprečujejo zvijanje vodovodne cevi v vse smeri in hkrati predstavljajo ojačitev na spojih. Zaradi odmaknjenosti od tal je možno odkrivanje napak po celotnem obodu cevi. Zaradi namestitve v komunalnem kolektorju je potrebno okoli cevi namestiti izolacijo, le-to pa zaščititi pred zunanji vplivi s plastičnim ovojem.



Slika 8: Sistem pritrjevanja vodovoda v komunalnem kolektorju (Stein, 2002: str. 163)

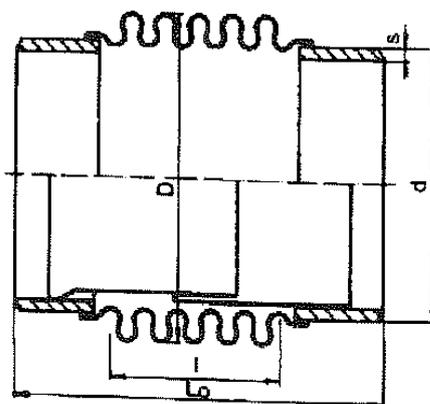
Zaradi nevarnosti ob morebitni poškodbi vodovoda moramo zagotoviti ventile na dovolj kratki razdalji, ki omogočajo zaprtje le-tega. V nasprotnem primeru lahko zelo hitro poplavimo komunalni kolektor in uničimo ostale komunalne vode, predvsem električne in telekomunikacijske. Seveda je poskrbljeno tudi za odvodnavanje samega objekta, vendar to ne zadošča za vodovode velikih premerov in pritiskov, ki lahko v nekaj sekundah spustijo tudi do nekaj 1000 litrov vode.

Zaradi nestalne uporabe (ponoči voda lahko tudi miruje) je potrebno vgraditi zaščito za vračanje vode v nasprotno smer. Ker voda s seboj nosi tudi nekaj usedlin, je potrebno vgraditi blatnike, ki omogočajo čiščenje vodovodnega sistema. Lociran mora biti blizu drenažne cevi za meteorno vodo, da je v primeru čiščenja pot iz komunalnega kolektorja čim krajša in čim manj nevarna za ostalo opremo.

#### **3.1.4.5 Vročevod**

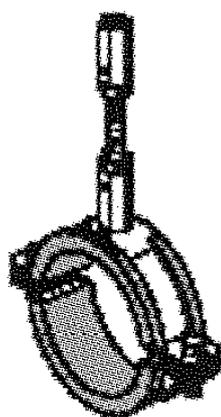
Vročevod oziroma hladovod, odvisno od funkcije samega sistema ali gre za ogrevanje končnih potrošnikov ali za hlajenje le-teh, je nameščen v večini komunalnih kolektorjev. Sama namestitvev je

specifična, saj se cevi zaradi spreminjanja temperature krčijo in raztezajo. Zaradi tega pojava je na določeni dolžini vročevodnega sistema potrebno namestiti razbremenilnike.



Slika 9: Sistem za uravnavanje raztezkov in skrčkov na vročevodu ali hladovodu (Stein, 2002: str. 134)

Drugi način pa je vpenjanje vročevoda v « liro », kar pomeni, da vročevod zavije v obliki črke u in tako je omogočeno raztezanje in krčenje. Pritrjevanje mora biti zato takšno, da cevi ne drži nepremično, ampak da cev drsi skozi ležaj.



Slika 10: Pritrjevanje vročevodne cevi, drsni ležaj (Stein, 2002: str. 127)

Sama vročevodna cev mora biti dobro izolirana, saj ne želimo imeti prevelikih toplotnih izgub na sistemu in velikega nihanja temperature v komunalnem kolektorju. Poleg velike količine izolacije je tudi sam premer cevi velik, kar je treba upoštevati pri dimenzioniranju samega komunalnega kolektorja. Na sistemu je potrebno poznati: temperaturo ( najvišjo in najnižjo), pritisk, pretok, črpalne hitrosti, diferencialni pritisk in na te parametre dimenzionirati, presek in količino izolacije. Zaradi velike količine vode v samem sistemu, je potrebno paziti, da so ventili za zapiranje v skladu s standardi in na

kratki medsebojni razdalji. Le tako lahko v primeru puščanja hitro ukrepamo in omejimo poškodbe na ostali komunalni infrastrukturi

#### **3.1.4.6 Telekomunikacije**

Pri telekomunikacijah veljajo ista pravila in zahteve kot pri elektro-energetskem omrežju. Razlika je v tem, da so telekomunikacijska omrežja vedno bolj gosta, saj se poleg običajnih bakrenih kablov za telefon sedaj uporabljajo tudi optični kabli za optični internet. V sklop telekomunikacije lahko štejemo še kable SVTK, poseben sistem kablov, ki jih uporabljajo železnice. Preko teh kablov regulirajo zapornice, svetlobno signalizacijo in kretnice.

#### **3.1.4.7 Kanalizacija**

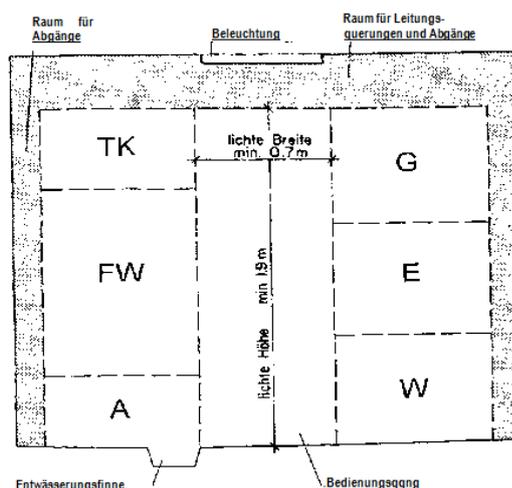
Kanalizacija se lahko umesti znotraj komunalnega kolektorja, vendar to v Sloveniji ni redna praksa. Tudi predvideni komunalni kolektor na območju PCL ne bo vseboval kanalizacije. Zato znotraj te naloge kanalizacija ne bo podrobneje obravnavana.

#### **3.1.4.8 Lokacija komunalne infrastrukture znotraj komunalnega kolektorja**

Zaradi velikega medsebojnega vpliva med posamezno komunalno infrastrukturo je zelo pomembno, kako so znotraj komunalnega kolektorja razporejeni vodniki. Gre predvsem za preprečevanje vplivov, če pride do napake oziroma poškodbe na sistemu. Vodovod in vročevod (hladovod) sta pozicionirana ob samem levem in desnem dnu kolektorja. Tako v primeru napake tekočina ne zalije telekomunikacijskih vodov in električne napetosti, ki niso zavarovani pred vodo in ne pride do dodatnih poškodb. Poleg tega so telekomunikacijski vodi in elektro-energetski vodniki na nasprotni strani komunalnega kolektorja, saj je tako zmanjšan temperaturni vpliv vročevoda na vodovod. V nasprotnem primeru bi se lahko v vodovodu spremenili pogoji in bi voda ob visokih temperaturah postala oporečna.

Podoben medsebojni vpliv imata elektro-energetski vodi in telekomunikacijsko omrežje. Ker elektrika povzroča elektromagnetno sevanje, je predpisan odmik med posameznimi vodi znotraj električne napeljave, hkrati pa to sevanje moti vodnike telekomunikacij, zato so pozicionirani vsak na svoji strani komunalnega kolektorja. Plinovod se nahaja na vrhu komunalnega kolektorja predvsem iz varnostnih razlogov, saj je plin lažji od zraka in se tako zadržuje na vrhu. Če bi bil plinovod v nižjih etažah, bi se plin ob puščanju dvigal mimo elektro-energetskih napeljav ali vročevoda in na ta način bi bila večja verjetnost vžiga. Plinovod mora biti pozicioniran na nasprotni strani kolektorja kot vročevod, ravno zaradi prej omenjenih temperaturnih sprememb v območju vročevoda. Če imamo v sistemu tako

vročevod kod hladovod, ju namestimo tako, da je njuna lokacija na nasprotni strani komunalnega kolektorja v prvem nivoju, saj bi v nasprotnem primeru pripomogli k še večjim toplotnim izgubam na obeh sistemih oziroma bi povišali stroške dodatne izolacije. Vse našeta pravila in medsebojni vplivi so upoštevani v postavitvi na spodnji sliki.



Slika 11: Prikaz razporeditve komunalne infrastrukture znotraj komunalnega kolektorja  
(Stein, 2002: str. 215)

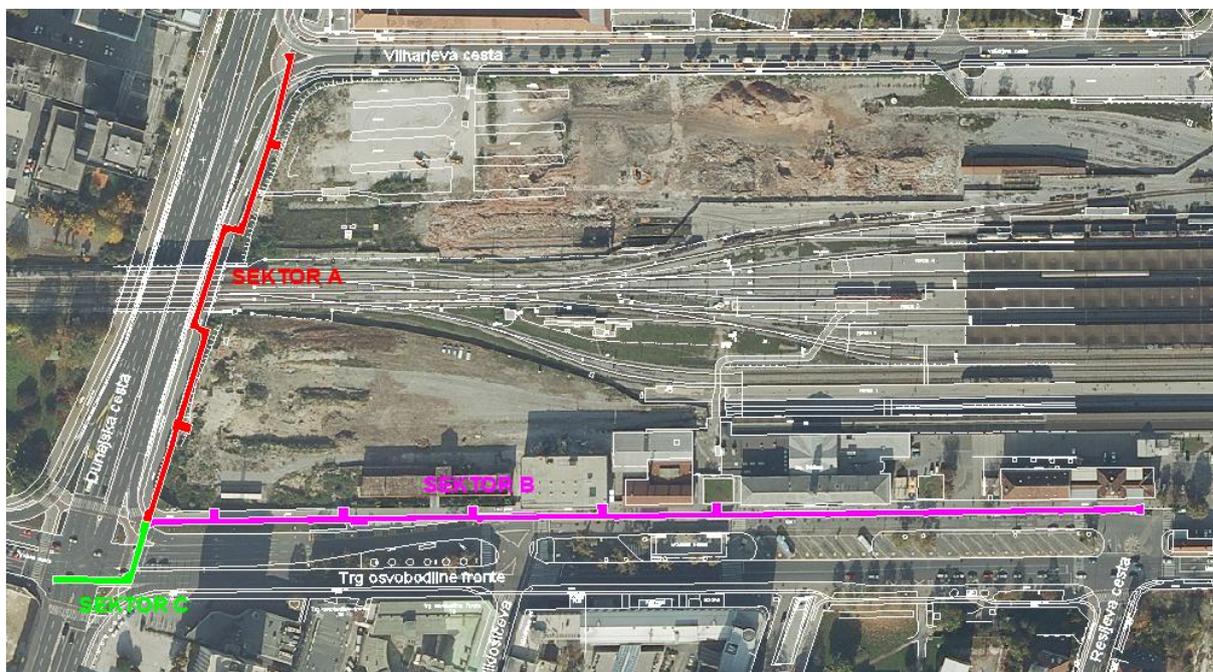
- A (območje kanalizacije)
- FW (območje vročevoda)
- G (območje plinovoda)
- W (območje vodovoda)
- E (območje elektro-energetskih povezav)
- TK (območje za telekomunikacij)

Ob vsem naštetem se dobro kaže, kako pomembno je, da je projektant seznanjen s tem, kakšne so komunalne zahteve na območju komunalnega kolektorja ter kako se bo območje razvijalo v naslednjih letih in desetletjih. Le tako lahko stroškovno učinkovito dimenzioniramo tako velikost komunalnega kolektorja kot tudi lastnosti le-tega (vhod, evakuacijske poti, dostopne jaške, skladiščne prostore, nadzorni center).

### 3.1.5 Predvidena komunalna infrastruktura na območju PCL

Predviden komunalni kolektor na območju PCL ima v osnovi AB škatlast prerez širine 2,5 m in višine med 2,0 m in 2,5 m. Višina se spreminja zaradi posameznih nadvišanj in poglobitev, ki so posledica priključevanja na obstoječe komunalne kolektorje in padca terena. Tudi širina se spreminja, saj imamo

na določenih delih razširitve. Te so posledica dostopnih točk in s tem povezanih stopnišč ali razširitev za lire na vročevodnem omrežju ali priključevanja objektov. Predvideni komunalni kolektor je razdeljen na posamezne sektorje:



Slika 12: Sektorji predvidenega komunalnega kolektorja

SEKTOR A – del novega komunalnega kolektorja med obstoječim kolektorjem na Vilharjevi cesti do spoja s sektorjem C na vogalu križišča med Trgom OF in Slovensko cesto.

SEKTOR B – del novega komunalnega kolektorja vzdolž severne strani Trga OF in sicer med sektorjem A (spoj med obema sektorjema je na vogalu križišča med Trgom OF in Slovensko cesto na strani železniške postaje) in zaključkom sektorja B v višini Resljeve ceste.

SEKTOR C – del novega komunalnega kolektorja, ki prečka Slovensko cesto in povezuje prestavljeni komunalni kolektor pri stolpnici Bavarski dvor in sektor A na križišču med Trgom OF in Slovensko cesto.

Glavno dostopno mesto se nahaja na Trgu OF. Dostop bo z južne strani komunalnega kolektorja. V naravi ne bo izstopajoč in bo delno zakrit z ureditvijo krajinske arhitekture, oziroma bo to mesto zakrivala klopca z okoliško zelenico. Za vnos cevi v komunalni kolektor je predvideno območje, kjer se kolektor razcepi iz sektorja A v sektor B. Tu bo stropna plošča izvedena z montažnimi segmenti. V primeru vnosa se le-te odstranijo in po končanem vnosu namestijo nazaj.

Znotraj komunalnega kolektorja so predvideni vodi vročevodnega, vodovodnega, elektro-energetskega in telekomunikacijskega omrežja. Poleg teh vodov pa ima komunalni kolektor še svojo interno



razsvetljava. Za opremljanje stavbnih zemljišč je zunaj komunalnega kolektorja predvidena še izgradnja kanalizacije, javne razsvetljave in plinovoda.

### 3.1.5.1 Vodovod

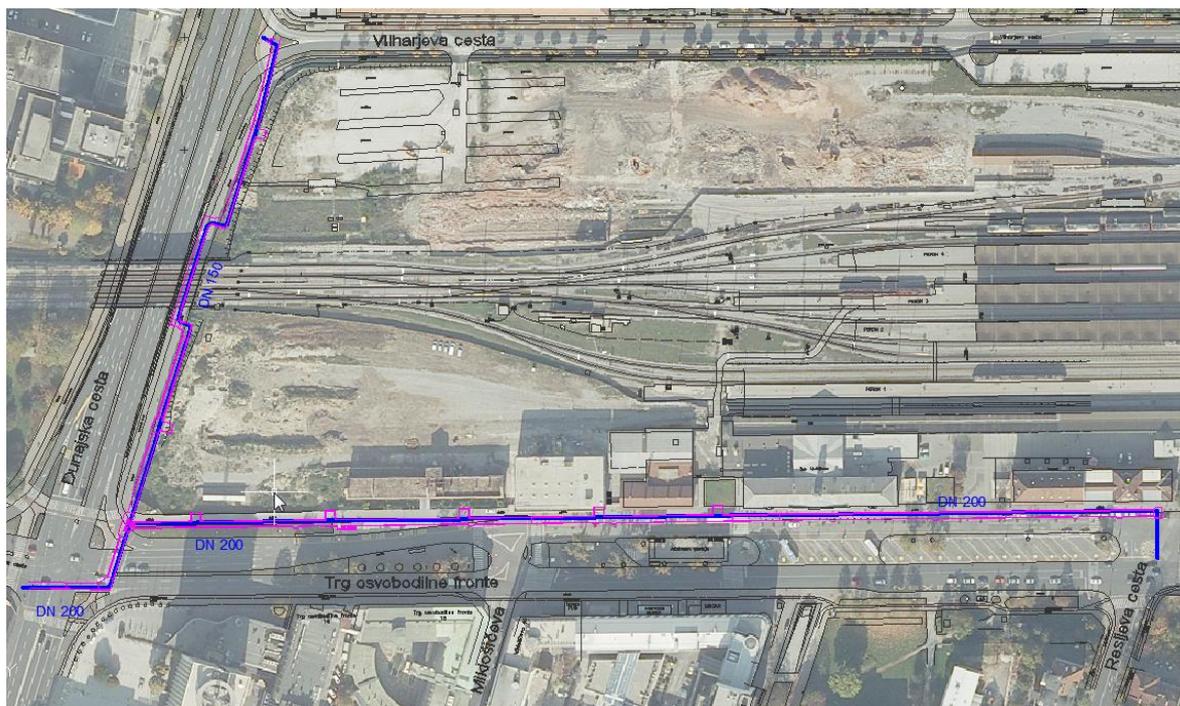
Z južne strani bo iz obstoječega komunalnega kolektorja po Bavarskem dvoru narejena prevezava vodovoda v predvideni komunalni kolektor. Obstoječi vodovod NL DN 400 se preveže v vodovod NL DN 200 z zaščitnim polietilenskim nanosom. Ta poteka po sektorju C do predvidenega razcepa na komunalnem kolektorju, dolžina odseka znaša 68 m. Na tem delu se vodovod razdeli na dve veji. Prva veja vodovoda gre proti severu, po sektorju A, do vodovoda NL DN 300 v komunalnem kolektorju po Vilharjevi cesti. Predviden vodovod je NL DN 150 z zaščitnim polietilenskim nanosom, v dolžini 240 m. Druga veja pa zavije proti vzhodu, vzporedno s Trgom OF, po sektorju B znotraj komunalnega kolektorja. Vodovod bo NL DN 200, dolžine 455 m. Na koncu trase se bo izven komunalnega kolektorja navezal na obstoječi vodovod NL DN 100 na Resljevi cesti.

