

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**IDEJNA IZBOLJŠAVA OBSTOJEČEGA
PRIMARNEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA
Z VAKUUMSKIM V NASELJU DOKLEŽOVJE**

Kandidatka: Nina Murko

Vrsta študija: študentka izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Bojan Dapčević, univ. dipl. inž. grad.

Lektorica: Martina Turk, dipl. slovenistka (UN)

Maribor, 2016

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSEKGA DELA

Podpisana Nina Murko, sem avtorica diplomskega dela z naslovom Idejna izboljšava obstoječega primarnega kanalizacijskega sistema z vakuumskim v naselju Dokležovje, ki sem ga napisala pod mentorstvom Bojana Dapčeviča, univ. dipl. inž. gradb. S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013 in 56/2015); (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, junij 2016

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju g. Bojanu Dapčeviću, za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Zahvala gre tudi Višji strokovni šoli Academia in profesorjem, ki so z nami delili strokovno znanje in nasvete iz prakse. Prav tako se zahvaljujem podjetju SGP Pomgrad d. d., ki mi je omogočilo, da sem dobila potrebne podatke in literaturo za izdelavo diplomskega dela.

Posebna zahvala velja staršem in partnerju, za podporo in motivacijo v času študija.

POVZETEK

Kanalizacijski sistem je sestavni del komunalne infrastrukture, s pomočjo katerega skrbimo za zmanjšanje vplivov na okolje.

Dandanes se velikokrat srečujemo z vprašanjem »Kako zaščititi okolje pred onesnaževanjem?«. Odgovorov je več. Eden izmed njih je, da onesnaževanje voda lahko zaščitimo z ustrezno in s kakovostno izgradnjo kanalizacijskega sistema, ki odpadno vodo po kanalu odpelje vse do čistilne naprave, kjer se prečisti in zatem neoporečno vrne nazaj v naravo.

Z državnim Operativnim programom odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, novelacija za obdobje od leta 2005 do 2017, sprejeta s sklepom vlade RS št. 35401-2/2010/3, 11. 11. 2010), se v zadnjem času rešuje tudi problematika onesnaževanja voda v manjših naseljih. Po zahtevah omenjenega operativnega programa, bi naj bila tudi manjša naselja, ki štejejo samo 50 prebivalcev do 31. 12. 2017 opremljena s kanalizacijskim sistemom in čistilno napravo.

Diplomsko delo obravnava idejno izboljšavo obstoječega primarnega kanalizacijskega sistema z vakuumskim v naselju Dokležovje.

Vakuumski sistem je v Sloveniji nekoliko manj znan od klasičnega gravitacijskega in tlačnega sistema. Današnje, sodobnejše tehnologije in materiali so nas navdušili, da poskušamo izvesti izboljšavo za obstoječi del primarne kanalizacije. Izboljšati želimo čas in način izgradnje, zanimajo nas novi, sodobnejši materiali. Velik vpliv izgradnje dajemo finančni plati izgradnje, ki v današnjem času največkrat prevlada za odločitev o izbiri kanalizacijskega sistema.

Podrobno opisujemo značilnosti in postopek izvedbe obstoječe in podtlačne kanalizacije, ki ju primerjamo s tehnološkega in z ekonomskega vidika. Glede na število prebivalcev in karakteristike terena smo dimenzionirali vakuumski cevovod. Primerjavo izgradnje, obratovanja in vzdrževanja prikazujemo tabelarično in grafično. Za lažjo preglednost primerjav smo na koncu diplomskega dela dodali terminski in finančni plan obeh sistemov.

Ključne besede: kanalizacijski sistem, vakuumski sistem, vakuumska postaja, gravitacijski vod, tlačni vod.

ZUSAMMENFASSUNG

Conceptual improvement of existing primary sewerage system by a vacuum system in the village Dokležovje

Kanalisationssystem ist ein wesentlicher Bestandteil der kommunalen Infrastruktur, womit die negativen Auswirkungen auf die Umwelt reduziert würden.

Heutzutage stellt man sich oft die Frage: "Wie kann man die Umwelt vor Verschmutzung schützen?". Es gibt viele Antworten, darunter befindet sich auch diese: zum Wasserschutz kann man mit geeigneten und qualitativen, hochwertigen Abwassersystemen beitragen. Im Allgemeinen heißt das, dass das Abwasser durch einen Kanal zur Kläranlage transportiert, dort gereinigt und dann ordnungsgemäß zurück in die Natur geleitet wird.

Mit dem staatlichen Operationellen Programm »Trennung und Behandlung von kommunalem Abwasser«, (verabschiedet mit dem Regierung Abschluss unter Nr. 35401-2/ 2010/3; am 11. 11. 2010) wird auch das Problem der Wasserverschmutzung in den kleineren Siedlungen gelöst. Entsprechend den Anforderungen des genannten operationellen Programms sollten auch die kleinen Siedlungen mit nur 50 Einwohnern bis 31. 12. 2017 mit einem Kanalisationssystem und einer Kläranlage ausgestattet werden.

Die Diplomarbeit stellt eine konzeptionelle Verbesserung des bestehenden primären Kanalisationssystems durch eine Vakuum-Entwässerungsanlage im Dorf Dokležovje dar.

In Slowenien ist das Vakuum-Entwässerungssystem weniger bekannt als die klassischen Gravitations- und Druckentwässerungssysteme. Technologien und Baustoffe der heutigen Zeit sind hier Anregung zur Verbesserung der bestehenden Dorf-Kanalisationsanlage. Dabei spielen eine wichtige Rolle: die Bauzeit, Art der Konstruktion und finanzielle Aspekte, die entscheidend für die Auswahl des Kanalisationssystems sind.

Es werden detailliert Funktionseigenschaften und damit Prozesse des existierenden Kanalisations- und die des Vakuumentwässerungssystems beschrieben und in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht verglichen. Je nach Anzahl der Einwohner und der Eigenschaften des Terrains wird die Vakuumrohrleitung dimensioniert. Der Vergleich von dem Bau, Betrieb und der Wartung wird tabellarisch und grafisch dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung des Vergleichs befinden sich am Ende der Diplomarbeit noch Termin- und Finanzpläne der beiden Entwässerungssysteme.