V preteklih letih v kolektorje vgrajeni vodovodni cevovodi iz nodularne litine (NL) so v večji meri izpostavljeni kondenzaciji in z njo pogojenim rjavenjem kot cevovodi, vgrajeni v teren. Do kondenzacije na cevovodih prihaja zaradi višjih temperatur, ki so posledica oddajanja toplote vročevodnih cevi. Za zaščito pred rjavenjem je v komunalnem kolektorju predvidena vgradnja cevi iz nodularne litine s polietilenskim nanosom debeline 900 µm. Za preprečitev segrevanja vode, v primeru, da pretoki na omrežju ne bodo zagotavljali ustreznih hitrosti, je predvidena naknadna toplotna izolacija cevi. Cevi bodo izolirane s cevki iz steklene volne, debeline 40 mm z aluminijasto folijo na zunanji strani. Toplotna izolacija bo pred mehanskimi poškodbami dodatno zaščitena z zaščitnim ovojem iz barvne pocinkane pločevine debeline 0,8 mm.

Na tem omrežju je predvidenih 5 podzemnih in 5 nadzemnih hidrantov, ki bodo omogočali zadostno požarno varnost predvidenih in obstoječih objektov.

Preglednica 3: Dimenzije vodov, dolžine in material za predvideno vodovodno omrežje

Sektor	Dimenzija [mm]	Dolžina [m]	Material
Sektor A	DN 150	240	NL
Sektor B	DN 200	455	NL
Sektor C	DN 200	68	NL



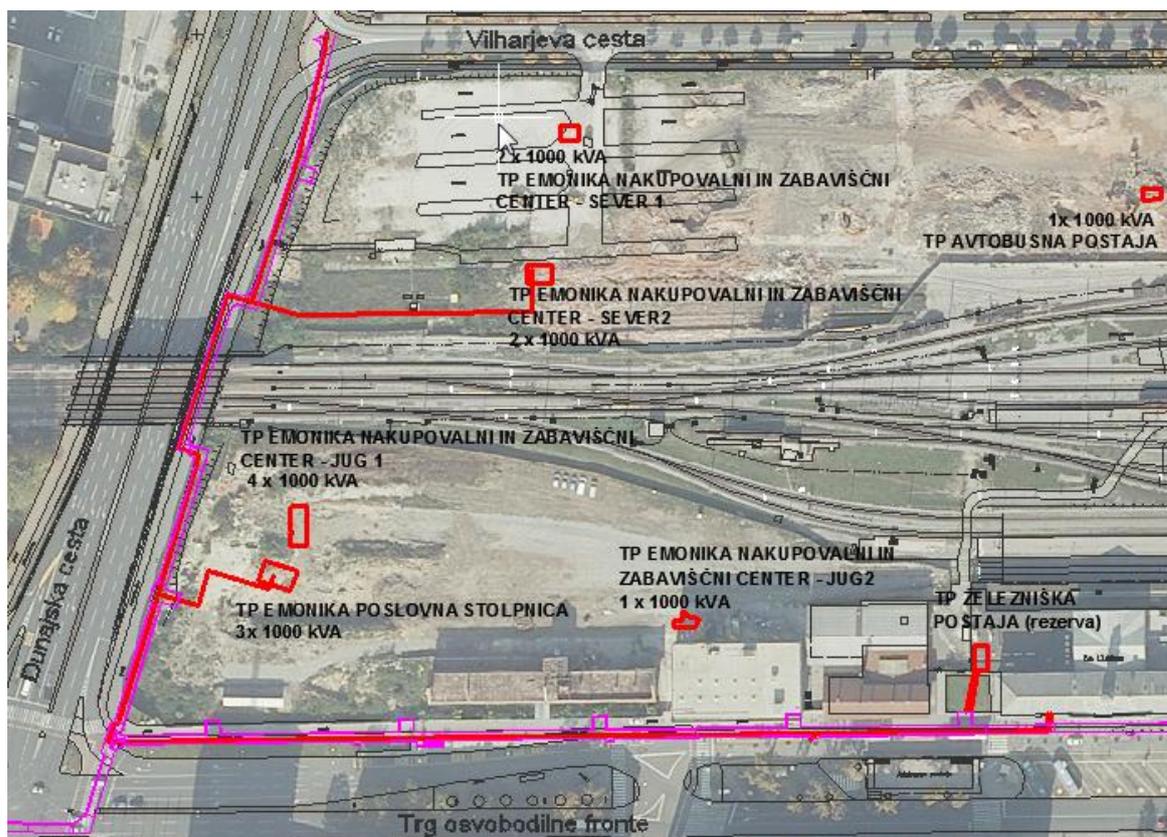
Slika 13: Predviden vodovod znotraj komunalnega kolektorja

### 3.1.5.2 Elektro-energetski vodi

V komunalnem kolektorju je predvidena instalacija elektro-energetskih vodov srednje napetosti. Ti vodi bodo medsebojno povezovali nove in obstoječe TP na obravnavnem območju.

Vse predvidene TP je potrebno vzankati v obstoječi sistem elektro-energetskih vodov srednje napetosti, 20 kV. Del vodov poteka po že obstoječem komunalnem kolektorju na Vilharjevi cesti, ki nato prehaja v novi komunalni kolektor, iz katerega so predvidene navezave na predvidene TP. Znotraj predvidenega komunalnega kolektorja imamo tako 1600 m kabla, sistema treh enožilnih kablov 3x NA2XS(F)2Y1x240/25 mm<sup>2</sup> RM, 12/20 kV.

Rešitev niskonapetostnih vodov 0,4 kV je obravnavana v obeh variantnih rešitvah in je identična. Zato je v nalogi ne bomo posebej obravnavali.

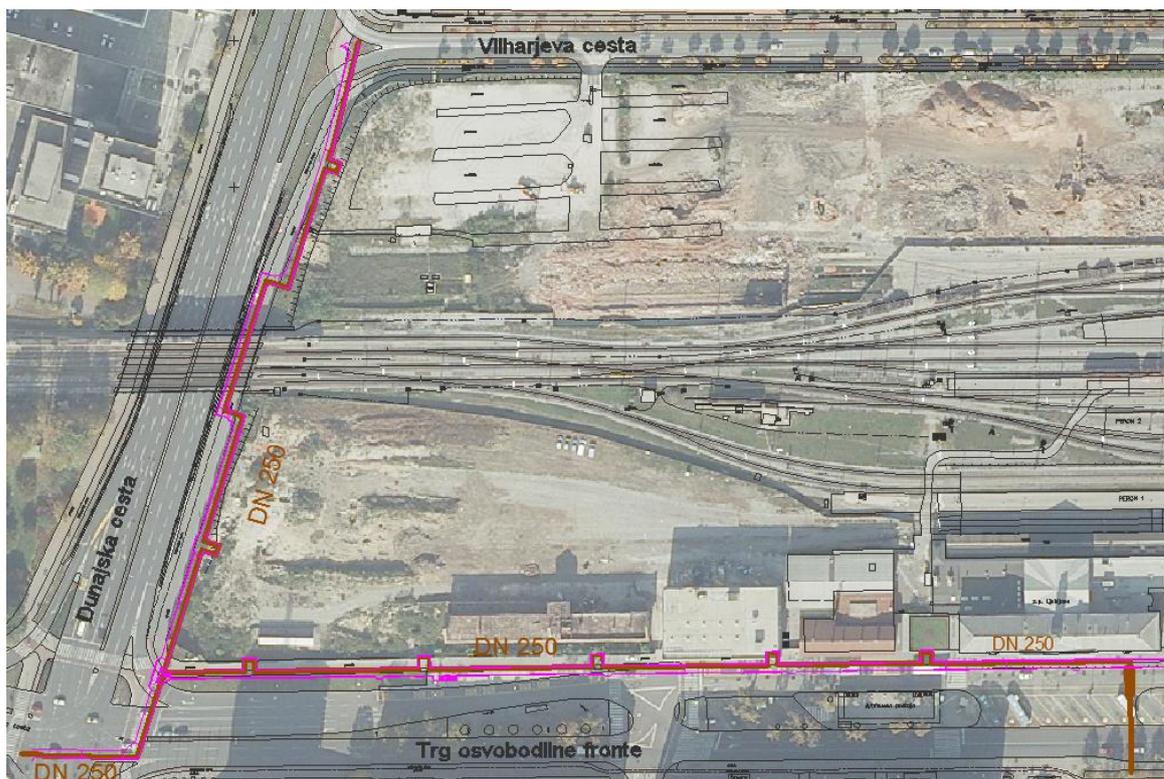


Slika 14: Predvideno elektro-energetsko omrežje znotraj komunalnega kolektorja

### 3.1.5.3 Vročevod

Vročevodno omrežje samo po sebi zelo zaznamuje tudi tlorisno obliko predvidenega komunalnega kolektorja. Zaradi kompenzacij raztezkov in skrčkov cevi, ki so posledica toplotnih nihanj znotraj sistema, je potrebno v komunalnem kolektorju predvideti mesta, kjer se bo ta kompenzacija izvedla. Gre za tako imenovane lire. Cev je speljana v obliki črke u in tako omogoča, da na robovih prihaja do premikov, hkrati pa ne pride do razpok in poškodb na omrežju.

Znotraj sektorja C po komunalnem kolektorju poteka vročevod DN 250 v skupni dolžini 70 m, ki se v obstoječem komunalnem kolektorju na Bavarskem dvoru priključuje na obstoječi vročevod. V razcepu komunalnega kolektorja se razcepi tudi vročevod. V sektorju A je predviden DN 250 v dolžini 257 m, ki se priključuje na obstoječi vročevod v kolektorju na Vilharjevi cesti. V sektorju B se vročevod v dolžini 370 m položi v predviden komunalni kolektor, ki ga zapusti na jugovzhodni strani obstoječe železniške postaje in nadaljuje proti jugu, položen prosto v tla, do črpališča JP Energetika.



Slika 15: Prikaz poteka vročevoda v komunalnem kolektorju

Cevi v kolektorju so vodene ena nad drugo. Cevi morajo biti označene in antikorozijsko zaščitene z dvema slojema temeljne barve, primerne za temperaturo do 150° C, potrebna je tudi predpisana izolacija. Cevovod v kolektorju sledi padcu kolektorja.

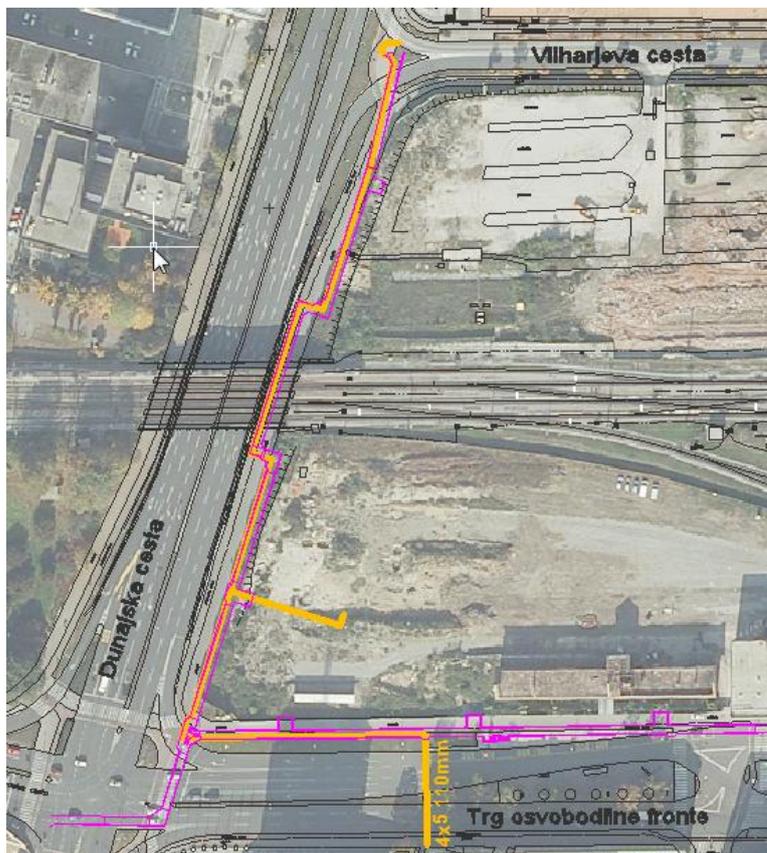
#### 3.1.5.4 Interna razsvetljava

Za nemoten nadzor in delo znotraj komunalnega kolektorja je potrebno zagotoviti interno razsvetljavo. Interna razsvetljava mora biti priključena na nizkonapetostno elektro-energetsko omrežje. Za potrebe razsvetljave predvidenega komunalnega kolektorja se iz TP Avtobusna postaja potegne nizkonapetostni kabel do nove priključno merilne postaje, ki je predvidena ob obstoječem vhodu v komunalni kolektor na Vilharjevi cesti. Od tu pa se po kablu z vodnikom NYY-J izvede interna razsvetljava celotnega predvidenega kolektorja. Instalacije bodo nadometne izvedbe, električne kable se namesti na sredino stropa predvidenega komunalnega kolektorja. Za razsvetljavo je predvidenih 77 sijalk tipa Siteco, Monsun.

#### 3.1.5.5 Telekomunikacijski vodi

Telekomunikacijsko omrežje bo potekalo vzdolž znotraj sektorja A in dela sektorja B komunalnega

kolektorja. Predvidenih je za 1180 m bakrenih in optičnih kablov. Načrtovano telekomunikacijsko omrežje se navezuje na obstoječe telekomunikacijsko omrežje znotraj obstoječega komunalnega kolektorja na Vilharjevi cesti. Na drugi strani pa je preko predvidene kableske kanalizacije povezano z glavnim telekomunikacijskim strdiščem v stavbi Telekoma Slovenije.



Slika 16: Prikaz telekomunikacijskih vodov znotraj komunalnega kolektorja

### 3.1.5.6 Odvodnavanje komunalnega kolektorja

Komunalni kolektor bo v celotnem poteku trase izveden v naklonih. Nakloni bodo izvedeni glede na teren s predvidenimi tremi iztočnimi mesti. Iztočno mesto predstavlja rešetko s peskolovom in priključkom na kanalizacijsko omrežje. Predvidena so tri iztočna mesta:

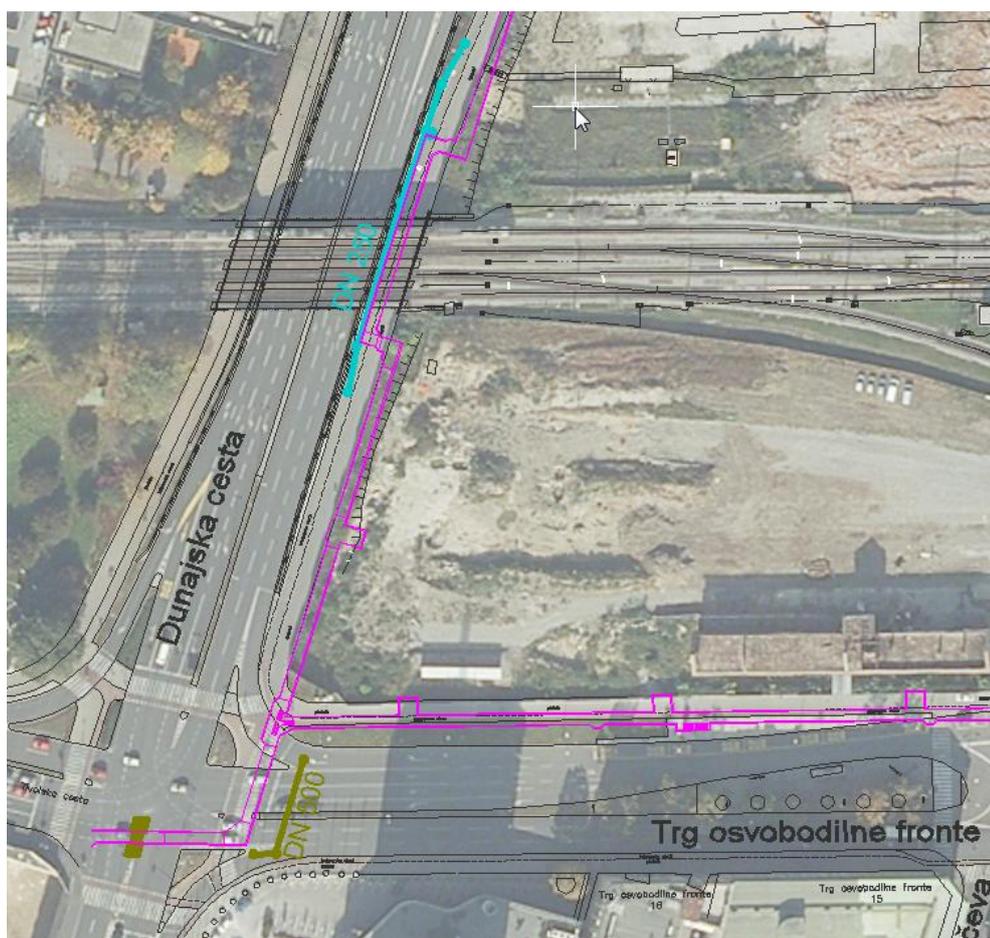
- iztočno mesto na severni strani podvoza pod železniško progo v sektorju A,
- iztočno mesto ob stavbi stare železniške postaje, sektor B,
- iztočno mesto na zaključku sektorja B (Resljeva cesta).

Vsa iztočna mesta so priključena na kanalizacijsko omrežje preko kanalov DN 160.