Stichwörter: Kanalisationssystem, Vakuumsystem, Vakuumstation, Fallrohr, Druckleitung.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	9
1.1	OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE	11
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE PROJEKTNE NALOGE.....	11
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	12
1.4	PREDVIDENE METODE RAZISKOVANJA.....	12
2	KANALIZACIJSKI SISTEMI	13
2.1	GRAVITACIJSKI KANALIZACIJSKI SISTEM	13
2.1.1	<i>OBJEKTI NA KANALIZACIJSKI MREŽI</i>	<i>13</i>
2.2	TLAČNI KANALIZACIJSKI SISTEM	20
2.2.1	<i>GLAVNE KOMPONENTE TLAČNE KANALIZACIJE</i>	<i>21</i>
2.3	VAKUUMSKI KANALIZACIJSKI SISTEM.....	23
2.3.1	<i>KOMPONENTE VAKUUMSKEGA KANALIZACIJSKEGA SISTEMA.....</i>	<i>25</i>
3	OPIS OBSTOJEČE FEKALNE KANALIZACIJE V NASELJU DOKLEŽOVJE	31
3.1	GRAVITACIJSKI VODI.....	32
3.1.1	<i>VGRAJEVANJE GRAVITACIJSKIH CEVI GIGAPIPE PP SN8 DN200</i>	<i>33</i>
3.1.2	<i>VGRAJEVANJE REVIZIJSKIH JAŠKOV ROMOLD DN600, DN800 IN DN1000.....</i>	<i>35</i>
3.2	TLAČNI VOD	37
3.3	ČRPALIŠČI Č1D, Č2D	39
4	OPIS IDEJNE IZBOLJŠAVE Z VAKUUMSKIM SISTEMOM	40
4.1	DIMENZIONIRANJE VAKUUMSKEGA CEVOVODA IN VAKUUMSKE POSTAJE. 40	
4.1.1	<i>DIMENZIONIRANJE VAKUUMSKEGA CEVOVODA.....</i>	<i>40</i>
4.1.2	<i>DIMENZIONIRANJE VAKUUMSKE POSTAJE</i>	<i>45</i>
4.2	IZVEDBA VAKUUMSKEGA SISTEMA KANALIZACIJE	51
4.2.1	<i>ZEMELJSKA DELA</i>	<i>51</i>
4.2.2	<i>VAKUUMSKI CEVOVODI</i>	<i>52</i>
4.2.3	<i>PRIKLJUČNI JAŠKI</i>	<i>53</i>
5	PRIMERJAVA STROŠKOV IZGRADNJE, OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA PRIMARNE OBSTOJEČE KANALIZACIJE Z VAKUUMSKO	54
5.1	VREDNOST INVESTICIJE PRIMARNE OBSTOJEČE KANALIZACIJE.....	54
5.2	VREDNOST INVESTICIJE VAKUUMSKE KANALIZACIJE	59
5.3	PRIMERJAVA STROŠKOV IZGRADNJE.....	63
5.4	PRIMERJAVA STROŠKOV OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA GRAVITACIJSKE KANALIZACIJE Z VAKUUMSKO.....	65
5.4.1	<i>STROŠKI OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA GRAVITACIJSKE KANALIZACIJE NA LETNI RAVNI.....</i>	<i>66</i>
5.4.2	<i>STROŠKI OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA VAKUUMSKE KANALIZACIJE NA LETNI RAVNI.....</i>	<i>67</i>

5.4.3	<i>PRIMERJAVA STROŠKOV OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA OBEH KANALIZACIJ NA LETNI RAVNI.....</i>	69
6	TERMINSKI IN FINANČNI PLAN	70
6.1	GRAVITACIJSKA IN TLAČNA KANALIZACIJE	70
6.2	VAKUUMSKA KANALIZACIJA.....	71
7	SKLEP.....	72
8	VIRI, LITERATURA	74
9	PRILOGE	76

KAZALO SLIK

SLIKA 1: PREREZ IN TLORIS REVIZIJSKEGA JAŠKA.....	14
SLIKA 2: PREREZ IN TLORIS KASKADNEGA JAŠKA.....	15
SLIKA 3: CESTNI POŽIRALNIK POD PLOČNIKOM S PESKOLOVOM.....	16
SLIKA 4: RAZBREMENILNIK Z BOČNIM PRELIVANJEM.....	17
SLIKA 5: ČRPALIŠČE Z VGRAJENO POLŽASTO ČRPALKO.....	18
SLIKA 6: PRIKLJUČEK HIŠNE KANALIZACIJE.....	19
SLIKA 7: GLAVNE KOMPONENTE TLAČNE KANALIZACIJE.....	21
SLIKA 8: ČRPALIŠČE ODPADNE VODE	22
SLIKA 9: DELOVANJE VAKUUMSKE KANALIZACIJE.....	24
SLIKA 10: VAKUUMSKI HIŠNI PRIKLJUČEK AIRVAC.....	26
SLIKA 11: MEMBRANSKI VENTIL ROEVAC	27
SLIKA 12: BATNI VENTIL FLOVAC	27
SLIKA 13: SHEMA VAKUUMSKEGA OMREŽJA Z ŽAGASTIM PROFILOM	28
SLIKA 14: PODTLAČNA POSTAJA V »MOKRI« (LEVO) IN »SUHI« (DESNO) IZVEDBI.....	29
SLIKA 15: CEV GIGAPIPE PP SN8 DN 200	33
SLIKA 16: NA SLIKI VIDEN BETONSKI PRSTAN, ZAGATNICE IN POLOŽENA CEV, ZASIPANA S FRAKCIJO.....	34
SLIKA 17: SPOJ CEVI DN200 NA JAŠEK DN800.....	36
SLIKA 18: ZASIP JAŠKA S FRAKCIJO 8–16.....	37
SLIKA 19: POLOŽENE TLAČNE CEVI	38
SLIKA 20: ELEKTROFUZIJSKO VARJENJE TLAČNIH CEVI	38
SLIKA 21: IZKOP ČRPALIŠČA Č1D.....	39