### 3.1.5.7 Kanalizacija

Na obravnavanem območju je predvidena izgradnja kanalizacijskega sistema, ki bo zagotavljal odvajanje fekalne vode iz predvidenih objektov in dela meteornih voda iz urejenih površin. Ker pa je celotna rešitev dokaj kompleksna in poteka tudi po Kolodvorski cesti vse do stavbe RTV Slovenije, bomo tukaj obravnavali samo tiste rešitve, ki se glede na variantne rešitve spremenijo.

Zaradi izgradnje komunalnega kolektorja je potrebna prestavitev meteornega kanala, ki poteka pod podhodom pod železniškimi tiri na Dunajski cesti. Zaradi stiske s prostorom se meteorni kanal DN 250 prestavi v smeri zahoda. Iz istega razloga se obstoječi fekalni kanal DN 500 v vzhodnem delu križišča Trga OF in Dunajske ceste prestavi v smeri vzhoda. V istem križišču, v njegovem južnem delu, je zaradi izgradnje komunalnega kolektorja predvidena izgradnja razdelitvenega objekta I in II. Objekt je potreben, da lahko višinsko uskladimo fekalno kanalizacijo, ki na tem delu poteka pod komunalnim kolektorjem.



Slika 17: Prikaz prestavitev kanalizacijskega omrežja zaradi izgradnje komunalnega kolektorja

### **3.1.5.8 Plinovod**

Pri plinovodnem omrežju se del omrežja ukinja in prihaja do novih navezav oziroma prevezav. Vendar pa se glede na primerjavo med posameznimi variantami spremeni le del poteka tras, kar v končni fazi ne predstavlja dodatnih stroškov in zato plinovodnega omrežja posebej ne obravnavamo.

### **3.2 Druga varianta, komunalna infrastruktura brez komunalnega kolektorja**

Pri tej variantni rešitvi je najprej potrebno poudariti, da iz naslova zagotavljanja količine in kakovosti zagotavlja identično rešitev kot prva varianta. V tem primeru gre za polaganje vodov prosto v tla, zato je potrebno upoštevati medsebojne odmike med posameznimi komunalnimi infrastrukturami. Medsebojni odmiki med posamezno komunalno infrastrukturo so predpisani s strani upravljavcev. Obstajajo različni interni pravilniki posameznih gospodarskih javnih služb in že narejene študije. Upoštevati je potrebno naslednje interne pravilnike:

- Tehnična navodila za vodovod (Javno podjetje Vodovod-kanalizacija d.o.o., 2012),
- Tehnična navodila za kanalizacijo (Javno podjetje Vodovod-kanalizacija d.o.o., 2012),
- Tehnične zahteve za graditev vročevodnega omrežja in toplovodnih postaj ter za priključitev stavb na vročevodni sistem (Javno podjetje Energetika d.o.o., 2012 ),
- Tehnične zahteve za graditev glavnih in priključnih plinovodov ter notranjih plinskih napeljav (Javno podjetje Energetika d.o.o., 2012),
- Smernice in navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV (Elektroinštituta Milan Vidmar, 2011.),
- Tipske priloge križanja komunalnih vodov (Javna razsvetljava Ljubljana d.d., 2012).

Poleg teh pravilnikov je potrebno upoštevati Raziskovalno razvojni projekt, Urbanistični kriteriji, normativi in standardi za prostorsko planiranje in urbanistično načrtovanje v Republiki Sloveniji, poročilo o delu v letih 1993 in 1994, gospodarska infrastruktura, PTT promet, energetika, komunalna, zvezek 3/1.3.2, Ljubljana, april 1995.

#### **3.2.1 Horizontalna oddaljenost med paralelnimi trasami posamezne komunalne infrastrukture**

Za doseganje zelenega cilja, umestitve komunalne infrastrukture v urbani prostor, je potrebno poznati horizontalne odmike med posameznimi komunalnimi infrastrukturami. Horizontalni odmik je razdalja med skrajnim desnim robom ene komunalne infrastrukture in skrajnim levim robom druge komunalne infrastrukture. V že prej opisanih pravilnikih in v raziskovalni nalogi so odmiki definirani za vsako infrastrukturo posebej, oziroma je narejena primerjalna preglednica.

V primeru območja PCL je potrebno upoštevati pravilnike, ki se nanašajo na Mestno občino Ljubljana in podjetja, ki tu skrbijo za komunalno infrastrukturo. Tako imamo za vsako komunalno infrastrukturno preglednico različne zahteve. Te različne zahteve združimo pod določenimi pogoji v tako imenovano pregledno preglednico.

Pri vseh križanjih komunalne infrastrukture je pomembno, da se le-ta izvedejo, če je le mogoče, pod kotom  $90^\circ$ . V kolikor pa to ni mogoče, je lahko kot sicer manjši, vendar vedno večji od  $45^\circ$ . Edina komunalna infrastruktura, ki dopušča manjši kot križanja je plinovod, kateremu zadostuje že kot  $30^\circ$ .

### **3.2.1.1 Pregledna preglednica odmikov med posameznimi komunalnimi vodi**

V pregledni preglednici so zapisani odmiki, ki zagotavljajo, da so izpolnjeni vsi kriteriji, ki opredeljujejo medsebojne odnose komunalne infrastrukture, ko le-ta poteka vzporedno. Vedno ko pride do več možnosti, izberemo možnost, ki nam zagotavlja, da so izpolnjeni vsi kriteriji, torej izberemo minimalno maksimalno oddaljenost. Če je za določeno infrastrukturo možnih več oddaljenosti, upoštevamo tisto, ki zadosti vsem pogojem. Ker je pregledna preglednica napisana za vso komunalno infrastrukturo, je zapis možen le v parih. Pri tem je potrebno opozoriti, da so v praksi možni tudi manjši odmiki, ki pa kasneje v času obratovanj, ko se izvajajo tudi popravila, predstavljajo dodatne ovire pri odpravi napak, oziroma je potreben drugačen način dela. Zaradi premajhnih medsebojnih odmikov posega ni mogoče opraviti mehansko ampak je potrebno vse storiti ročno.



Preglednica 4: Pregledna preglednica odnikov med posamezno komunalno infrastrukturo

Komunalna infrastruktura	Komunalna infrastruktura	Horizontalna oddaljenost (m)
Vodovod	Kanalizacija	3
	Vročevod	0,5
	Elektro-energetski vodi (20 kV)	1
	Plinovod	1
	Javna razsvetljava	1
	Telekomunikacije	1
Kanalizacija	Vročevod	0,8
	Elektro-energetski vodi (20 kV)	1
	Plinovod	1
	Javna razsvetljava	1
	Telekomunikacije	1
Vročevod	Elektro-energetski vodi (20 kV)	0,5
	Plinovod	0,4
	Javna razsvetljava	0,5
	Telekomunikacije	0,3
Elektro-energetski vodi srednja napetost (20 kV)	Plinovod	0,6
	Javna razsvetljava	0,15
	Telekomunikacije	1
Plinovod	Javna razsvetljava	0,6
	Telekomunikacije	0,6
Javna razsvetljava	Telekomunikacije	0,3

Dodatni pogoji:

Minimalni odmik od spodnjega roba podzemnih temeljev ali podzemnih objektov ne sme biti manjši od 1,5 m. Predpisan odmik od drevja je 2 m, od okrasnega grmičevja pa 1 m. Pri umeščanju v prostor je potrebno upoštevati tudi dimenzije predvidenih in obstoječih komunalnih vodov. Medsebojna oddaljenost pa ne pomeni osne oddaljenosti ampak oddaljenost od skrajnih krajnih točk.

Podobna preglednica je bila objavljena v Raziskovalno razvojni projekt, Urbanistični kriteriji, normativi in standardi za prostorsko planiranje in urbanistično načrtovanje v Republiki Sloveniji, poročilo o delu v letih 1993 in 1994, gospodarska infrastruktura, PTT promet, energetika, komunalna, zvezek 3/1.3.2, Ljubljana, april 1995 na strani 17. Zaradi lažje primerjave bo ta preglednica zapisana v isti obliki, kot je zapisana pregledna preglednica.

Preglednica 5: Preglednica odmikov med posamezno komunalno infrastrukturo

Komunalna infrastruktura	Komunalna infrastruktura	Horizontalna oddaljenost (m)
Vodovod	Kanalizacija	1,5
	Vročevod	0,8
	Elektro-energetski vodi (20 kV)	1
	Plinovod	0,5
	Javna razsvetljava	ni podatka
	Telekomunikacije	0,6
Kanalizacija	Vročevod	1,5
	Elektro-energetski vodi (20 kV)	1,5
	Plinovod	1,5
	Javna razsvetljava	ni podatka
	Telekomunikacije	1,5
Vročevod	Elektro-energetski vodi (20 kV)	2
	Plinovod	0,3
	Javna razsvetljava	ni podatka
	Telekomunikacije	1,5
Elektro-energetski vodi srednja napetost (20 kV)	Plinovod	0,5
	Javna razsvetljava	ni podatka
	Telekomunikacije	1
Plinovod	Javna razsvetljava	ni podatka
	Telekomunikacije	0,6
Javna razsvetljava	Telekomunikacije	ni podatka

Iz zadnjih dveh preglednic je razvidno, da horizontalni odmiki v raziskovalno razvojnem projektu niso povsem identični s temi, ki so predpisani v internih pravilnikih. Zato bomo za potrebe te naloge upoštevali odmike iz pregledne preglednice. Razlog za tako odločitev je dokaj enostaven, saj pregledna preglednica upošteva lokalne zakonitosti upravljavcev komunalne infrastrukture.

### 3.2.2 Opis tras predvidene komunalne infrastrukture druge variante v prostoru

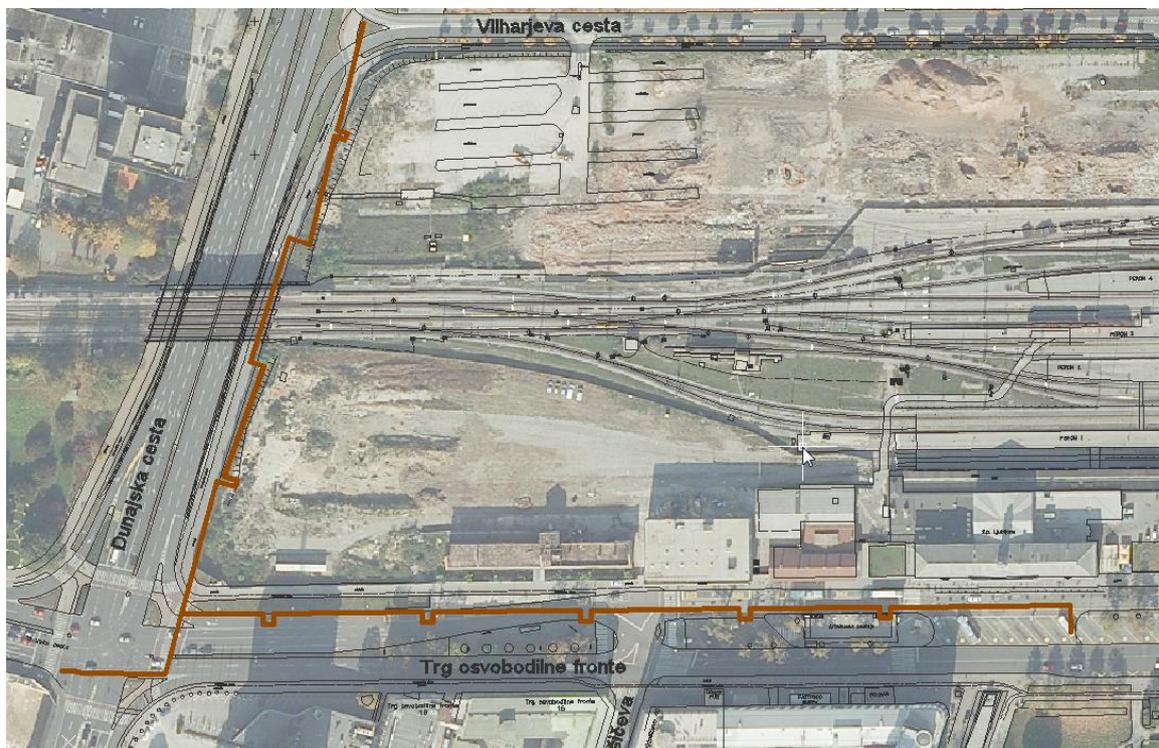
Ko smo določili posamezne odmike med paralelnimi vodi komunalne infrastrukture, lahko ta vedenja prenesemo v prostor. Ker se v prostoru že nahaja obstoječa komunalna infrastruktura in ostali objekti, je potrebno zagotoviti zadosten odmik tudi od njih. Zaradi boljšega pregleda situacije bo vsaka komunalna infrastruktura opisana posebej. Tako bodo lažje navedeni tudi razlogi zakaj smo se odločili za določeno

traso v prostoru. Pri vsaki posamezni infrastrukturi bo trasa tudi grafično prikazana.

### 3.2.2.1 Vročevod

Zaradi specifičnosti samega vročevoda, ki potrebuje lire za kompenzacijo raztezkov in skrčkov cevi ter zato tudi veliko površino v prostoru, je ta sistem umeščen v prostor kot prvi. Vročevod spada med edino komunalno infrastrukturo, ki nima tipičnega linearne poteka skozi celotno traso.

Trasa se na jugozahodnem delu navezuje na obstoječi vročevod, ki se nahaja v komunalnem kolektorju na Slovenski cesti. Na jugovzhodnem delu križišča Trga OF in Dunajske ceste se trasi spremeni smer proti severu. V severovzhodnem delu prej omenjenega križišča se trasa razdeli na dva kraka. Prvi krak se nadaljuje vzporedno z Dunajsko cesto, do križišča z Vilharjevo cesto. Tu se nato naveže na obstoječi vročevod znotraj obstoječega komunalnega kolektorja. Drugi krak pa zavije proti vzhodu in poteka vzporedno s Trgom OF vse do konca objekta obstoječe železniške postaje, kjer trasa zavije v smeri juga in prečka del cestišča. Vse dimenzije vročevodnega omrežja so DN 250.



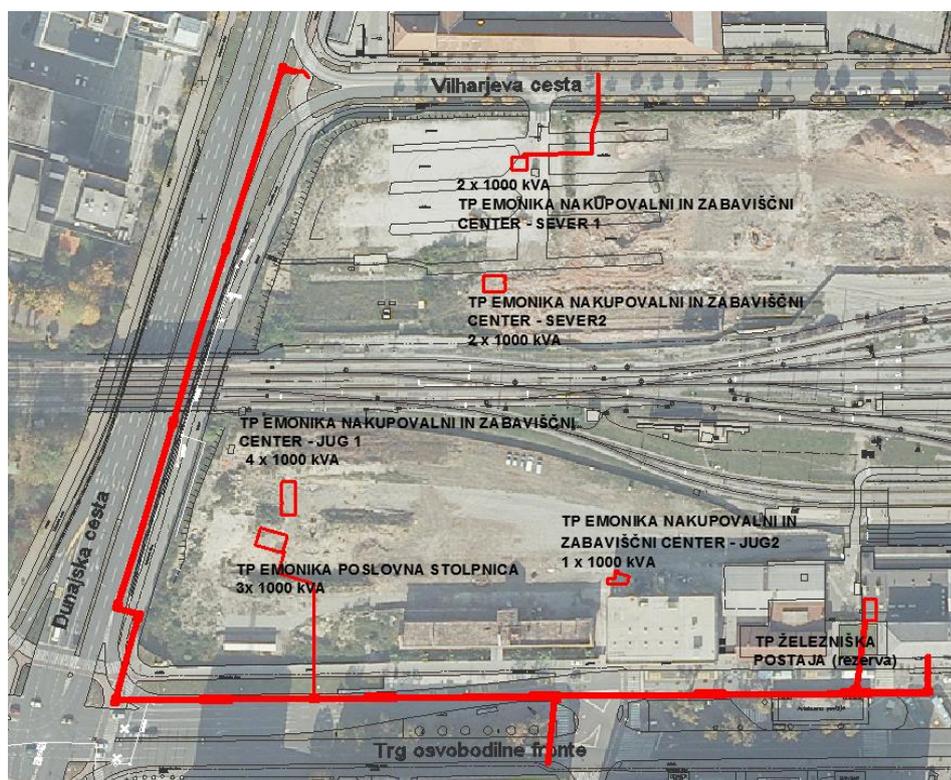
Slika 18: Prikaz predvidenega vročevodnega omrežja

### 3.2.2.2 Elektro-energetski vodi, srednja napetost (20 kV)

Pri elektro-energetskem omrežju je potrebno zagotoviti, da se vzanka predvidene TP. Da pa se vzpostavi

celoten sistem, je potrebno vzankati TP Emonika nakupovalni in zabavišni center sever in TP Emonika poslovna stolpnica. Ostale TP so povezanem med seboj z internimi vodi srednje napetosti. Tako je iz obstoječega komunalnega kolektorja na Vilharjevi cesti predvidena navezava do TP Emonika nakupovalni in zabavišni center sever. Poveza poteka prosto v tleh, trasa pa je vzporedna s traso TKK, ki se prav tako nahaja na tem območju (glej prilogo A).