KAZALO TABEL

TABELA 1: GRAVITACIJSKI KANALI (DOLŽINA, PREMER CEVI, POVPREČNA GLOBINA KANALA).....	32
TABELA 2: IZPIS JAŠKOV NA GRAVITACIJSKEM IN TLAČNEM VODU	35
TABELA 3: TLAČNI KANAL (DOLŽINA, PREMER, POVPREČNA GLOBINA)	37
TABELA 4: DOLOČITEV RAZMERJA ZRAK – ODPADNA VODA	42
TABELA 5: DOLOČITEV FAKTORJA F IN RAZMERJA ZRAK – ODPADNA VODA.	42
TABELA 6 : DOLOČITEV PREMEROV CEVI VAKUUMSKEGA CEVOVODA.....	43
TABELA 7: DOLOČITEV NAZIVNIH PREMEROV CEVI IN IZRAČUN PROSTORNINE KANALA.....	44
TABELA 8: VOLUMEN ZRAKA ZA POSAMEZNI GLAVNI KANAL	46
TABELA 9: REKAPITULACIJA OBSTOJEČE KANALIZACIJE.....	59
TABELA 10: REKAPITULACIJA VAKUUMSKE KANALIZACIJE	63
TABELA 11: PRIMERJAVA STROŠKOV IZGRADNJE	63
TABELA 12: STROŠKI OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA GRAVITACIJSKE KANALIZACIJE	66
TABELA 13: STROŠKI OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA VAKUUMSKE KANALIZACIJE	67
TABELA 14: TERMINSKI PLAN GRAVITACIJSKE IN TLAČNE KANALIZACIJE	70
TABELA 15: FINANČNI PLAN GRAVITACIJSKE IN TLAČNE KANALIZACIJE	70
TABELA 16: TERMINSKI PLAN VAKUUMSKE KANALIZACIJE.....	71
TABELA 17: FINANČNI PLAN VAKUUMSKE KANALIZACIJE	71

KAZALO GRAFIKONOV

GRAFIKON 1: PRIMERJAVA STROŠKOV IZGRADNJE	64
GRAFIKON 2: PRIMERJAVA STROŠKOV OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA.....	69

1 UVOD

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

S projektom Dolinske kanalizacije so se v letu 2014 zaključila vsa gradbena dela na kanalizacijskem sistemu Beltinci. Izvedel se je ločeni sistem kanalizacije v naseljih Izakovci, Lipa, Gančani, Lipovci, Bratonci, Beltinci, Melinci in Dokležovje.

V omenjenih naseljih ima izgradnja kanalizacije velik pomen, saj se je s tem projektom rešila odvodnja odplak iz naselij občine Beltinci, s tem pa se je zagotovilo, da odpadna voda ne odteka nekontrolirano v vodotoke in podtalnico. Glede na strukturo terena, posegov v naravo, finančnih sredstev in razpoložljive tehnologije, se je izgradila kombinacija gravitacijske in tlačne kanalizacije z biološko čistilno napravo v Melincih.

Današnje naprednejše tehnologije in materiali so dobra vzpodbuda k razmišljanju o novejšem, nekoliko manj znanem, vakuumskem sistemu. V diplomskem delu bomo opisali sistem izgradnje vakuumске kanalizacije. Poskušali bomo nadomestiti klasični gravitacijski in tlačni sistem z vakuumskim. Zaradi dvomov o funkcionalnosti obstoječega stanja, z izgradnjo podtlačnega sistema obdelamo primerjavo obeh, tj. s tehnološkega in z ekonomskega vidika. Podali bomo prednosti in slabosti obeh sistemov ter dimenzionirali vakuumski sistem kanalizacije za primarni del naselja Dokležovje.

1.1 Namen, cilji in osnovne trditve projektne naloge

Namen diplomske naloge je predstavitev in primerjava obstoječega primarnega kanalizacijskega sistema z vakuumskim v naselju Dokležovje. Vakuumska kanalizacija je v Sloveniji manj znana, zato smo se odločili, da se v diplomskem delu osredotočimo na izgradnjo le-te. Poskušali bomo primerjati stroške izgradnje, obratovanja in vzdrževanja obeh sistemov ter posledično potrditi idejno izboljšavo s sodobnejšim vakuumskim sistemom.

Ob koncu diplomskega dela želimo dokazati, da je vakuumski sistem izgradnje kanalizacije tako z ekonomskega kot s tehnološkega vidika ugodnejša rešitev odvodnje odpadnih voda iz naselja Dokležovje, v primerjavi z obstoječim stanjem.

1.2 Predpostavke in omejitve

V državah kot so Poljska, Nemčija, Anglija, Nizozemska in Avstralija, izgradnjo klasičnega gravitacijskega sistema že nekaj več deset let uspešno nadomeščajo in dopolnjujejo sodobni sistemi vakuumske kanalizacije. Glede na podatke izgradnje v omenjenih državah, predpostavljamo, da bi z izboljšavo obstoječega stanja fekalne kanalizacije privarčevali s stroški izgradnje, vzdrževanja in obratovanja.

Omejili se bomo na strokovno literaturo domačih in tujih avtorjev, podatke, objavljene na spletnih straneh, lastne podatke in izkušnje ter podatke, pridobljene na podjetju SGP Pomgrad d. d.

1.3 Predvidene metode raziskovanja

V okviru metod raziskovanja bomo uporabili metodo kompilacije in deskripcije ter komparativno metodo. Začetek raziskave bo teoretičen, saj nas zanimajo osnovne lastnosti gravitacijske, tlačne in vakuumske kanalizacije. Osrednji del projektne naloge bo praktičen, kjer bomo konkretno predstavili izgradnjo obstoječega stanja. Predstavili bomo idejno izboljšavo z vakuumskim sistemom ter dimenzionirali cevovod podtlačnega sistema. Zaključili bomo s primerjavo obeh sistemov s tehnološkega in z ekonomskega vidika. Za lažjo primerjavo pa bomo še izdelali finančni in terminski plan.

- Metoda kompilacije: metoda uporabe zapiskov, citatov drugih avtorjev: uporabili bomo razno literaturo, ki temelji na teoretičnem delu.
- Metoda deskripcije: metoda opisovanja posameznih pojavov: pri tej metodi bomo uporabili znanje, ki smo ga pridobili v času praktičnega usposabljanja.
- Komparativna metoda: metoda primerjanja, primerjav in stopnjevanja: primerjanje zapisane teorije z dejanskim načinom dela.

2 KANALIZACIJSKI SISTEMI

Kanalizacijski sistemi so namenjeni za odvod odpadne in padavinske vode. Z njihovo izgradnjo okolje zaščitimo pred nekontroliranimi izpusti odpadne vode v vodotoke.

Kadar projektiramo nov kanalizacijski sistem, se odločamo o njegovem obsegu gradnje, možnosti širitve, priključitve uporabnikov ter tipu sistema in varnosti obratovanja. Odločiti se moramo na kakšen način bomo odpadne, padavinske in tuje vode vrnil v naravno okolje. O tem lahko govorimo šele takrat, ko se ta pred izpustom v vodotoke očisti v čistilni napravi. Tako lahko glede na odvod odpadne vode izbiramo med ločenim in mešanim kanalizacijskim sistemom. Za ločeni sistem je značilno, da po eni cevi odvajamo odpadno vodo v čistilno napravo, po drugi pa odvajamo padavinsko vodo v vodotok. Za mešani kanalizacijski sistem pa je značilno, da se po enem sistemu kanala odvaja tako meteorna kot fekalna voda.