Elektro-energetska kabelska kanalizacija (EKK), ki je predvidena po Dunajski cesti, se na severnem delu navezuje na obstoječi komunalni kolektor. Njen potek po Dunajski cesti narekuje zasedenost prostora na hodniku za pešce in kolesarski stezi ob Dunajski cesti z ostalo komunalno infrastrukturo in predvidenim vročevodom. V križišču Trga OF in Dunajske ceste trasa zavije v smeri vzhoda. Zaradi predvidenega drevoreda in ostale komunalne infrastrukture je trasa speljana po vozišču Trga OF (glej prilogo A). Trasa ima več odcepov. Prvi, v smeri proti severu, predstavlja prosto vkopan srednje napetostni vod, ki poteka do TP Emonika poslovna stolpnica. Drugi odcep je v smeri juga in predstavlja EKK, ki omogoča prečkanje cestišča Trga OF elektro-energetskim vodom. Tretji odcep omogoča povezavo s TP Železniška postaja. Trasa se konča v jašku pred obstoječo stavbo Slovenskih železnic.



Slika 19: Prikaz predvidenega elektro-energetskega omrežja srednje napetosti s TP

### 3.2.2.3 Javna razsvetljava

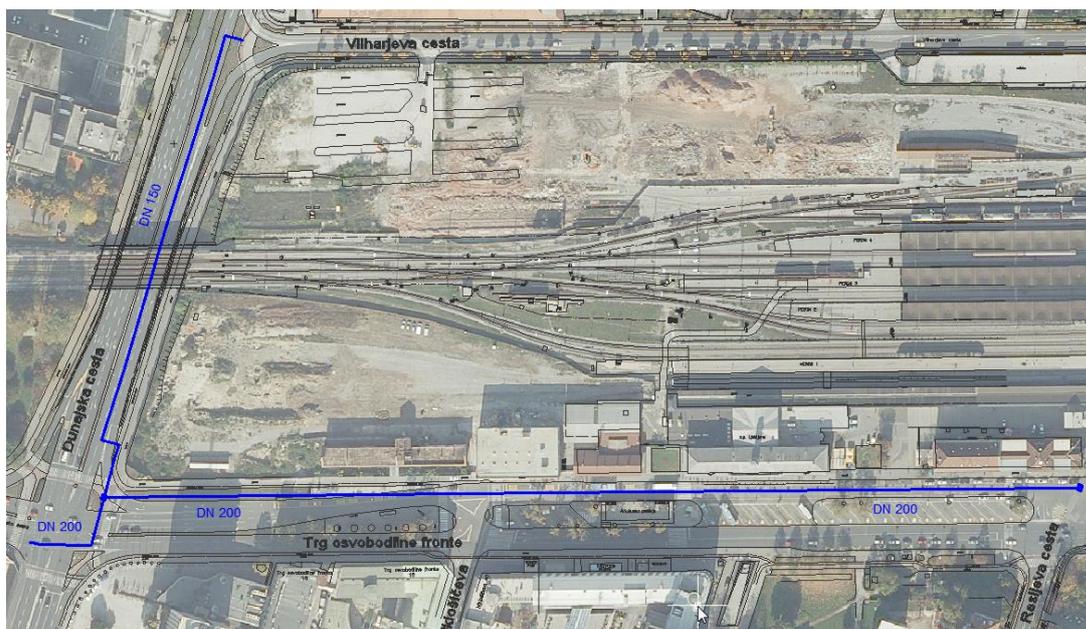
Za zagotavljanje varne uporabe cestnih površin se vzpostavi nov sistem javne razsvetljave, ki ga sestavljata dva kraka. Severni krak predstavlja prestavljeno napeljavo javne razsvetljave na tem območju zaradi umestitve vročevoda na območje kjer trasa trenutno poteka (glej prilogo A). Krak skrbi za povezavo javne razsvetljave med severnim in južnim delom območja. Drugi krak pa poteka vzporedno s predvidenim drevoredom. Ker je na tem območju predvidena tako razsvetljava poti ob drevoredu kot tudi cestišča na južni strani drevoreda, je logična rešitev, da se javna razsvetljava namesti najbližje predvidenim svetilkam. S tem se zagotovi najkrajšo traso vodov. Poleg tega javna razsvetljava omogoča manjše nadkritje, kar je ugodno za bližnja drevesa v primeru izkopov zaradi okvare.



Slika 20: Prikaz predvidene javne razsvetljave

### 3.2.2.4 Vodovod

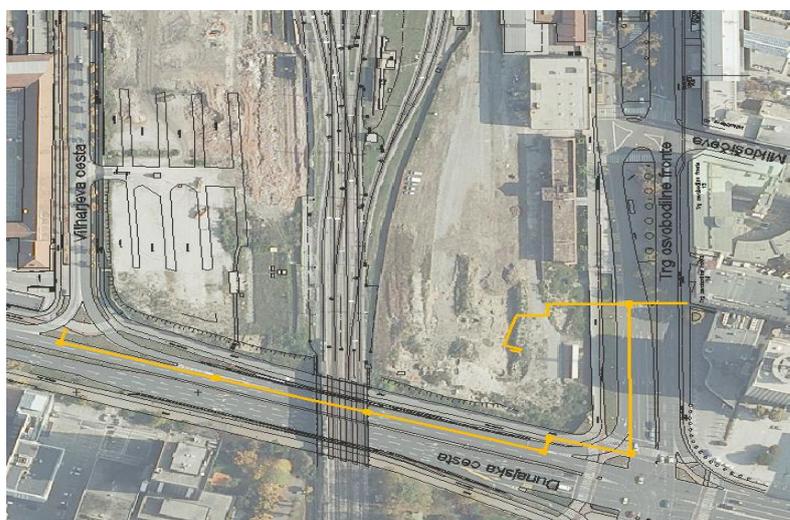
Vodovodno omrežje se na severu navezuje na vodovod v obstoječem komunalnem kolektorju na Vilharjevi cesti. Trasa vodovoda je speljana po vozišču Dunajske ceste, saj drugje ni prostora zaradi ostale komunalne infrastrukture in objektov (glej prilogo A). Predviden vodovod je dimenzije DN 150 in se v križišču Dunajske ceste in Trga OF razdeli na dve veji. Prva veja dimenzije DN 200 se nadaljuje proti jugu in na južnem koncu prej omenjenega križišča zavije proti zahodu, kjer se naveže na obstoječi vodovod v komunalnem kolektorju na Slovenski cesti. Druga veja DN 200 pa poteka vzporedno s Trgom OF. Ta del trase poteka južno od predvidenega drevoreda, saj na severni strani ni zadostnega prostora oziroma ga zaseda druga komunalna oprema (glej prilogo A). Vodovod se zaključi v jašku v križišču Resljeve ceste in Trga OF, kjer se priključuje na obstoječe omrežje.



Slika 21: Prikaz predvidenega vodovodnega omrežja

### 3.2.2.5 Telekomunikacije

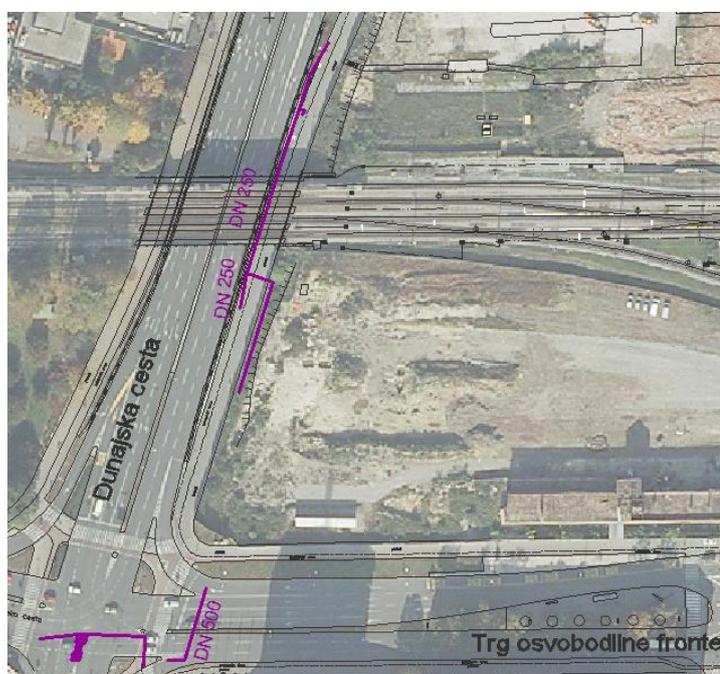
Telekomunikacijski vodi potekajo v TKK. TKK se na severnem delu navezuje na obstoječi komunalni kolektor na Vilharjevi cesti. Trasa od tu poteka po cestišču na Dunajski cesti. V križišču Dunajske ceste in Trga OF se smer trase spremeni in zaradi ostale predvidene komunalne infrastrukture poteka po cestišču Trga OF. Po 80 m se trasa razcepi na dva dela. TKK prečka Trg OF in se konča v jašku nasproti Telekomove stavbe. Drugi del trase pa zavije v smeri severa in se položi prosto v tla. Ta povezava zagotavlja telekomunikacijsko povezavo za predviden objekt poslovne stolpnice.



Slika 22: Prikaz predvidenega telekomunikacijskega omrežja

### 3.2.2.6 Kanalizacija

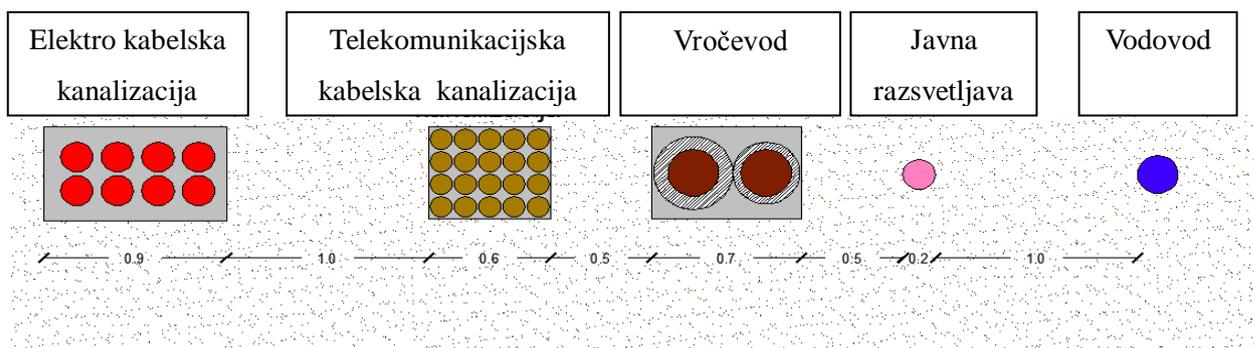
Kanalizacijsko omrežje je samo po sebi zelo specifično iz naslova načrtovanja, saj je potrebno v primeru gravitacijske kanalizacije zagotoviti ustrezen padeč in s tem odtekanje odpadnih snovi. To je tudi glavni razlog, da se načrtovana kanalizacijska omrežja po prvi varianti in tista po drugi varianti medsebojno minimalno razlikujeta. Razlika nastane le v delu, ko je bila zaradi predvidenega komunalnega kolektorja potrebna prestavitev že obstoječih komunalnih vodov. Na območju južnega dela križišča Trga OF in Dunajske ceste, kjer sta bila predvidena na kanalizacijskem omrežju razdelitvena objekta I in II, ki sta omogočala, da je predvideni komunalni kolektor nemoteno prečkal kanalizacijo. Tako so na spodnji sliki prikazani vodi in objekti, ki se ne bodo zgradili v tej varianti, vse ostale rešitve pa ostajajo enake.



Slika 23: Prikaz objektov in vodov kanalizacijskega omrežja, ki jih ni potrebno zgraditi glede na prvo variantno rešitev

### 3.2.2.7 Tipični prečni prerez

Zaradi zahtevanih odmikov med posameznimi komunalnimi vodi lahko govorimo o tipičnem prerezu. Le-ta upošteva tudi tipične dimenzije vodov in število cevi v kabelskih kanalizacijah.



Slika 24: Prikaz tipičnega prereza komunalne infrastrukture znotraj cestnega telesa z upoštevanjem horizontalnih odmikov

### 3.2.3 Utemeljitev tras predvidene komunalne infrastrukture druge variante v prostoru

Pri utemeljevanju trase posamezne komunalne infrastrukture je pomembno, da se razjasni način določanja posameznih tras v prostoru. Res je, da je potrebno upoštevati odmike med posamezno komunalno infrastrukturo, vendar to ni edino merilo. Hkrati se tudi opiše, kaj v samem prostoru je privedlo do tega, da je trasa predvidena na določeni lokaciji. Najlažji način za utemeljitev je, da se vsako traso komunalne infrastrukture pregleda posamezno po vsej njeni dolžini in opiše kritične točke. Za lažje razumevanje je priložena priloga A, v kateri je grafično prikazana opisana situacija.

#### 3.2.3.1 Vročevod

Dovodna cev in odvodna cev vročevoda, skupaj z izolacijo in kinitami, sta širine 0,7 m. Hkrati pa ima vročevod še lire za ublažitev toplotnih raztezkov, ki se nahajajo zunaj ravne linije trase. Večina vročevoda je na isti trasi kot v rešitvi, ki predvideva komunalni kolektor.

Tako je del med Tivolsko cesto in razcepom vročevoda na Trgu OF neproblematičen z vidika ostale komunalne infrastrukture. Od razcepa proti severu je potrebno upoštevati odmik od predvidenih dreves na vzhodni strani trase v smeri severa. Odmik je velikosti 2 m in povzroči, da se smer vročevoda malo spremeni. V primeru, da tu ne bi bilo predvidene zasaditve dreves, bi se trasa lahko premaknila proti vzhodu v linijo, ki jo ima vročevod od omenjenih dreves naprej. Na vzhodni strani nam mejo v prostoru predstavlja podzemna garaža nakupovalno zabavišnega centra, od katere moramo biti oddaljeni vsaj 1,5 m. Na območju nadvoza železniške proge nad kolesarsko stezo in pločnikom za pešce se vročevod odmakne temeljem podhoda na vzhodni strani in ob enem upoštevamo razdaljo 0,8 m od meteorne kanalizacije na zahodu. Trasa se potem umakne proti vzhodu v brežino. Tu je potrebno paziti na odmik od podzemnih garaž nakupovalno zabavišnega centra, oddaljenost 1,5 m. Obe krivini, pred in za opisanim železniškim nadvozom, služita tudi kot kompenzatorja toplotnih raztezkov, zato na tem



območju ni lir. Ravno naslednja lira v smeri severa predstavlja omejitev v prostoru, saj določa linijo trase. Le-ta mora biti 1,5m stran od temeljev objekta, hkrati pa mora biti pravokotna na linijo vročevoda. Vročevod se pred priklopom v obstoječi komunalni kolektor približa še predvidenemu objektu na fekalni kanalizaciji, vendar to približevanje ni kritično.

Drugi del vročevoda, ki poteka od razcepa proti vzhodu, je bilo zaradi stiske s prostorom nemogoče umestiti v prostor na severno stran drevoreda. Stiska nastane zaradi ožine nasproti zahodnega vhoda v nakupovalno zabavišni center, kjer je predvidena interna kanalizacija. Tako med kanalizacijo in drevoredom ostanejo le 4 m prostora, od katerih moramo takoj odšteti 2 m za zaščito koreninskega sistema dreves. Na širini 2 m pa bi poleg vročevoda morala biti še trasa javne razsvetljave za razsvetljava pešpota ob drevoredu. Tako vidimo, da je prostorska stiska prevelika in vročevod je zato pozicioniran ob južni del drevoreda. Tu je vročevod postavljen v linijo z drevoredom in s svojimi lirami na jug ne predstavlja nobenih posebnih omejitev več.

### **3.2.3.2 Vodovod**

Vodovod v delu od priklopa v obstoječem komunalnem kolektorju na Tivolski cesti do spremembe smeri proti severu poteka po isti trasi kot pri projektni rešitvi s komunalnim kolektorjem. Zavoj proti severu se zgodi prej, kar je posledica predvidenega stanja v križišču Trga OF in Dunajske ceste. Vodovod se mora predvideni telekomunikacijski kabelski kanalizaciji umakniti na razdaljo 1m. V križišču je pozicioniran vodovodni jašek, znotraj katerega se trasa razdeli in usmeri proti vzhodu in severu.

Severna trasa poteka na oddaljenosti 1 m, vzporedno s TKK. Ker poteka skoraj po sredini desnega vozišča Dunajske ceste, tu ni nobene obstoječe komunalne infrastrukture ali objektov, ki bi predstavljali dodatne omejitve. Na območju križišča Dunajske ceste z Vilharjevo cesto se vodovod priključi na obstoječi vodovod znotraj obstoječega komunalnega kolektorja. Pri tej navezavi je potrebno opozoriti na odmik vodovoda od obstoječega jaška na kanalizaciji, ki se nahaja približno 4 m pred omenjenim obstoječim komunalnim kolektorjem.

Da zadostimo potrebam požarne varnosti so na tem opisanem odseku predvideni 4 podzemni hidranti. Podzemni so zato, ker je to edino možno, glede na to, da opisani vodovod poteka po cestišču.

Del vodovoda, ki iz jaška v križišču Trga OF in Dunajske ceste zavije proti vzhodu, poteka na oddaljenosti 2 m od predvidenega drevoreda in je od javne razsvetljave na južni strani oddaljen 1 m. Ta

del vodovoda ima prosto pot vse do končnega jaška, kjer se priključuje na obstoječi vodovod. Na tej liniji ni nobene predvidene komunalne in druge infrastrukture, ki bi predstavljala oviro.

Na celotni liniji imamo tri podzemne in tri nadzemne hidrante, ki zagotavljajo požarno varnost predvidenim objektom. Podzemni hidranti se nahajajo na območjih tlakovanih površin, nadzemni pa na območju zelenic.

Na tem delu vodovoda imamo tudi tri vodovodne razcepe proti severu. Vsak izmed njih omogoča priključevanje predvidenih objektov na vodovodno omrežje. Poleg tega pa imamo še eno navezavo proti jugu. Vse te navezave so neproblematične z vidika umeščanja v prostor, saj imajo zadostno količino prostora.

### **3.2.3.3 Telekomunikacije**

Predvidene telekomunikacijske povezave se večinoma nahajajo znotraj kableske kanalizacije. Tako je začetek le-te v obstoječem jašku pred stavbo na naslovu Trg OF 16 (objekt Telekom Slovenije). Potek preko ceste je identičen tistemu iz projektne dokumentacije, ki vsebuje rešitev s komunalnim kolektorjem. Po prečkanju ceste pa se TKK nadaljuje v smeri zahoda. Ta ne poteka na najmanjši možni razdalji od elektro-energetske kableske kanalizacije (večji odmik). Razlog za tak potek pa je obstoječa trasa komunalnih vodov v križišču Trga OF in Dunajske ceste. Zato je trasa predstavljena v smeri juga. Le tako je omogočeno, da ne prihaja do dodatnih lomov in s tem povezanih dodatnih jaškov, ki bi bili nepotrebni. S tako postavitvijo se izognemo obstoječi javni razsvetljavi in liram na predvidenem vročevodu. V križišču Trga OF in Dunajske ceste se TKK prelomi proti severu. Tu poteka med predvidenim vodovodom na razdalji 1 m in predvideno EKK prav tako na razdalji 1 m. Zaradi premajhnega prostora znotraj hodnika za pešce in kolesarske steze, ki potekata pod železniškimi tiri, se trasa predvidi po cestišču Dunajske ceste. Znotraj hodnika za pešce in kolesarske steze se že nahajajo meteorni kanal, javna razsvetljava in obstoječi telekomunikacijski vodi. Poleg tega pa je tu predviden vročevod in tako je onemogočena vzpostavitev telekomunikacijske kableske kanalizacije. Zavoj na Dunajsko cesto se zgodi pred prečkanjem obstoječega fekalnega kanala DN 300. Poleg tega se na tem delu kolesarska steza in pločnik za pešce vodita v drugem višinskem nivoju kot cesta. Zato je potrebno, da predvidena trasa preide na cestišče Dunajske ceste še preden pride do višinskih razlik. Le tako je lahko TKK enovita in uporabna. Po celotni dolžini trase po Dunajski cesti poteka TKK med vodovodom in EKK na že prej opisanih razdaljah. Potek je v ravni liniji, saj tu ni nobenih posebnosti, ki bi motile potek trase.

V križišču Dunajske ceste in Vilharjeve ceste se TKK priključuje na obstoječi komunalni kolektor in

znotraj njega na ostalo telekomunikacijsko omrežje.

Na točki, kjer pride do loma trase oziroma zamenjave smeri iz jug-sever v smeri vzhod-zahod, po prej opisanem prečkanju Trga OF z začetka trase, je predviden jašek, iz katerega poleg opisane trase v smeri zahoda poteka še prosto zakopan telekomunikacijski kabel proti severu. Ta kabel predstavlja povezavo telekomunikacijskih prostorov v predvidenih objektih z ostalim telekomunikacijskim omrežjem. Trasa tega kabla je predvidena tako, da prečka drevored na način, da ustvarja najmanjšo možno škodo. To pa pomeni, da je prečkanje predvideno na sredini med dvema drevesoma.

Pri načrtovani TKK je potrebno poudariti, da je na vseh lomih trase potrebno postaviti jaške, ki omogočajo kasnejše vlečenje telekomunikacijskih kablov. Tudi v primeru ravne linije so potrebni jaški, ki so na medsebojni razdalji 70 m.

#### **3.2.3.4 Javna razsvetljava**

Javna razsvetljava večinoma poteka po že obstoječih trasah. Predvidene trase pa so od obstoječe in predvidene komunalne infrastrukture oddaljene v skladu s podatki v pregledni preglednici. Na celotni trasi je najbolj problematičen del trase na severovzhodu križišča Trga OF in Dunajske ceste. Na tem delu se trasa razcepi na dva kraka. Od tu poteka del trase javne razsvetljave proti severu. Ta del poteka najprej med obstoječimi telekomunikacijskimi vodi na vzhodni strani. Oddaljenost med vodniki je najmanj 0,3 m in predvideno EKK na zahodni strani, na oddaljenosti najmanj 0,15 m. Proti severu se trasa nato približa predvidenemu vročevodu in na medosni oddaljenosti najmanj 0,8 m poteka vzporedno z njim. Na zahodni strani naslednjo oviro v prostoru predstavlja obstoječi meteorni kanal. Vendar zaradi zadostne medosne razdalje med predvidenim vročevodom in obstoječim meteornim kanalom ni nikakršnega problema umestiti traso javne razsvetljave med obe komunalni infrastrukturi. Tu se trasa konča znotraj obstoječega jaška.

Iz prej opisanega razcepa trase poteka del trase vzporedno z drevoredom na oddaljenosti 2 m od osi drevoreda. Ta del je predviden za razsvetljava pešpoti ob drevoredu. Na celotni liniji proti vzhodu ni težav z umestitvijo v prostor, saj je koridor severno od drevoreda dovolj širok in brez ovir za načrtovanje. Vsa križanja z obstoječo in predvideno komunalno infrastrukturo pa so izvedena pod čim bolj pravim kotom.

#### **3.2.3.5 Elektro-energetski vodi srednje napetosti (20 kV)**

Večina elektro-energetskega omrežja poteka znotraj EKK. Na severnem delu križišča Dunajske ceste z

Vilharjevo cesto je iz obstoječega komunalnega kolektorja predvidena prevezava v načrtovano EKK. Ta najprej prečka fekalni kanal DN 700/1050, na kar zavije v smeri proti jugu in poteka na oddaljenosti 1 m od fekalnega kanala. Traso tako na vzhodni strani omejuje obstoječi fekalni kanal, na zahodni strani pa je predvidena TKK. Le-ta je od roba EKK oddaljena 1 m. Na severni strani podvoza pod železniškimi tiri na Dunajski cesti trasa prečka obstoječi odpadni kanal DN 700. Tu je potrebna višinska uskladitev. Trasa se nadaljuje v podani smeri do križišča Trga OF z Dunajsko cesto, tu se smer spremeni in EKK na vzhodni strani omejuje predvidena javna razsvetljava. Ta se nahaja na oddaljenosti najmanj 0,9 m, kar pa je več, kot je predvideno kot minimalni odmik. Znotraj omenjenega križišča trasa prečka še obstoječo traso telekomunikacij, predvideno traso javne razsvetljave, predvideno traso vodovoda, predvideno traso vročevoda. Vsa križanja se morajo višinsko uskladiti. Tu se spremeni smer trase, ki sedaj poteka vzporedno s Trgom OF. Na tem delu predvidena trasa štirikrat prečka liro predvidenega vročevoda. Na teh delih se spremeni prečni presek EKK. Iz sistema 2 x 4 preide v sistem 1 x 8. To pomeni, da potrebujemo manjšo globino in večjo širino za vzpostavitev takega sistema. Razširitve so predvidene tako, da omogočajo radije, s katerim elektro-energetske kable srednje napetosti lahko zakrivimo in jih ob tem ne zlomimo. Razdalja med predvidenim vročevodnim omrežjem in elektro-energetsko kabelsko kanalizacijo je 1 m. Trasa poleg lir vročevodnega omrežja prečka tudi predvideno traso telekomunikacijskega kabla, predvideno traso javne razsvetljave, predvideno traso vodovoda in predvideno traso fekalnega kanala. Vsa ta križanja niso problematična, saj potekajo pot pravim kotom in se lahko rešujejo tako kot križanja z lirami vročevoda, z razširitvami.

V predvideno elektro-energetsko omrežje pa spadata še navezavi, ki potekata izven kabelske kanalizacije. Prva taka navezava je na Vilharjevi cesti, kjer srednjenapetostni kabel iz obstoječega komunalnega kolektorja povežemo s TP Emonika nakupovalni in zabavišni center sever-1. Ta povezava poteka ob telekomunikacijski kabelski kanalizaciji na razdalji 0,3 m. Prečka predviden odpadni kanal in predviden vodovod. Oba križanja je potrebno višinsko uskladiti.

Druga povezava pa je povezava TP Emonika poslovna stolpnica z EKK, ki je predvidena na Trgu OF. Srednjenapetostni vodi tu prečkajo predvidene vode in sicer javno razsvetljava, vročevod, vodovod in odpadno kanalizacijo. Potrebna je višinska uskladitev vseh križanj.

Pri načrtovani EKK je na vseh lomih trase potrebno postaviti jaške, ki omogočajo kasnejše vlečenje elektro-energetskih kablov. V primeru ravne linije so jaški na 70 m razdalji.

## **4 STROŠKOVNA OCENA POSAMEZNE VARIANTE**

Z možnostjo različnih polaganj komunalnih vodov so predvideni tudi različni stroški. Tako imamo za vsako variantno drugačne stroške pri vzpostavitvi same komunalne infrastrukture (investicijski stroški), kot tudi stroške v času obratovanja (stroški vzdrževanja in obratovanja ter stroški, povezani s prekinitvami na komunalnem omrežju).

Predvidene stroške je potrebno deliti glede na variantno rešitev. Znotraj te razdelitve pa se predvideni stroški določijo za vsako komunalno infrastrukturo posebej. Seveda pride tudi do razdelitve na investicijske stroške in stroške, ki nastanejo v času obratovanja.

V kolikor želimo obe varianti primerjati med seboj je potrebno zagotoviti, da so izpolnjeni predpogoji in sicer, da imamo na razpolago dovolj investicijskih sredstev za izgradnjo, katere koli variante. Hkrati pa morata obe varianti zagotavljati enako kvalitativno in kvantitativno oskrbo končnih odjemalcev. V konkretnem primeru naloge sta oba pogoja izpolnjena. Glavno merilo za primerjavo nam tako v ekonomskem smislu predstavljajo minimalni letni stroški posamezne variante.

### **4.1 Investicijski stroški**

Da so stroški medsebojno primerljivi, je potrebno predpisati njihovo vsebino. Tako so investicijski stroški sestavljeni iz naslednjih vrst stroškov:

- zemeljska dela,
- rušitvena in ureditvena dela,
- strošek materiala,
- ostalo ( betonerska, zidarska, železokrivska, tesarska dela).

Celoten investicijski strošek posamezne infrastrukture se obravnava kot posamezno število in ni razloga, da je podrobneje razdeljen na zgoraj opisane stroške.

#### **4.1.1 Investicijski stroški prve variante**

Za prvo variantno rešitev so investicijski stroški podani v projektni dokumentaciji. V kolikor se iz projektne dokumentacije ne da razbrati tistega dela stroškov, ki se navezuje na to nalogo, je potrebno za podatke zaprositi projektanta ali gospodarsko javno službo, zadolženo za dotično komunalno infrastrukturo.

#### 4.1.1.1 Komunalni kolektor

V projektni dokumentaciji za pridobitev gradbenega dovoljenja je stroškovno ovrednoten komunalni kolektor na 1.401.787 €, ker pa so v ta strošek vštete tudi dodatne razširitve na obstoječem komunalnem kolektorju na Vilharjevi cesti, je potrebno strošek deliti z površino vseh del, ki so všteta v ceno in nato zmnožiti s površino dela predvidenega komunalnega kolektorja. Ta metodologija nam omogoča, da izračunamo koliko stane povprečen kvadratni meter komunalnega kolektorja. Zaradi enakosti pogojev pri gradnji po Dunajski cesti, Trgu OF in Vilharjevi cesti je taka predpostavka možna. Tako končni strošek po opisani metodologiji znaša 1.234.621 €. K tem strošku je potrebno prišteti še investicijski strošek interne razsvetljave komunalnega kolektorja. Ta strošek, vključno z NN elekto-energetskim vodom znaša 32.892 €. Celoten investicijski strošek razsvetljenega komunalnega kolektorja z nameščenimi policami je tako ocenjen na 1.267.514 €.

Preglednica 6: Investicijski stroški izgradnje komunalnega kolektorja z javno razsvetljavo

Komunalni kolektor	Količina [m ali št.]	Cena na enoto [€/m ali €/št.]	Celoten strošek [€]
Komunalni kolektor	760	1.625	1.234.621
Interna razsvetljava komunalnega kolektorja			32.893
		<b>Vsota</b>	<b>1.267.514</b>

#### 4.1.1.2 Elektro-energetski vodi srednje napetosti (20 kV)

V projektni dokumentaciji za pridobitev gradbenega dovoljenja je ocenjen strošek SN elektro-energetskega omrežja z vsemi pripadajočimi objekti. Ta ocena stroška ni porazdeljena na posamezne vode in objekte in tako onemogoča, da bi lahko ocenili kolikšen strošek predstavlja samo obravnavani del omrežja, ki poteka znotraj komunalnega kolektorja. Zato sem za oceno investicijskih stroškov zaprosil Elektro Ljubljana d.d. oziroma njihove projektante. Edini strošek, ki je v tem primeru bilo potrebno ovrednotiti, je strošek samega kablanskega voda. Ta strošek je ocenjen na 52.668 €.

Preglednica 7: Investicijski stroški izgradnje elektro-energetskega omrežja SN

Elektro energetska omrežje	Dolžina [m]	Cena na enoto [€/m]	Celoten strošek [€]
3x NA2XS(F)2Y1x240/25 mm <sup>2</sup> RM, 12/20 kV elektro-energetski vodniki srednje napetosti	1.596	33	52.668
		<b>Vsota</b>	<b>52.668</b>

Ostali stroški v času investicije ne nastanejo, saj se kable vleče znotraj predvidenega komunalnega kolektorja in se polagajo na zato predvidene police.

#### 4.1.1.3 Telekomunikacije

Telekomunikacijsko omrežje, ki poteka znotraj predvidenega komunalnega kolektorja v sami projektni dokumentaciji ni specificirano v tej miri, da bi se lahko razbral delež oziroma strošek kablov znotraj komunalnega kolektorja. Tako sem za oceno investicijskih stroškov telekomunikacijskih kablovodov zaprosil podjetje Novera d.d. iz Ljubljane, ki se ukvarja s projektiranjem TK vodov. Podjetje je pripravljalo tudi ocene stroškov za PGD projekt. V primeru telekomunikacij je znano le to, da potrebujemo 1180 m vodnikov. Nikjer ni specificirano kakšni naj bodo te vodniki. Zato bomo v obeh variantah uporabili enake vodnike in sicer bakreni kabel TK 59 250x4x0,6 GM. Celoten strošek tako znaša 50.150 €.

Preglednica 8: Investicijski stroški izgradnje telekomunikacijskega omrežja

Telekomunikacije	Dolžina [m]	Cena na enoto [€/m]	Celoten strošek [€]
Bakreni TK 59 250x4x0,6 GM	1180	42,5	50.150
		<b>Vsota</b>	<b>50.150</b>

#### 4.1.1.4 Vodovod

Investicijski stroški vzpostavitve vodovodnega omrežja znotraj komunalnega kolektorja so po projektni dokumentaciji v višini 281.090 €. Pri tem je potrebno opozoriti, da so stroški precej večji v primerjavi z investicijskimi stroški drugih vodovodov v Ljubljani. Glavni razlog je, da je potrebno zagotoviti varnosti vodovoda pred blodečimi tokovi, ki nastajajo zaradi bližine železniških tirov ter poskrbeti za dodatno izolacijo. V to ceno so všteti vsi trije kraki predvidenega vodovoda z zaščito in montažo. Iz spodnje preglednice je razvidno, da so velike razlike med cenami na enoto glede na dani odsek. Odsek 1, ki poteka po sektorju C znotraj komunalnega kolektorja, ima tako precej višje predvidene stroške, ki nastanejo kot posledica navezave znotraj komunalnega kolektorja na obstoječi vodovod DN 400. Poleg tega je na razdali 68 m veliko lomov cevi in razcepov, ki so tehnično bolj zahtevni za izvedbo. Prav tako so stroški materiala za izvedbo lomov višji, kot stroški cevi ki potekajo v ravnih linijah. Tako je tudi strošek na enoto precej večji v primerjavi z ostalima dvema odsekoma vodovoda.

Preglednica 9: Investicijski stroški izgradnje vodovodnega omrežja

Vodovod	Dolžina [m]	Cena na enoto [€/m]	Celoten strošek [€]
DN 200 (odsek 1)	68	692	47.040
DN 150 (odsek 2)	240	260	62.460
DN 200 (odsek 3)	445	386	171.590
		<b>Vsota</b>	<b>281.090</b>

#### 4.1.1.5 Vročevod

Stroški vročevoda so edini stroški, ki so v projektni dokumentaciji napisani tako natančno, da je brez strojne izobrazbe nemogoče določiti posamezen delež stroška vročevoda. Zato sem za oceno stroškov vročevoda zaprosil projektante na Javnem podjetju Energetika d.o.o. Njihova ocena je, da celoten strošek izgradnje vročevoda DN 250 v dolžini 697 m znaša 418.200 €.

Preglednica 10: Investicijski stroški izgradnje vročevodnega omrežja

Vročevod	Dolžina [m]	Cena na enoto [€/m]	Celoten strošek [€]
DN 250	697	600	418.200

#### 4.1.1.6 Kanalizacija

Pri variantni rešitvi s komunalnim kolektorjem je potrebno upoštevati tudi nekatere stroške, ki nastanejo na kanalizacijskem omrežju. Ti stroški so povezani z izgradnjo samega komunalnega kolektorja. Tako nastane strošek prestavitve meteornega kanala M 1 na Dunajski cesti na območju podvoza pod železniškimi tiri, zaradi prostorske stiske je zaradi izgradnje komunalnega kolektorja potrebno meteorni kanal DN 250 prestaviti. Strošek celotne prestavitve je v projektni dokumentaciji ocenjen na 34.400 €. Predvideni kanali DN 160 predstavljajo priključek komunalnega kolektorja na meteorno kanalizacijo in s tem omogočajo odvodnavanje objekta, strošek njihove vzpostavitve je ocenjen na 3.200 €. Celotni investicijski stroški, ki nastanejo zaradi vzpostavitve komunalnega kolektorja, na meteornem kanalizacijskem sistemu tako znašajo 37.600 €.