Glede na konfiguracijo terena, posegov v naravo, že obstoječih komunalnih vodov in finančnih sredstev, lahko izbiramo med gravitacijskim, tlačnim ali vakuumskim sistemom. V praksi se velikokrat uporablja kombinacija dveh. Za del naselja se izvede gravitacijski vod, kjer pa ta zaradi narave terena ni možen, pa tlačni (Kolar, 1983).

2.1 Gravitacijski kanalizacijski sistem

Za gravitacijski sistem odvodnje je značilno, da vode v kanalih odtekajo zaradi hidravličnega padca. Ta način je enostaven, delovanje je ugodno, saj je brez porabe energije. Cevi se polagajo s primernim naklonom, saj s tem zagotovimo predpisano hitrost odpadne vode v kanalih. Gravitacijsko odvajanje vode je zahtevnejše na ravninskem terenu. Zaradi zahtevanega padca kanala cevi vgrajujemo vedno globlje, s tem pa se izgradnja cevovoda draži in otežuje. Na območjih z visoko podtalnico se izogibamo gravitacijskem odvodu zaradi sile vzgona, ki povzroča dvig cevi, oteženo pa je tudi polaganje cevi v izkopani jarek, ki ga zaliva podtalnica. Izgradnja cevovoda je neugodna tudi pri slabše nosilnih tleh, zato moramo cevi temeljiti, da ne pride do posedanja, kar bi onemogočilo odtok vode (Slokan, 2013).

2.1.1 Objekti na kanalizacijski mreži

Kanalizacijska mreža je vejičast sistem kanalov, ki poteka skozi naselja po ulicah, travnikih in njivah vse do čistilne naprave, kamor se steka tudi odpadna voda iz ločenega sistema. Sistem

kanalov zmeraj gradimo pod mejo zmrzali na ustrezni globini. Izogibamo se izgradnje v velikih globinah, saj takšna izgradnja podraži projekt.

Padec kanala izvedemo od porabnika do čistilne naprave. Cevi začnemo polagati na najnižji točki, saj lahko le-tako zagotovimo takojšnje odvodnjavanje odpadne vode, ki nastane pri sami izgradnji.

Kanalska mreža je sestavljena iz glavnega kanala in kanalskih odsekov.

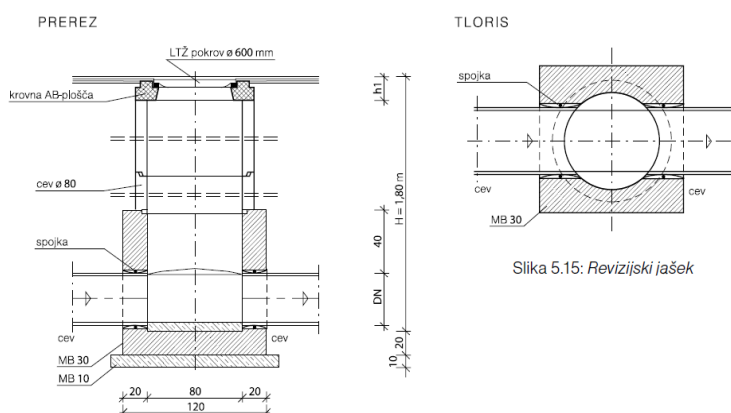
Za pravilno delovanje kanalizacijskega sistema so na kanalski mreži potrebni naslednji elementi: cestni požiralniki, jaški, kaskade, združitveni objekti, sifoni, zadrževalni bazen, hišni priključki, ponikalnice, razbremenilniki in črpališča. V kanalsko mrežo ne vgrajujemo zmeraj vseh, zato bomo v nadaljevanju opisali samo najpogostejše vgrajene elemente (Slokan, 2003), (Murko, 2015).

- **Revizijski jaški**

Revizijski jaški so pomemben element kanalizacijskega sistema, saj z njimi omogočimo dostop do kanala za morebitne odprave napak na sistemu. Služijo tudi za pregled ali čiščenje kanala.

Jaški se nameščajo na vseh razcepih kanala in spremembah profila. Zaprti so s povoznimi pokrovi, ki so dimenzionirani glede na prometne obremenitve.

Na trgu so dobavljivi polmontažni jaški, različnih proizvajalcev in materialov. Največ v uporabi so okrogli poliestrski in polietilenski. Jašek mora biti vodotesen, lahko vgradljiv in kakovosten (Kolar, 1983), (Murko, 2015).

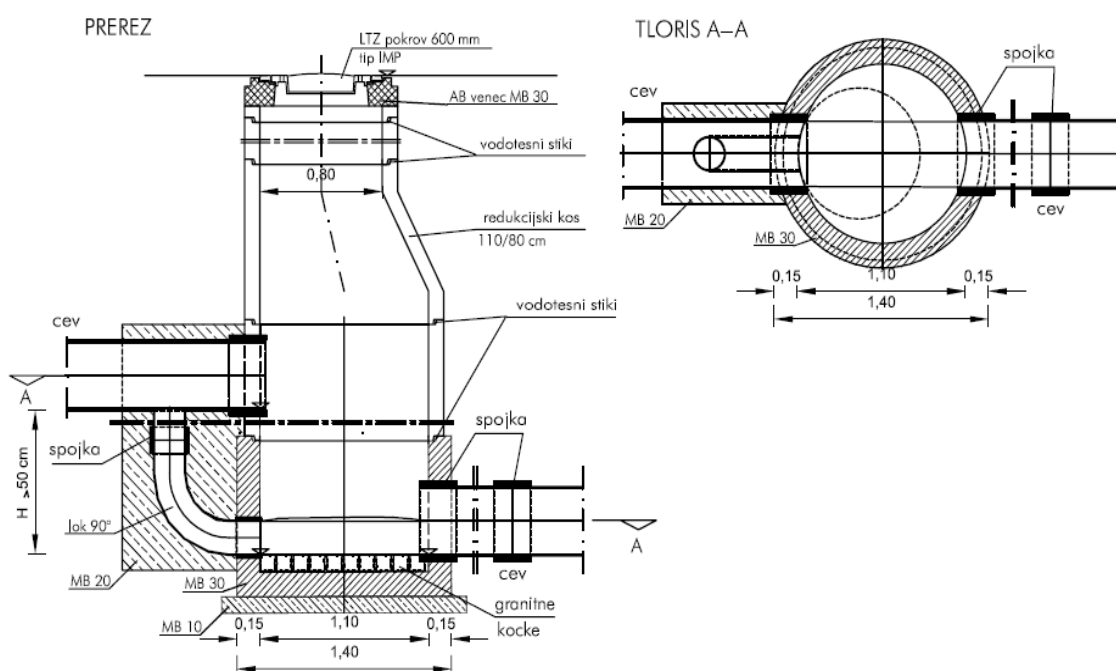


Slika 1: Prerez in tloris revizijskega jaška

Vir: (Slokan, 2003)