Preglednica 11: Investicijski stroški izgradnje meteorne kanalizacije

Kanalizacija meteorna	Dolžina [m]	Cena na enoto [€/m]	Celoten strošek [€]
Kanal DN 250 ( kanal M 1, Dunajska cesta)	86	400	34.400
Kanal DN 160	8	400	3.200
		<b>Vsota</b>	<b>37.600</b>



Poleg meteorne kanalizacije je zaradi izgradnje komunalnega kolektorja potrebna prestavitve tudi fekalnega kalana V, DN 500 na Trgu OF. Strošek prestavitve kanala znaša 19.600 €. Za nemoteno prečkanje obstoječega fekalnega kanala je, na južnem delu križišča Dunajske ceste in Trga OF, predvidena izgradnja razdelilnih objektov. Stroški predvidenih objektov so ocenjeni na 82.200 €. Celotni investicijski stroški na fekalnem kanalizacijskem sistemu tako znašajo 101.800 €.

Preglednica 12: Investicijski stroški izgradnje fekalne kanalizacije

Kanalizacija fekalna	Količina [m ali št.]	Cena na enoto [€/m ali €/št.]	Celoten strošek [€]
DN 500 (kanal V, Trg OF)	28	700	19.600
Razdelitveni objekt I in II	2		82.200
		<b>Vsota</b>	<b>101.800</b>

#### 4.1.1.7 Celotni investicijski stroški prve variante

Celotna investicija vključno s komunalnim kolektorjem je ocenjena na 2.209.022 €. Pri tej številki je potrebno opozoriti, da gre za oceno stroškov. Pomembno je tudi dejstvo, da v tem primeru ni opisan strošek javne razsvetljave in plinovodnega omrežja. Razlog se skriva v tem, da sta v obeh projektnih rešitvah stroška identična. Spremeni se zgolj trasa v prostoru dolžinsko in količinsko pa ne prihaja do spremembe. Zato teh stroškov posebej ne bom navajal in jih medsebojno primerjal.

Preglednica 13: Investicijski stroški izgradnje glede na posamezno komunalno infrastrukturo

Komunalna infrastruktura	Celoten strošek [€]
Komunalni kolektor	1.267.514
Vodovod	281.090
Vročevod	418.200
Elektro energetska omrežje	52.668
Telekomunikacije	50.150
Kanalizacija meteorna	37.600
Kanalizacija fekalna	101.800
<b>Vsota</b>	<b>2.209.022</b>

Za lažjo primerjavo med obema variantama, se investicijski strošek komunalnega kolektorja porazdeli med komunalno infrastrukturo, ki je nameščena znotraj komunalnega kolektorja. Tako je lažje primerjati investicijske stroške glede na posamezno komunalno infrastrukturo. Investicijski stroški komunalnega kolektorja se tako razdelijo na štiri enake dele, ki se prištejejo investicijskim stroškom za vodovod, vročevod, telekomunikacije in elektro-energetska omrežje. To pomeni, da se omenjenim omrežjem komunalne infrastrukture prišteje strošek 316.878,51€.

Preglednica 14: Investicijski stroški izgradnje glede na posamezno komunalno infrastrukturo, z razdeljenimi investicijskim stroški komunalnega kolektorja med komunalne vode znotraj komunalnega kolektorja

Komunalna infrastruktura	Celoten strošek [€]
Vodovod	597.969
Vročevod	735.079
Elektro energetska omrežje	369.547
Telekomunikacije	367.029
Kanalizacija meteorna	37.600
Kanalizacija fekalna	101.800
<b>Vsota</b>	<b>2.209.022</b>

#### 4.1.2 Investicijski stroški druge variante

Za drugo varianto je prav tako potrebno za oceno stroškov zaprositi projektante ali gospodarsko javno službo, zadolženo za dotično komunalno infrastrukturo. V kolikor pa teh podatkov ne pridobimo, si pomagamo z oceno stroškov, ki je podana v programu opremljanja stavbnih zemljišč za del Ljubljane, s podobnimi značilnostmi in podobno infrastrukturo. Lahko gre za več različnih programov opremljanja stavbnih zemljišč.

##### 4.1.2.1 Elektro-energetski vodi srednje napetosti (20 kV)

Po drugi varianti je večina elektro-energetskih vodov SN predvidena znotraj EKK. Tako imamo predvidenih 560 m EKK 2 x 4 x 160 mm. To pomeni, da imamo predvidene dva nivoja s po štirimi cevmi premera velikosti 160 mm. Ocenjen investicijski strošek je 74.400 €. Pri EKK je potrebno izvesti tudi jaške, ki niso všteti v prej opisani strošek. Cena posameznega jaška dimenzije 2,8 m x 1,8 m x 1,8 m je ocenjena na 5.200 €. Na celotni trasi potrebujemo za nemoteno vlečenje kablov znotraj EKK 10 takšnih jaškov. Tako je cena vseh jaškov 52.000 €. Znotraj EKK imamo še predviden SN kabel. Celoten strošek SN kabla je ocenjen na 51.480 €. Na območju imamo tudi del kablovoda, ki je prosto zakopan v tla. Cena za prosti vkop kabla v tla je 35 €/m. Prvi izmed dveh takih kablovodi poteka iz obstoječega komunalnega kolektorja na Vilharjevi do TP Emonika nakupovalni in zabavišni center sever-1, dolžine 56 m. Investicijski strošek znaša 1.960 €. Drugi SN vod, ki je prosto zakopan v tla pa predstavlja povezavo s TP poslovna stolpnica. Dolžina tega voda znaša 70 m, investicijski strošek pa je ocenjen na 2.450 €. Celotni investicijski strošek vzpostavitve SN elektro-energijskega omrežja je tako 182.370 €.

Preglednica 15: Investicijski stroški izgradnje elektro-energetskega omrežja SN

Elektro energetske omrežje	Količina [m ali št.]	Cena na enoto [€/m ali €/št.]	Celoten strošek [€]
EKK 2 x 4 x 160 mm	560	133	74.480
Jaški dimenzije 2,8 m x 1,8 m x 1,8 m	10	5.200	52.000
SN kabel izven EKK ( navezava z Vilharjeve)	56	35	1.960
SN kabel izve EKK ( Trg OF) (TP BT)	70	35	2.450
SN kabel v EKK	1.560	33	51.480
		<b>Vsota</b>	<b>182.370</b>

#### 4.1.2.2 Telekomunikacije

Tako, kot elektro-energetski vodi SN, so tudi telekomunikacijski vodi speljani znotraj kableske kanalizacije. Zaradi bližine vozlišča v stavbi Telekom Slovenije je celotna TTK 4 x 5 x 100 mm. To pomeni, da imamo štiri nivoje s petimi cevmi premera 100 mm, znotraj katerih je predvidena napeljava telekomunikacijskih vodnikov. Sama TTK mora imeti na območjih lomov oziroma na razdalji 70 m na ravnih linijah, tudi jaške dimenzije 1,8 m x 2,5 m x 1,9 m. Za predvideno variantno rešitev imamo tudi del trase, kjer so kabli le prosto zakopani v tla.

Oceno stroškov so podali projektanti iz podjetja Novera d.d. iz Ljubljane. Tako je investicijski strošek TTK ocenjen na 63.510 €. Vsak jašek pa stane 1.655 €. Vseh 8 jaškov zagotavlja dovolj veliko nosilnost glede na obremenitev cest na katerih se nahajajo. TK položen v tla znotraj zelenice je ocenjen na 4.240 €. Vseh 1.580 m kabla znotraj TTK pa na 67.150 €. Tako celoten investicijski strošek vzpostavitve telekomunikacijskega sistema znaša 148.140 €.

Preglednica 16: Investicijski stroški izgradnje telekomunikacijskega omrežja

Telekomunikacijsko omrežje	Količina [m ali št.]	Cena na enoto [€/m ali €/št.]	Celoten strošek [€]
TKK 4 x 5 x 100 mm	365	174,00	63.510
Jaški dimenzije 1,8 m x 2,5 m x 1,9 m	8	1.655,00	13.240
TK kabel izve TTK (Trg OF )	80	53	4.240
TK kabel v TTK	1.580	43	67.150
		<b>Vsota</b>	<b>148.140</b>

#### 4.1.2.3 Vodovod

Celotni strošek vzpostavitve vodovodnega sistema so s strani JP Vodovod – Kanalizacija d.o.o., ocenjeni na 235.360 €. V ta strošek je všteti vodovod DN 150 v dolžini 247 m, po Dunajski cesti katerega investicijska vrednost znaša 66.690 € in vodovodna kraka DN 200 po Trgu OF in navezava iz Tivolske ceste v skupni dolžini 529 m v vrednosti 158.700 €. Poleg vodovodov je potrebno zgraditi tudi dva jaška, znotraj katerih je omogočeno priklapljanje predvidenih vodovodov na obstoječe omrežje (jašek v severnem delu križišča Resljeve ceste in Trga OF) oziroma razcepi predvidenih vodovodnih vodov (Trg OF). Ocenjen investicijski strošek takšnega jaška znaša 5.000 € na posamezen jašek.

Preglednica 17: Investicijski stroški izgradnje vodovodnega omrežja

Vodovod	Količina [m ali št.]	Cena na enoto [€/m ali €/št.]	Celoten strošek [€]
DN 150 (Dunajska cesta)	247	270	66.690
DN 200 (Trg OF)	475	300	142.500
DN 200 (navezave s Tivolske ceste)	54	300	16.200
Jašek dimenzije 1,8 m x 2,5 m x 1,9 m	2	5.000	10.000
		<b>Vsota</b>	<b>235.390</b>

#### 4.1.2.4 Vročevod

Za stroškovno oceno izgradnje vročevoda sem zaprosil projektante na Javnem podjetju Energetika d.o.o.. Njihova ocena je, da celoten strošek izgradnje vročevoda DN 250 znaša 747.630 €.

Preglednica 18: Investicijski stroški izgradnje vročevodnega omrežja

Vročevod	Dolžina [m]	Cena na enoto [€/m]	Celoten strošek [€]
DN 250	710	1.053	747.630

#### 4.1.2.5 Celotni investicijski stroški druge variante

Celotni investicijski stroški druge variantne rešitve znašajo 1.313.530 €. To so vsi investicijski stroški, ki so ocenjeni s strani projektantov. Pri tem je potrebno poudariti, da so ti stroški lahko tudi manjši v primeru, da se komunalna infrastruktura gradi istočasno in se izvaja skupni izkop za vso komunalno infrastrukturo. Vendar pa zaradi lažje primerjave med isto komunalno infrastrukturo znotraj posamezne variantne rešitve tega ne upoštevamo.

Preglednica 19: Investicijski stroški izgradnje glede na posamezno komunalno infrastrukturo

Komunalna infrastruktura	Celoten strošek [€]
Vodovod	235.390
Vročevod	747.630
Elektro energetska omrežje	182.370
Telekomunikacije	148.140
<b>Vsota</b>	<b>1.313.530</b>

#### 4.2 Stroški, ki nastanejo v času obratovanja

Če želimo izračunati stroške v času obratovanja, je potrebno najprej definirati obdobje obratovanja. Obdobje obratovanja je tako enako povprečni amortizacijski dobi vse predvidene komunalne infrastrukture, ki jo želimo primerjati. Za uporabo povprečne amortizacijske dobe sem se odločil, ker je tako izračun lažji, saj se varianti glede amortizacijske dobe medsebojno razlikujeta. S povprečjem dobimo tisti časovni interval, ki je najboljši približek in samega rezultata ne spremeni. V konkretnem primeru gre za obdobje 40 let.

Po določitvi obdobja obratovanja je potrebno definirati stroške, ki lahko v tem času nastanejo. Vsi stroški se ne pojavljajo v obeh variantah, zato je potrebno definirati pri kateri varianti posamezni strošek nastopa in v kakšnem obsegu.

Prva varianta obsega naslednje stroške v času obratovanja:

- letni strošek amortizacije (z upoštevanjem najemnine za komunalni kolektor),
- strošek vzdrževalca komunalnega kolektorja,
- strošek interne razsvetljave komunalnega kolektorja.

Druga varianta obsega naslednje stroške v času obratovanja:

- letni strošek amortizacije,
- število napak v času obratovanja oziroma število intervencij in s tem povezan strošek samega popravila,
- strošek obvoza,
- strošek elaborata zapore ceste,
- stroški vzdrževanja.

##### 4.2.1 Stroški, ki nastanejo v času obratovanja prve variante

To so predvsem stroški, ki so povezani s samim komunalnim kolektorjem in komunalno infrastrukturo v

njem. Te stroški so specifični za to variantno rešitev.

#### 4.2.1.1 Letni strošek amortizacije (z upoštevanjem najemnine za komunalni kolektor)

Prvi tak strošek, ki ga je potrebno upoštevati je letna znesek amortizacije. Gre za letni znesek amortizacije tako komunalnega kolektorja kot tudi vse komunalne infrastrukture, ki se nahaja v njem. Ker je za določena komunalna omrežja različna amortizacijska stopnja oziroma imajo po zakonu definirano različno amortizacijsko dobo, v konkretnem primeru prevzamemo povprečje teh dob, ki je 40 let. Tabela z rezultati napišemo na komunalno infrastrukturo natančno, kar pomeni, da komunalni kolektor porazdelimo med komunalno infrastrukturo, ki se nahaja znotraj objekta. Izhodišče nam tako nudi preglednica 14.

Preglednica 20: Investicijski stroški prve variante s pripadajočimi letnimi zneski amortizacije

Komunalna infrastruktura	Celoten investicijski strošek [€]	Letni strošek amortizacije [€]
Vodovod	597.969	14.949
Vročevod	735.079	18.377
Elektro energetska omrežje	369.547	9.239
Telekomunikacije	367.029	9.176
Kanalizacija meteorna	37.600	940
Kanalizacija fekalna	101.800	2.545
<b>Vsota</b>	<b>2.209.022</b>	<b>55.226</b>

V ta znesek je tudi že všteta najemina za komunalni kolektor. Najmanjša možna najemina je namreč enaka enoletnemu znesku amortizacije samega komunalnega kolektorja. Ker pa je investicijski strošek komunalnega kolektorja porazdeljen med vodovodno, vročevodno, telekomunikacijsko in elektro-energetska omrežje, je najemina zajeta v posameznih letnih stroških. Velikostni razred same najemnine je 6.338 € na posamezno komunalno infrastrukturo.

#### 4.2.1.2 Strošek vzdrževalca komunalnega kolektorja

Strošek vzdrževalca komunalnega kolektorja. Tu gre za plačilo osebe, ki stalno kontrolira stanje v komunalnem kolektorju in v primeru napak obvesti pristojno službo, da odpravi napako. Ker je trenutno za vzdrževanje komunalnega kolektorja pristojno Javno podjetje Vodovod-Kanalizacija d.o.o., in nam točnega podatka niso morali zagotoviti se poslužujemo naslednje metodologije. Vzdrževalec mora vsakodnevno pregledati komunalni kolektor. Pregledati mora vso komunalno infrastrukturo, kot tudi sam notranji vidni obod objekta. Predpostavlja se, da tak obhod znaša manj kot eno uro. Ker pa je plačilna enota v evrih na uro se šteje za pregled ena ura. Tako na teden opravi 5 delovnih ur. Ker ima en

mesec 4 tedne je skupno število delovnih ur na mesec enako številu 20 oziroma 240 h/leto. Strošek urne postavke se vrednoti, kot 1/174 povprečne mesečne bruto plače v Republiki Sloveniji, katera za mesec januar 2013 znaša 1.523,80 € ([http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=5369](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=5369)). Pri čemer 1/174 predstavlja povprečno mesečno število ur za leto 2013. Tako je strošek takega delavca 2.101,8 €/leto.

Te stroške pa je zopet potrebno porazdeliti med vse štiri komunalne infrastrukture, ki se nahajajo znotraj komunalnega kolektorja. Tako posamezen operater plača 525,45 €/leto za vzdrževalca.

Preglednica 21: Letni stroški vzdrževalca komunalnega kolektorja po posamezni komunalni infrastrukturi

Komunalna infrastruktura	Strošek vzdrževalca [€/leto]
Vodovod	525
Vročevod	525
Elektro energetska omrežje	525
Telekomunikacije	525
<b>Vsota</b>	<b>2.102</b>

#### 4.2.1.3 Strošek interne razsvetljave komunalnega kolektorja

V času obratovanja nastanejo tudi stroški interne razsvetljave komunalnega kolektorja. Strošek se izračuna iz predpostavke, da delavec, ki nadzoruje komunalni kolektor, potrebuje vsak delovni dan eno uro za obhod, potemtakem mora biti minimalno toliko časa prižgana tudi interna razsvetljava. Vemo, da je skupna odjemna moč sistema interne razsvetljave komunalnega kolektorja 32 W. Se pravi se na leto porabi 8,32 kWh električne energije. Povprečna cena za prvi kvartal v letu 2013 je znašala 154,85 €/MWh (<http://www.energetika-portal.si/novica/n/v-prvem-cetrletju-2013-povisanje-cene-elektricne-energije-za-gospodinjstva-in-podrazitev-za-ind/>). Tako lahko izračunamo, da na letni ravni strošek interne razsvetljave znaša 1,3 €.