- **Kaskadni jaški**

Kaskadne jaške gradimo pri močnem padcu terena, kadar je višinska razlika med vtokom in iztokom večja od 50 cm, pri spremembi premera kanala ali smeri toka. Dotočna cev v kaskadnem jašku je višje ležeča kot odtočna iz jaška, kar se vidi iz slike 2. Služi prav tako kot dostop do kanala, za pregled, vzdrževanje, čiščenje in odpravljanje napak na kanalizacijskem vodu (Slokan, 2003), (Murko, 2015).

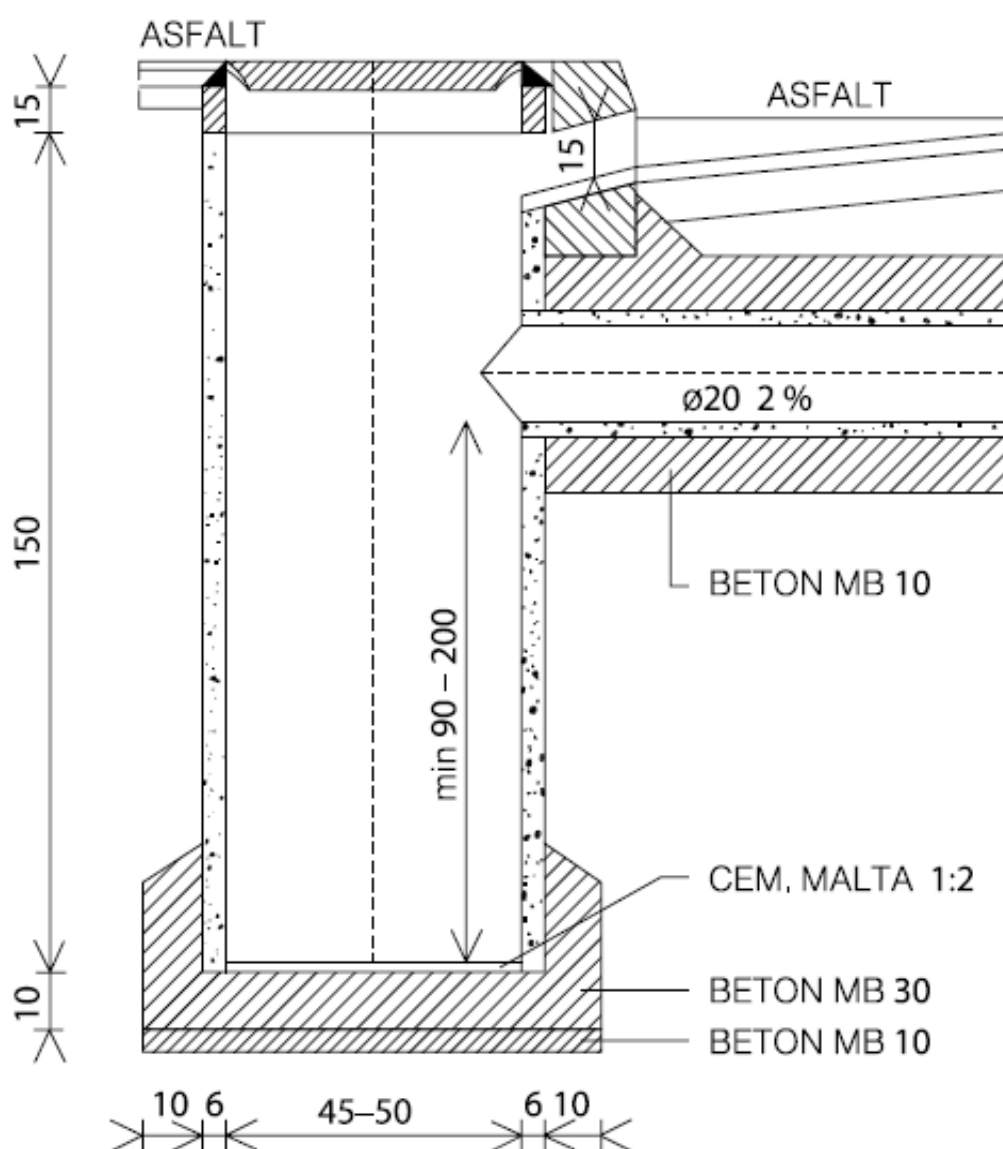


Slika 2: Prerez in tloris kaskadnega jaška

Vir: (Slokan, 2003)

- **Cestni požiralniki**

Cestni požiralniki odvajajo padavinsko vodo s cestišča neposredno v kanal. Vgrajujemo jih običajno na obeh straneh vozišča, pod pločnik, na razdalji od 20 do 50 m. Na večjih površinah, kot so parki ali parkirišča padavinsko vodo odvajamo skozi talno rešetko, ki je redkejša na vozišču, saj ne prenese večjih prometnih obtežb (Kolar, 1983), (Murko, 2015).



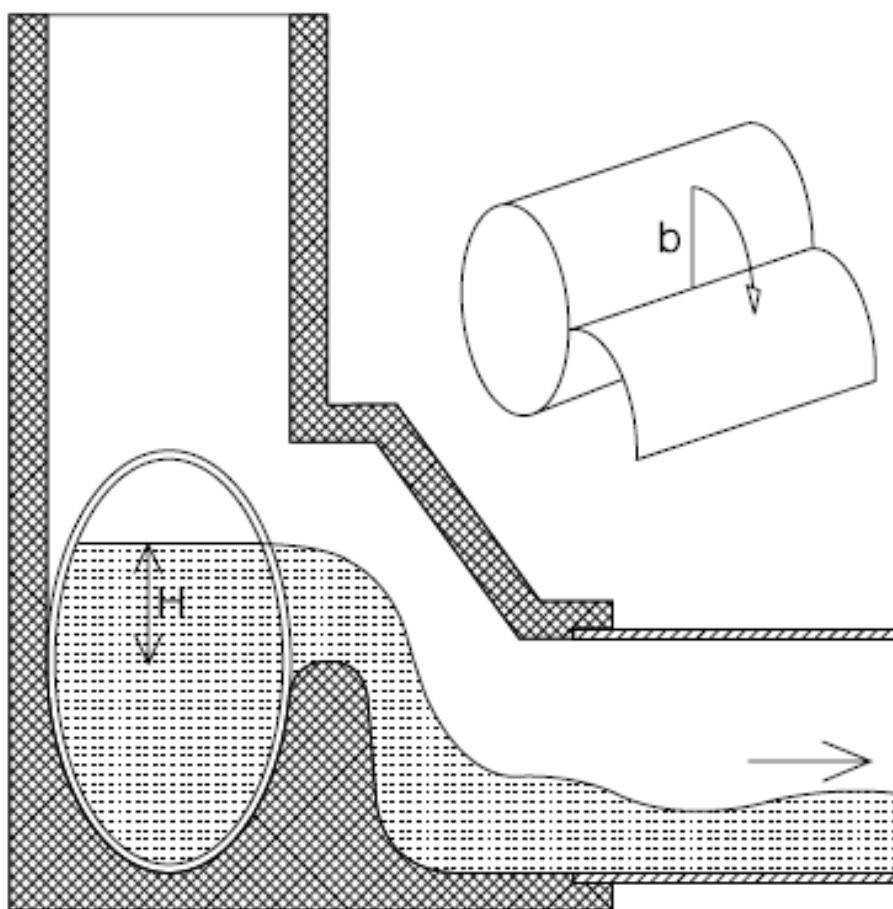
Slika 3: Cestni požiralnik pod pločnikom s peskolovom

Vir: (Slokan, 2003)

- **Razbremenilniki**

Že samo ime razbremenilniki pove, da je naloga elementa razbremenitev kanala mešanega sistema pri nenadno povečani količini vode. Ob večjih nalivih lahko pride do nadpritiska v kanalu, kar povzroči iztok vode iz cestnih požiralnikov.

Naloga razbremenilnikov je, da ob večjih nalivih del padavin takoj usmerijo v vodotok (Kolar, 1983), (Murko, 2015).



Slika 4: Razbremenilnik z bočnim prelivanjem

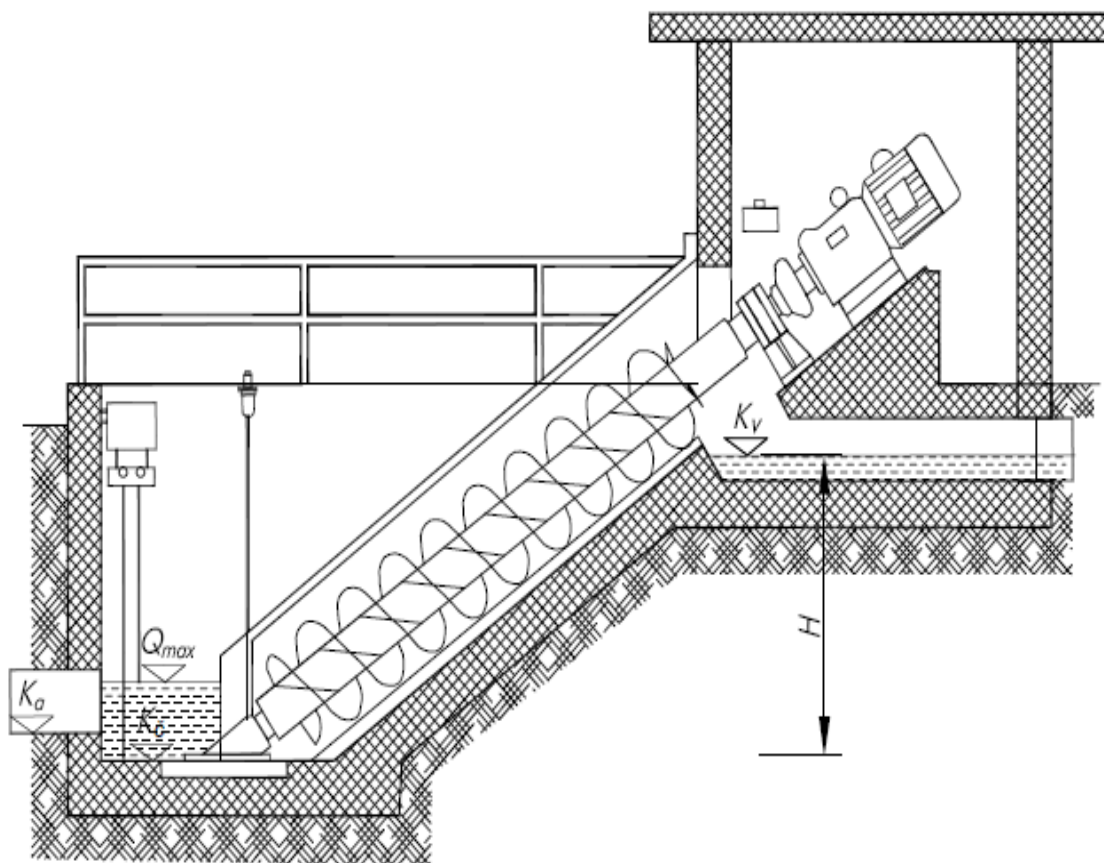
Vir: (Slokan, 2003)

- Črpališča

Odpadno vodo pretežno odvajamo gravitacijsko, če pa to ni mogoče pa zgradimo črpališče. Funkcija črpališča je, da odpadno vodo prečrpava iz nižje ležečih predelov v višje ležeče. Kadar je teren ravninski in odpadno vodo odvajamo težnostno, so zaradi padca kanala izkopi zmeraj globlji. Posledično tega je izgradnja otežena in dražja. V izogib podražitvam raje lociramo črpališče.

Fekalna voda ni homogen medij, zato moramo biti pri konstruiranju črpališča in črpalk zelo precizni, da kasneje ne prihaja do raznih defektov in zamašitev v črpališču. Črpališča gradimo tudi pri prečkanju vzpetin za lažji dvig fekalne vode.

V črpališčih so največkrat v uporabi centrifugalne in polžaste črpalke, ki veljajo za zelo zanesljive (Kolar, 1983), (Murko, 2015).