Ta strošek lahko zanemarimo, saj tudi če upoštevamo, da interna razsvetljava gori ob vseh popravilih napak na komunalni infrastrukturi znotraj komunalnega kolektorja strošek v celotnem življenjskem ciklu komunalnega kolektorja ne preseže 2.000 €.

#### 4.2.1.4 Celotni stroški prve variante, ki nastanejo v času obratovanja

Celotni letni stroški prve variante, če seštejemo vse stroške po posamezni infrastrukturi znašajo 57.327 €. Stroški se razlikujejo po posamezni komunalni infrastrukturi, saj ima vsaka komunalna infrastruktura različne investicijske stroške in tako tudi različne zneske stroškov letne amortizacije.

Preglednica 22: Stroški letne amortizacije, vzdrževalca in vsota vseh letnih stroškov

Komunalna infrastruktura	Celoten investicijski strošek [€]	Letni strošek amortizacije [€]	Strošek vzdrževalca [€/leto]	Vsota
Vodovod	597.969	14.949	525	15.475
Vročevod	735.079	18.377	525	18.902
Elektro energetska omrežje	369.547	9.239	525	9.764
Telekomunikacije	367.029	9.176	525	9.701
Kanalizacija meteorna	37.600	940	0	940
Kanalizacija fekalna	101.800	2.545	0	2.545
<b>Vsota</b>	<b>2.209.022</b>	<b>55.226</b>	<b>2.102</b>	<b>57.327</b>

#### 4.2.2 Stroški, ki nastanejo v času obratovanja druge variante

To so predvsem stroški, ki so povezani s samim načinom polaganja komunalne infrastrukture in samo komunalno infrastrukturo. Te stroški so specifični za to variantno rešitev.

##### 4.2.2.1 Število napak v času obratovanja oziroma število intervencij in s tem povezan strošek samega popravila

Tako je prvi tak strošek, ki ga je potrebno upoštevati strošek samega popravila. Ta strošek se definira za celotno obdobje obratovanja in je odvisen od števila napak, ki se zgodijo v tem časovnem intervalu na posamezni komunalni infrastrukturi. Tako je potrebno najprej poznati število napak v času obratovanja.

S strani upravljavcev gospodarskih javnih služb se pridobiti podatke o številu napak na posamezni komunalni infrastrukturi v obdobju obratovanja na tekoči kilometer. Ko imamo ta podatek, ga zmnožimo z dolžino posameznega načrtovanega komunalnega voda in rezultat nam predstavlja število napak v življenjskem obdobju. Seveda je potrebno tu opozoriti, da so to zgolj ocene. V primeru, da nam ti podatki niso posredovani oziroma je njihova natančnost slaba, predpostavimo, da so možni različni scenariji. Tako predpostavimo, da lahko pride do okvare enkrat, dvakrat ali trikrat v obdobju obratovanja. Tako lahko tudi medsebojno primerjamo razlike v stroških v primeru različnega števila okvar in potrebnih intervencij.

Za vročevodno omrežje se upošteva, da v času obratovanja pride do napake enkrat, dvakrat ali trikrat. Razlog za tako odločitev je, da s strani Javnega podjetja Energetika d.o.o. ni bilo posredovanih točnih podatkov oziroma so zaradi spreminjanja tehnologije na tem področju stari podatki neuporabni. Spreminjajo se predvsem materiali cevi in s tem se podaljšuje življenjska doba in zmanjšuje število napak.



Projektanti na JP Vodovod – Kanalizacija d.o.o. so ob vprašanju o številu napak na vodovodnem omrežju izpostavili velike razlike, ki se nanašajo na različne materiale vodovodnih cevi. Tako je zelo veliko število napak na PVC ceveh medtem, ko na ceveh iz NL do napak praktično ne prihaja. V letu 2012 so se na 370 km vodovodnega omrežja iz NL zgodile zgolj 3 napake. Tudi te napake niso bile vse zaradi dotrajanosti materiala, ampak zaradi drugih dejavnikov, ki so bili posledica slabo opravljenih gradbenih del izvajalcev. Če bi njihovo statistiko prevedli na konkreten primer ugotovimo, da je možnost napake minimalna oziroma nična. Za primer te naloge bom obravnaval različne možne scenarije, da do napake pride enkrat, dvakrat ali trikrat v obdobju obratovanja.

S strani Telekoma Slovenije d.d., niso bili posredovani podatki o številu napak ali intervencij. Zato bom za primer te naloge obravnaval različne možne scenarije, da do napake pride enkrat, dvakrat ali trikrat v obdobju obratovanja. Pri tem je potrebno še upoštevati dejstvo, da telekomunikacijska tehnologija zelo hitro napreduje in se vodniki hitro menjajo. Zato je smiselno, da se v izračunu številu napak prišteje še isto število intervencij zaradi nadgradnje.

Za telekomunikacijske operaterje sta TKK in komunalni kolektor ekvivalentna z vidika polaganja in zaščite. Razlika je le v sami pozicije enega ali drugega objekta v prostoru in s tem povezanimi lastnostmi (dostopnost vhodnih jaškov).

Projektanti podjetja Elektro Ljubljana d.o.o. so podali oceno, da se na 370.000 km SN elektro-energetskega omrežja letno zgodi 30 napak. Vendar je od teh 30 napak zgolj 35 % takih okvar, ki so posledica obrabe samega materiala. Ostale okvare povzročijo gradbeni delavci, ko urejajo neko območje in niso dovolj pazljivi in tako poškodujejo ali prerežejo elektro-energetske vodnike. Tako je možnost, da se zgodi napaka na obravnavanem območju minimalna ali skoraj nična. Zato bom za primer te naloge obravnaval različne možne scenarije, da do napake pride enkrat, dvakrat ali trikrat v obdobju obratovanja.

Pri tem je potrebno poudariti, da sta komunalni kolektor in EKK z vidika upravljavca ekvivalentna v smislu zaščite in polaganja. Razlika je le v sami pozicije enega ali drugega objekta v prostoru in s tem povezanimi lastnostmi.

Po določitvi števila napak oziroma števila intervencij je potrebno poznati sam strošek popravila (brez materiala). To so stroški delovne sile in stroški mehanizacije.

V spodnji tabeli so zapisani stroški same intervencije glede na posamezno variantno rešitev. Kot je razvidno iz preglednice se strošek pri elektro-energetskem omrežju in telekomunikacijah med

posameznima variantama ne razlikujeta. To je posledica že prej omenjenih lastnosti kabelske kanalizacije oziroma obravnave le te s strani operaterjev. Saj kabelska kanalizacija in komunalni kolektor operaterjem predstavljata dokaj identični sistem in zato so identični tudi stroški samega popravila zamenjave vodnika.

Preglednica 23: Stroški popravila glede na posamezno komunalno infrastrukturo in variantno rešitev

Komunalna infrastruktura	Strošek 1 varianta [€]	Strošek 2 varianta [€]
Vodovod	500	1.350
Vročevod	750	1.316
Elektro energetska omrežje	Ni razlike	Ni razlike
Telekomunikacije	Ni razlike	Ni razlike

Zaradi korektnosti izračuna je potreba poudariti, da po prvi varianti ne pride do napake v času obratovanja. Razlog je v stalnem vizualnem nadzoru komunalne infrastrukture in sprotnih manjših servisnih popravilih. Tako je strošek vseh popravil po prvi varianti nič.

Po prej opisanih kriterijih o številu napak na posamezno komunalno infrastrukturo lahko vse skupaj zapišemo v tabeli. V kateri se upošteva smo komunalna infrastruktura vodovodnega in vročevodnega omrežja. Ostali dve infrastrukturi sta z vidika variantnega primerjanja identični.

Preglednica 24: Stroškovna ocena odprave napake glede na število napak na posamezni komunalni infrastrukturi po drugi varianti

Število napak / Komunalna infrastruktura	1	2	3
Vodovod	1.350	2.700	4.050
Vročevod	1.316	2.633	3.949

Za lažjo primerjavo posameznih variant med seboj potrebujemo strošek odprave napak na leto natančno. Tako za nadaljnji izračun upoštevamo maksimalno število napak (3) in delimo s časom obratovanja (40let). Tako letni strošek za vodovodno omrežje znaša 101,25 € za vročevodno omrežje pa 98,73 €.

#### 4.2.2.2 Strošek obvoza oziroma zapore ceste

Za sam izračun oziroma določitev stroška zapore cest je potrebno poznati podatek o času trajanja posamezne intervencije glede na komunalno infrastrukturo. Zopet je potrebno poudariti, da so to ali statistični podatki, ki izhajajo iz evidenc posameznih upravljavcev, ali pa da gre za strokovne ocene. Podatek o času trajanja intervencije je neposredno povezan s podatkom o zaporah cest oziroma s stroški, ki nastanejo zaradi obvoza.

Preglednica 25: Povprečen čas intervencije glede na variantno rešitev

Komunalna infrastruktura	Povprečen čas intervencije druga varianta [h]
Vodovod	6
Vročevod	48
Elektro energetska omrežje	6
Telekomunikacije	6

V primeru druge variantne je povprečni čas intervencije ocenjen na od 6 ur pa do 48 ur. Vse te ocene so bile podane s strani upravljavcev dotične gospodarske javne službe. Potrebno je poudariti, da so časi lahko tudi krajši. Tak primer je, če pride do napake na elektro-energetski spojki znotraj samega jaška. Takrat je intervencija ocenjena na 4 ur. Vendar pa se za izračun uporabljajo podatki iz preglednice.

Pri povprečnem času intervencije zelo izstopa vročevodno omrežje. Razlog za tako dolg povprečni intervencijski čas je, da je potrebno vročevodno omrežje najprej izprazniti, nato je potrebno počakati, da se cev ohladi in šele nato je možen poseg oziroma popravilo. Tako je v resnici velik del časa namenjen pripravi terena za delo in le manjši del samemu delu.

S stroškom, ki nastane z zaporo cest, je povezana tudi velikost območja, ki ga posamezni upravljavec gospodarske javne službe potrebuje za odpravo napake na omrežju. Ti podatki se zelo razlikujejo glede na posamezno komunalno infrastrukturo. Vendar pa v kolikor ni mogoče pridobiti podatka se predpostavi, da za komunalno infrastrukturo, ki je položena prosto v tleh, potrebujemo površino velikosti najmanj 200 m<sup>2</sup>. Širina naj ne bo večja od 4 metrov, saj tako omogočamo, da v primeru intervencije na cestni površini zapremo le en vozni pas. V primeru kableske kanalizacije se zapre le del cestišča med dvema jaškoma, kjer je prišlo do napake.

Preglednica 26: Površina zapore ceste posamezne variantne rešitve

Komunalna infrastruktura	Površina zapore 2 varianta [m <sup>2</sup> ]
Vodovod	200
Vročevod	400
Elektro energetska omrežje	Vhod v jaška EKK in območje med jaškoma
Telekomunikacije	Vhod v jaška TKK in območje med jaškoma

S tako pridobljenimi podatki lahko izračunamo strošek obvoza. Seveda samo za primer, ko pride do popolne zapore ceste, oziroma je onemogočeno zavijanje v stranske ulice. Za izračun potrebujemo še podatke PLDP za posamezni cestni odsek. V našem primeru so to cestni odseki na Trgu OF, Dunajski cesti in Vilharjevi cesti.

Preglednica 27: Povprečni letni dnevni promet in povprečni letni urni promet po Trgu OF, Vilharjevi cesti in Dunajski cesti

Cestni odsek	PLDP [vozil/dan]	PLHP[vozil/h]
Trg OF	21.072	878
Dunajska cesta	42.700	1.779
Vilharjeva cesta	30.200	1.258

Predvidi se trasa obvoza in ovrednotijo se dodatni kilometri, ki pri tem nastanejo. Ti dodatni kilometri se pomnožijo s številom vozil, ki naj bi opravila obvoz v času intervencije in s stroškom prevoženega kilometra na osebni avto. Za ta zadnji strošek prevzamemo podatek, ki ga uporabljajo podjetja za vračilo potnih stroškov. Povračilo kilometrine po državni uredbi znaša 0,18 € / km. (<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200862&stevilka=2656>)

Ob celostni zavori Trga OF je predviden obvoz po Masarykovi cesti, Šmartinski cesti in Vilharjevi cesti. Celotna dolžina obvoza je 2,7 km. V primeru, da pride do popolne zapore pri desnem zavijanju iz Dunajske ceste na Vilharjevo cesto. Se predvidi obvoz preko Linhartove ceste in Železne ceste na Vilharjevo cesto. Dolžina tega obvoza je 1,6 km.

Preglednica 28: Strošek cestne zapore glede na posamezen cestni odsek in komunalno infrastrukturo

Komunalna infrastruktura	Strošek zapore Trg OF	Strošek zapore uvoz Vilharjeva	Povprečni strošek zapore
Vodovod	2.560	2.174	2.367
Vročevod	20.482	17.395	18.939
Elektro energetska omrežje	2.560	2.174	2.367
Telekomunikacije	2.560	2.174	2.367

Pri stroških o zavori ceste bi rad izpostavil strošek, ki nastane zaradi napake na vročevodnem omrežju. Ta strošek je v primerjavi z drugimi stroški osemkrat večji. Ta velika razlika pa nastane zaradi daljše časovne dobe zapore ceste. Potrebno je tudi opozoriti, da je to strošek enkratne zapore ceste. Po prej opisani metodologiji lahko predpostavimo število intervencij ne moremo pa predpostaviti kje v prostoru se bo to zgodilo. Da pa je naš izračun na varni strani je najbolje, da se v izračunu upošteva, da se napaka vedno zgodi na delu, ki povzroči najdražji obvoz glede na posamezno komunalno infrastrukturo. Iz tabele 28 je to obvoz, ko pride do zapore Trga OF.

Preglednica 29: Celotni in letni stroški obvoza v primeru zapore Trga OF

Komunalna infrastruktura	Strošek zapore Trg OF	Maksimalno število napak v dobi obratovanja	Celoten strošek [€]	Letni strošek [€]
Vodovod	2.560	3	7.680,74	192,02
Vročevod	20.482	3	61.445,95	1.536,15
Elektro energetska omrežje	2.560	3	7.680,74	192,02
Telekomunikacije	2.560	6	15.361,49	384,04

#### 4.2.2.3 Elaborat zapore ceste

Za zaporo ceste je potreben tudi elaborat zapore, v katerem so predpisane tehnične značilnosti in način izvedbe same zapore ceste. Stroški elaborata so lahko zelo različni. Vendar pa je za intervencijske posege, ki se izvedejo znotraj cestnega telesa, predviden tipski elaborat. To pomeni, da se ta dokument lahko uporabi večkrat letno na različnih lokacijah znotraj Mestne občine Ljubljana. Tako je zelo težko določiti ta strošek. Poleg že naštetega pa je strošek elaborata v primerjavi z ostalimi stroški, kot so zapora ceste, strošek intervencije itd., zanemarljivo majhen. Zato ga v izračunu ne upoštevamo.

#### 4.2.2.4 Letni strošek amortizacije

Z vzpostavitev komunalne infrastrukture je v vsakem naslednjem letu potrebno zbrati amortizacijo. Le ta je vezana na amortizacijsko dobo posamezne komunalne infrastrukture. V konkretnem primeru je povprečna amortizacijska doba 40 let. Tako celotni letni stroški amortizacije znašajo 32.838 €.

Preglednica 30: Zneski letne amortizacije po posamezni komunalni infrastrukturi druge variante

Komunalna infrastruktura	Celoten investicijski znesek [€]	Letni znesek amortizacije [€]
Vodovod	235.390	5.885
Vročevod	747.630	18.691
Elektro energetska omrežje	182.370	4.559
Telekomunikacije	148.140	3.704
<b>Vsota</b>	<b>1.313.530</b>	<b>32.838</b>

#### 4.2.2.5 Letni stroški vzdrževanja

Letni stroški vzdrževanja predstavljajo stroške, ki jih ima posamezno podjetje, ki skrbi za komunalno infrastrukturo, da ta deluje in zagotavlja kvalitetno oskrbo končnih odjemalcev. V ta strošek ni všteti strošek popravila napak in s tem povezane intervencije.

Po pridobljenih podatkih s strani Javnega podjetja Energetika d.o.o, znaša celoten strošek letnega vzdrževanja 260 km dolgega vročevodnega omrežja v Ljubljani 4.000.000 €. Ker na obravnavanem deli poteka 710 m vročevodnega omrežja, to pomeni, da je letni strošek vzdrževanja 10.923 €.

Po podatkih Elektra Ljubljana d.d. so stroški vzdrževanja EKK razdeljeni na stroške vzdrževanja jaškov in stroške vzdrževanja EKK oziroma kabla. Strošek za vzdrževanja enega jaška znaša 123,3 €, strošek vzdrževanja EKK pa 287 €/km. V konkretnem primeru, ko imamo 10 jaškov in 560 m EKK, to pomeni letni strošek vzdrževanja 1.393 €.

S strani Telekoma Slovenije d.d., ni bilo mogoče pridobiti nobenega podatka. Vendar zaradi podobnosti telekomunikacijske infrastrukture in elektro-energetske infrastrukture, predpostavimo, da je strošek enak.

Na Javnem podjetju Vodovod-Kanalizacija d.o.o. podatka o letnem strošku vzdrževanja niso želeli razkriti. Povedali pa so, da se večina njihovih stroškov ne nanaša na same vode vodovoda ampak na objekte, ki so del vodovodnega omrežja (vodarne, črpališča). Tako je za primer te naloge ta strošek nič.