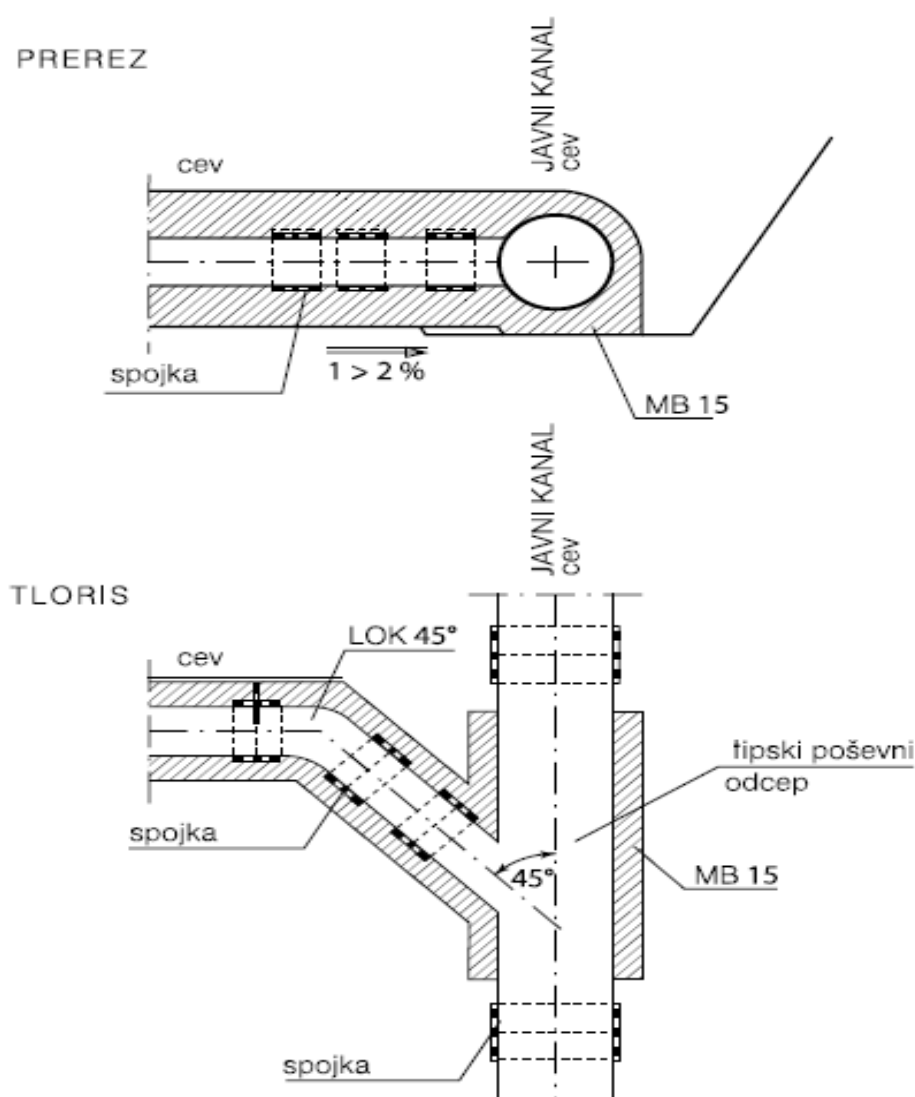


Slika 5: Črpališče z vgrajeno polžasto črpalko

Vir: (Slokan, 2003)

- **Hišni priključki**

Hišni priključek je priključek kanalizacijske cevi iz javnih in zasebnih parcel za odvod odpadne vode v kanalizacijsko omrežje. Dolžnost uporabnika je, da hišni kanalizacijski priključek vzdržuje, redno pregleduje in sprotno odpravlja morebitne napake. Priključevanje hišnega priključka v revizijskem jašku ni dovoljeno, saj ga je potrebno priključiti neposredno na kanal. Priključitev se izvede pod kotom 45 stopinj, v smeri toka odpadne vode, kot prikazuje slika 6. Med stikom z javnim kanalom vgrajujemo nepovratne lopute, saj s tem preprečimo vdor fekalne vode iz glavnega kanala nazaj v priključek (Slokan, 2003), (Murko, 2015).



Slika 6: Priključek hišne kanalizacije

Vir: (Slokan, 2003)

2.2 Tlačni kanalizacijski sistem

Za manjša naselja in tam kjer ni možna izgradnja gravitacijske odvodnje odpadne vode, zaradi zahtevnosti terena ali visokega nivoja podtalnice, gradimo tlačni sistem kanalizacije. Tlačno odvodnjo lahko izgradimo na katerem koli mestu ne glede na teren.

Za tlačni sistem kanalizacije je značilno, da je za odvajanje odpadne vode potrebno dovajati energijo vsakemu hišnemu priključku. Za brezhibno delovanje potrebuje tlačni sistem veliko energije, tako pri tem sistemu govorimo o velikih investicijskih in obratovalnih stroških.

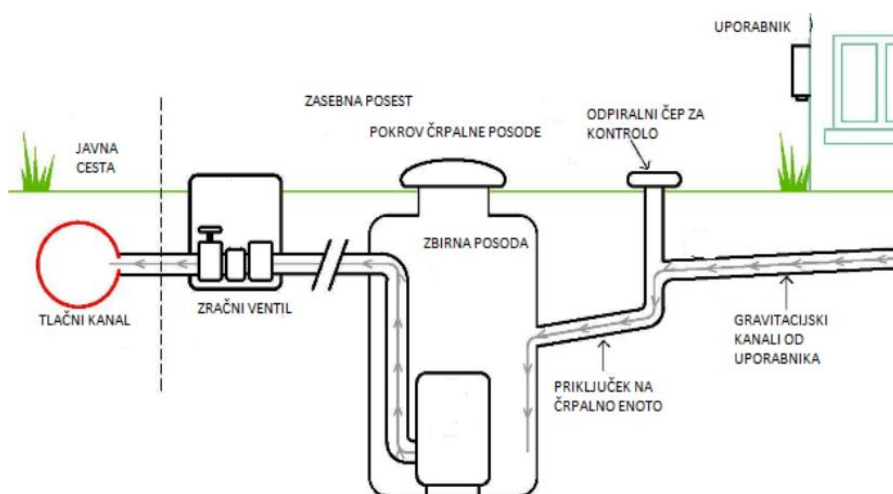
Za transport fekalne vode uporabljamo dva tipa tlačnega odvoda – kratki in dolgi cevovod. Kratki cevovodi služijo za dvigovanje fekalne vode v višje predele, dolgi cevovodi pa se izgrajujejo za transport odpadne vode do bolj oddaljenih kanalizacijskih objektov. Za obe vrsti je pomembno, da s potrebno hitrostjo, min 0,8 m/s in z občasnim razpihovanjem sistema, preprečimo usedanje trdnih snovi v cevovodu.