#### 4.2.2.6 Celotni letni stroški druge variante

Ko seštejemo vse letne stroške druge variante ugotovimo, da je vsota vseh stroškov celotne komunalne infrastrukture 49.051 €. V ta strošek so všteti letni stroški intervencij, letni stroški zapore cest in letni znesek amortizacije ter letni stroški vzdrževanja.

Preglednica 31: Celotni letni stroški druge variante

Komunalna infrastruktura	Stroški intervencij [€/leto]	Letni strošek [€/leto] zapore cest	Letni znesek amortizacijski [€/leto]	Letni stroški vzdrževanja [€/leto]	Vsota [€/leto]
Vodovod	101	192	5.885	ni podatka	<b>6.178</b>
Vročevod	99	1.536	18.691	10.923	<b>31.249</b>
Elektro energetska omrežje	-	192	4.559	1.393	<b>6.144</b>
Telekomunikacije	-	384	3.704	1.393	<b>5.480</b>
<b>Vsota</b>	<b>200</b>	<b>2.304</b>	<b>32.838</b>	<b>13.708</b>	<b>49.051</b>

### **4.3 Analiza stroškovne upravičenosti izgradnje komunalnega kolektorja**

S primerjavo letnih stroškov posamezne variantne rešitve ugotovimo, da je prva variantna rešitev za 8.276 € (15 %) dražja v primerjavi z drugo varianto. Pri tem je potrebno poudariti, da bi razlika bila še manjša, če bi bilo mogoče pridobiti podatek letnega stroška vzdrževanja vodovoda. Lahko pa bi bila razlika tudi večja. V primeru te naloge namreč predpostavljamo, da komunalna infrastruktura znotraj komunalnega kolektorja v vsej svoji amortizacijski dobi ne potrebuje večjih vzdrževalnih del, saj je ves čas pod stalnim nadzorom delavca, ki to pregleduje in v primeru odkritih napak večje prepreči s popravilom. Tako ne potrebujemo posebnega vzdrževanja.

Tako po preučitvi stroškov in pretvorbi le teh na sedanjo vrednost ter porazdelitvi skozi celotno amortizacijsko dobo, ugotovimo, da z vidika neposrednih stroškov komunalni kolektor ni upravičen.

V primeru, da pa ne gledamo samo skozi stroškovno prizmo ampak upoštevamo tudi razmere, ki z izgradnjo komunalnega kolektorja nastanejo. S tem mislim predvsem na zmanjšano zasedenost urbanega prostora, stalnega nadzora nad komunalno infrastrukturo in povezave med obstoječimi komunalnimi kolektorji. Pa se zdi 8.276 € na letni ravni zanemarljiv strošek v primerjav s tem kar pridobimo. Poleg tega se v primeru zamenjave oziroma obnove posamezne komunalne infrastrukture komunalni kolektor izkaže kot boljša rešitev. Življenjska doba samega komunalnega kolektorja lahko znaša tudi do 100 let in tako se lahko precej zmanjšajo stroški zamenjave oziroma obnove.

V konkretnem primeru Potniškega centra Ljubljana, pa je na tem območju predvidena še izgradnja tramvaja po Trgu OF. Pod samo progo ne smejo biti nameščeni komunalni vodi. Tako bi v primeru izgradnje v naslednjih 30 letih pomenilo, da je v primeru izgradnje druge variante, potrebno celotno še ne amortizirano komunalno infrastrukturo prestaviti še bolj proti sredini cestišča Trga OF.

Pri analizi je potrebno dati poseben poudarek tudi velikostnemu razredu stroškov za posamezno komunalno infrastrukturo glede na varianto. Tako je razvidno, da je vročevodno omrežje, če primerjamo vsoto vseh letnih stroškov, cenejše v primeru izgradnje komunalnega kolektorja. Za razliko od vročevoda pa je vsa ostala komunalna infrastruktura, če primerjamo vsoto letnih stroškov med posameznimi variantami, cenejša v primeru izbire druge variante. Razlog so veliki stroški vročevodnega omrežja, ki so povezani z napakami (počasno odpravljanje napak) in visoki stroški vzdrževanja.

V nobeni od variant ni bil upoštevan strošek, ki nastane s pridobitvami služnosti in plačila letnih rent v ta namen. Ta strošek je pri prvi varianti nekajkrat manjši, saj zajema komunalni kolektor precej manjšo površino v prostoru. Vendar pa bi za vrednotenje tega stroška potreboval še veliko dodatnega znanja.

## 5 ZAKLJUČEK

Na prvi pogled dokaj enostavna umestitev komunalne infrastrukture v prostor lahko zaradi nepremišljenih dolgoročnih rešitev prinese veliko dodatnih stroškov in posegov. V kolikor bi se tega zavedalo večje število ljudi, od projektantov do naročnikov, urbanistov, občinskih uslužbencev, v končni fazi tudi zakonodajalcev, do nekaterih anomalij ne bi prihajalo.

Že v samem začetku naloge, ki obravnava različne možnosti polaganja komunalne infrastrukture, se znajdemo pred dilemo kateri način izbrati. Razlike med posameznimi načini polaganja so velike, tako s tehnične strani kot z urbanistične. Seveda pa je na koncu še ekonomska plat zgodbe.

Potrebno se je zavedati kakšne so potrebe območja, ki ga komunalno opremljamo. Izhajajoč iz teh dognanj je treba tudi izbrati način polaganja komunalne infrastrukture. Zelo nerodno in neodgovorno bi bilo trditi, da so nekateri načini zelo dobri, drugi pa nesprijemljivi. Vedno je potrebno poiskati neko srednjo pot.

Pri iskanju te srednje poti pa je potrebno opozoriti, da ta ni nujno najbolj ustrezna za vso komunalno infrastrukturo. Za primer vzemimo elektro-energetsko omrežje SN. Za to omrežje ne predstavlja nobene razlike ali so vodi vgrajeni v kabelsko kanalizacijo ali v komunalni kolektor, saj z vidika upravljanja, vzdrževanja in popravil s strani vzdrževalca sistema ni nobenih večjih razlik. Elektro-energetski vodniki ne potrebujejo stalnega nadzora in se skoraj ne kvarijo. V primeru okvare pa se samo zamenja del vodnika v kabelski kanalizaciji. Povsem drugačna zgodba je v primeru vročevoda ali vodovoda, ki pa v primeru, da nista nameščena v komunalnem kolektorju, potekata zakopana prosto v zemeljska tla.

Gre tudi za vprašanje zasedenosti urbanega prostora. Za dognanje tega problema je v nalogi v poglavju z naslovom »Horizontalna oddaljenost med paralelnimi trasami posamezne komunalne infrastrukture« napisano, kakšni so horizontalni odmiki med posameznimi komunalnimi vodi. Na tem mestu je treba izpostaviti presenetljivo dejstvo, da za celotno Mestno občino Ljubljana ne obstaja krovni pravilnik, ki bi to predpisoval. Vsa podjetja, ki izvajajo gospodarsko javno službo, imajo interne pravilnike ali navodila, vendar ta pravila niso poenotena oziroma prihaja do razlik.

Ravno ti odmiki in vsa obstoječa komunalna infrastruktura nam določijo traso druge variantne. V primeru, da bi do te rešitve resnično prišlo, je velika možnost, da bi zasedla manj urbanega prostora, kot je predvideno v nalogi, saj nekatere gospodarske javne službe v določenih primerih omogočajo manjše odmike. Pri tem pa se zopet poraja vprašanje ali je to resnično smiselno. V primeru napake na omrežju zaradi premajhnih razdalj med posamezno komunalno infrastrukturo pri izkopu prihaja do poškodb na



drugi komunalni infrastrukturi. Ta podatek potrjujejo tudi evidence, ki jih vodijo podjetja. Kot primer: 75% napak, ki se zgodijo na elektro-energetskem omrežju SN, je posledica gradbenih del drugih izvajalcev.

Po umestitvi trase v prostor potrebujemo oceno investicijskih stroškov. To oceno določijo projektanti po natanko določeni metodologiji. Investicijski stroški prve variantne rešitve so povzeti po PGD projektni dokumentaciji. V kolikor pa iz same projektne dokumentacije ni bilo mogoče razbrati investicijskih stroškov posameznega dela trase komunalne infrastrukture, se je za dodatno utemeljitev oziroma stroškovno oceno poizvedelo pri pripravljavcu dokumentacije. Pri vrednotenju druge variantne rešitve pa se je upoštevala ocen projektantov.

Stroški, ki nastanejo v času obratovanja samega komunalnega kolektorja so zelo povezani s statističnimi podatki o posamezni komunalni infrastrukturi. Tako so znotraj naloge izračunani stroški, če se napaka pojavi enkrat, dvakrat ali trikrat. Zelo težko je določiti, oziroma predvideti kolikokrat bo prišlo v obdobju 40 let do napake in s tem pozvanimi stroški popravila, zapore ceste, itd. Že sama definicija časa obratovanja je lahko zelo različna. Ali gre za čas amortizacijske dobe komunalnega kolektorja ali gre za čas dejanske življenjske dobe. V primeru te naloge je prevzeto, da je čas 40 let kar pomeni, da gre za povprečne amortizacijske dobe komunalne infrastrukture.

V kolikor želimo obe varianti primerjati med seboj, je potrebno zagotoviti, da so izpolnjeni predpogoji in sicer, da imamo na razpolago dovolj investicijskih sredstev za izgradnjo, katere koli variante. Hkrati pa morata obe varianti zagotavljati enako kvalitativno in kvantitativno oskrbo končnih odjemalcev. V konkretnem primeru naloge sta oba pogoja izpolnjena. Glavno merilo za primerjavo nam tako v ekonomskem smislu predstavljajo minimalni letni stroški posamezne variante.

V vsaki varianti nam nastopajo specifični stroški v času obratovanja. Za čas obratovanja je vzeto časovno obdobje 40 let, ki predstavlja povprečno amortizacijsko dobo predvidene komunalne infrastrukture. Tako imamo pri prvi varianti v času obratovanja naslednje stroške:

- letni strošek amortizacije (z upoštevanjem najemnine za komunalni kolektor),
- strošek vzdrževalca komunalnega kolektorja,
- strošek interne razsvetljave komunalnega kolektorja.

Druga varianta pa v času obratovanja obsega naslednje stroške:

- letni strošek amortizacije,
- število napak v času obratovanja oziroma število intervencij in s tem povezan strošek samega popravila,

- strošek obvoza,
- strošek elaborata zapore ceste,
- stroški vzdrževanja.

Že iz same strukture vidimo, da so za obe varianti potrebni povsem različni vhodni podatki. Vse podatke se pridobi ali iz projektne dokumentacije ali od upravljavcev komunalne infrastrukture.

Po celotnem vrednotenju in medsebojni primerjavi je bila podana ugotovitev, da je prava varianta za 15% dražja od druge. Tako ni podana ekonomska upravičenost izgradnje komunalnega kolektorja. Vendar pa je zaradi specifičnih razmer na obravnavanem območju in majhne razlike v letnih stroških 8.276 €, potrebno dobro premisliti ali niso vsi pozitivni učinki, ki jih prinese izgradnja komunalnega kolektorja, višje vrednoteni kot razlika v ceni. Ko govorimo o pozitivnih učinkih je govora o manjši zasedenosti urbanega prostora, stalnemu nadzoru komunalne infrastrukture, manjših stroških ob zamenjavah po izteku amortizacijske dobe (ne potrebujemo novih izkopov), smiselnosti povezovanja komunalnih kolektorjev med seboj (v neposredni bližini že dva zgrajena komunalna kolektorja). V sami analizi in primerjavi ni bila upoštevana letna renta za služnostne pravice, ki je v takih primerih običajna. Te rente je težko določiti in bi potreboval še veliko dodatnega znanja. Hkrati pa so tudi zelo odvisne od pogajalskih sposobnosti en ali druge stranke. Lahko pa ocenim, da bi bila renta v primeru izgradnje druge variantne rešitve precej večja. Ta rešitev namreč zaseda precej večjo površino v prostoru.

Poleg vsega naštetega je na območju PCL predvidena tudi izgradnja tramvaja in v ta namen je potrebno že sedaj prilagoditi komunalno infrastrukturo. V primeru izgradnje komunalnega kolektorja prilagoditve niso potrebne. V primeru prostega zakopa v tla pa je del tras na Trgu OF potrebno locirati še bolj proti središču cestišča.

Po vseh stroškovnih vrednotenjih in primerjavah se izkaže, da ne more biti edini ekonomski motiv tisti, ki določa ali je izgradnja komunalnega kolektorja smiselna ali ne. Potrebno je upoštevati širši doprinos v okolju in specifičnost določene situacije. Seveda pa je temeljno, da projektant ve kaj želi lastnik zemljišča oziroma občina z danim prostorom početi v naslednjih 50 letih.

## **VIRI**

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 3.2 – načrt gradbenih konstrukcij – kolektor, PGD, številka načrta 10/11, Ljubljana, november 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 3.3 – načrt kanalizacije, PGD, številka načrta HP-7227/33, Ljubljana, december 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 3.4 – načrt gradbenih konstrukcij na kanalizaciji, PGD, številka načrta 28/11 HO, Ljubljana, november 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 3/5 – načrt vodovoda, PGD, številka načrta HP-7227/35, Ljubljana, december 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 3.6 Načrt elektro kableske kanalizacije, PGD, številka načrta 28/11 EKK, Ljubljana, december 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 4.1 načrt električnih inštalacij in električne opreme, načrt SN elektroenergetskih vodov, PGD, številka načrta ELR2 1177-11, Ljubljana, november 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 4 načrt električnih inštalacij in električne opreme, 4.3 javna razsvetljava, PGD, številka načrta 11-30-2273/2343, Ljubljana, november 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, načrt električnih inštalacij in električne opreme - 4 -, načrt razsvetljave kolektorja komunalnih vodov PGD, številka načrta 11-094/NR, Ljubljana, 14. 12. 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 5/1 načrt vročevodnega omrežja, PGD, številka načrta 35/C-2700/41717, Ljubljana, december 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, načrt telekomunikacij - 6, PGD, številka načrta 11-094/TK, Ljubljana, november 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 0-vodilna mapa, PGD, številka projekta 7227, Ljubljana, november 2011.

Gospodarska javna infrastruktura na zahodnem delu območja Potniškega centra Ljubljana, 5.2 Načrt predstavitve dela plinovoda N-27000 na zahodnem območju PCL, PGD, številka načrta N-27000/41723, Ljubljana, november 2011.

Tehnična navodila za vodovod. 2012.

[http://www.jhl.si/upload/doc/4599\\_Tehnicni\\_pravilnik\\_za\\_vodovod.pdf](http://www.jhl.si/upload/doc/4599_Tehnicni_pravilnik_za_vodovod.pdf) (Pridobljeno 23. 11. 2012.)

Tehnična navodila za kanalizacijo. 2012.

[http://www.jhl.si/upload/doc/4600\\_Tehnicni\\_pravilnik\\_za\\_kanalizacijo.pdf](http://www.jhl.si/upload/doc/4600_Tehnicni_pravilnik_za_kanalizacijo.pdf) (Pridobljeno 23. 11. 2012.)

Tehnične zahteve za graditev vročevodnega omrežja in toplovodnih postaj ter priključitev stavb na vročevodni sistem. 2012.

[http://www.jhl.si/upload/doc/5002\\_Tehnicne\\_zahteve\\_\\_toplota\\_\\_marec\\_2012.pdf](http://www.jhl.si/upload/doc/5002_Tehnicne_zahteve__toplota__marec_2012.pdf) (Pridobljeno 23. 11. 2012.)

Tehnične zahteve za graditev glavnih in priključnih plinovodov ter notranjih plinskih napeljav. 2012.

[http://www.jhl.si/upload/doc/5535\\_Tehnicne\\_zahteve\\_za\\_graditev\\_\\_plin.pdf](http://www.jhl.si/upload/doc/5535_Tehnicne_zahteve_za_graditev__plin.pdf) (Pridobljeno 23. 11. 2012.)

Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja. 2012.

<http://www.uradni-list.si/1/content?id=110545> (Pridobljeno 27. 2. 2013.)

Zakon o gospodarskih javnih službah. 1993.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=199332&stevilka=1350> (Pridobljeno 4. 4. 2013.)

Kolektivno pogodbo o izredni uskladitvi plač za leto 2007 in načinu usklajevanja plač, povračilu stroškov v zvezi z delom in drugih osebnih prejemkih za leti 2008 in 2009 (KPPI). 2007.

<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200862&stevilka=2656> ( Pridobljeno 26. 2. 2013.)

Odlok o zazidalnem načrtu za območje Potniškega centra Ljubljana

<http://urbanizem.ljubljana.si/AktiMOL/Cistopisi/2006-107-4601-NPB4.pdf> (Pridobljeno 4. 4. 2013.)

Raziskovalno razvojni projekt, Urbanistični kriteriji, normativi in standardi za prostorsko planiranje in urbanistično načrtovanje v Republiki Sloveniji, poročilo o delu v letih 1993 in 1994, gospodarska infrastruktura, PTT promet, energetika, komunalna, zvezek 3/1.3.2, Ljubljana, april 1995.

Stein, D. 2002. Der begehbare Leitungsgang. Berlin, Verlage für Architektur und technische Wissenschaften GmbH: 507 str.

Trček, S. 1968. Racionalizacija komunalnega urejanja naselij. Ljubljana, Gradbeni center Slovenije: 129 str.

Draksler, M., 2013. Tehnično-ekonomski vidiki opremljanja stavbnih zemljišč na območju PCL  
Dipl. nal. – UNI. Ljubljana, UL FGG, Študij vodarstva in okoljsko gradbeništvo.

---

## **PRILOGA A: ZBIRNI NAČRT KOMUNALNIH VODOV ZA OBMOČJE PCL**