Za tlačne cevi je predpisani najmanjši notranji premer 100 mm. Na tlačni sistem zelo neugodno vplivajo dolgi zadrževalni časi odplak. Te po daljšem času v cevovodu zgrijejo in povzročijo težave na čistilni napravi. Temu se lahko uspešno izognemo z ustrezno izbiro črpalk, uporabo kemikalij za hitrejši razkroj in vpihovanjem zraka. Pri izbiri črpalk moramo biti zelo precizni, potrebno je dobro preveriti območje delovanja, saj se zaradi preobremenitev lahko črpalka pokvari (Slokan, 2013).

2.2.1 Glavne komponente tlačne kanalizacije

Za lažje razumevanje delovanja tlačne kanalizacije, si bomo v nadaljevanju pogledali glavne komponente, ki so še kako pomembne in so v odvisnosti ena od druge.

Za odvod odpadne vode do čistilne naprave nam služi tlačni cevovod z glavnimi komponentami, ki so izgrajene na posamezni parceli uporabnika. Posamezni deli tlačne odvodnje so naslednji: zbirna posoda, črpalna enota, črpališče, tlačni cevovod, ventili in gravitacijski hišni kanal.



Slika 7: Glavne komponente tlačne kanalizacije

Vir: (Goulburn Valley Water, 2015)

- **Zbirna posoda**

Zbirna posoda je locirana v črpalni enoti. Od zmogljivosti tlačne opreme je odvisno, če služi eni ali množičnim zgradbam. Znotraj zbirne posode se nahajajo kontrolne in alarmne naprave, prezračevalniki, izolacijski in nepovratni ventil za preprečitev povratnega toka ter kontrolni senzor za delovanje črpalk. Obod in dno zbirne posode morata biti vodotesna in izdelana iz odpornih materialov na zunanje vplive (Goulburn Valley Water, 2015).

- **Črpalna enota**

Črpalna enota je najpomembnejša komponenta tlačnega sistema kanalizacije v sestavi zbirne posode, kontrolnega nivoja delovanja in črpalk. Celoten sistem je nameščen pod zemljo.

Nameščena je na posesti uporabnika. Njena naloga je, da odpadno vodo iz gravitacijskega kanala odvaja v tlačni kanal vse do čistilne naprave (prav tam).

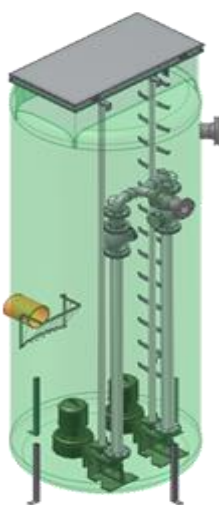
- **Črpališče**

Črpališča služijo za dvig fekalne vode. Odpadno vodo prečrpavajo iz globine v plitkejšo predele. Prečrpavanje izvajata nameščeni črpalki, ki delujeta izmenično. Dimenzionirani sta glede na hidravlični izračun, dolžino in višino tlačnega voda. Jašek črpališča prezračujemo z zračnikom DN200, ki je nameščen pod zgornjo ploščo črpališča. Nekje na parceli, v bližini črpališč, sta locirani komandna in elektro omarica, s katerimi nadzorujemo delovanje črpalk.

Največjo funkcijo črpališč prevzema komora s črpalkami. Odpadna voda se skozi kanalsko cev odliva v komoro, kjer so nameščena nivojska stikala za vklop in izklop črpalk. Nivojska stikala se vklaplajo in izklaplajo glede na količino odpadne vode in kapacitet črpalk. V vsakem črpališču morata biti nameščeni vsaj dve črpalki, saj ena služi kot rezerva v primeru okvare.

Da preprečimo vdor vode iz sistema nazaj v črpališče, na začetku tlačnega voda namestimo protipovratni ventil.

V črpališču sta za lažje vzdrževanje in čiščenje nameščena lestev in podest. Za brezhibno delovanje črpališča je potrebno črpališče redno čistiti in vzdrževati. Zelo pomemben je tudi servis in nadzor delovanja črpalk. Ta se izvaja po navodilih proizvajalca s primerno usposobljenimi delavci (Regeneracija, 2015), (Murko, 2015).



Slika 8: Črpališče odpadne vode

Vir: (Regeneracija, 2015)

- **Tlačni cevovod**

Tlačni cevovod odvaja odpadno vodo pod tlakom od črpališča do čistilne naprave. Na tržišču najdemo cevi iz različnih materialov. Največ so v uporabi polivinil kloridne, polietilenske in poliestrske. Velikost tlačnega voda mora biti takšna, da prepreči usedanje. Temu se izognemo tudi z dovolj veliko hitrostjo pretoka odpadka skozi cevovod. Hitrost ne sme pasti pod 0,8 m/s. Za izgradnjo se uporabljajo cevi, premera med 100 mm in 300 mm, ki se spajajo z varilnim aparatom in s prirobnico. Spajanju je potrebno nameniti veliko natančnost, saj mora cevni sistem zagotoviti vodotesnost (Slokan, 2003).

- **Ventili**

Ventili preprečujejo možnost povratka odpadne vode iz tlačnega kanala do uporabnikovega priključka. Služijo tudi za lažje vzdrževanje na tlačnem sistemu in kot kontrolni monitoring (prav tam).

2.3 Vakuumski kanalizacijski sistem

Uporaba vakuumske kanalizacije se v zadnjem času zelo povečuje, zaradi enostavne izgradnje, vzdrževanja in zanesljivosti delovanja. Projektiranje podtlačne kanalizacije je normirano s strogimi predpisi ATV-DVWK 116, saj mora biti zagotovljeno, da sistem vakuumske kanalizacijske tehnologije deluje brezhibno.

Vakuumski sistem kanalizacije se uporablja na področjih, kjer so nekvalitetna tla, visok nivo podzemnih voda in ravninska področja. Kanale vakuumske kanalizacije polagamo plitvo, pod cono zmrzovanja, s stopničastim vzdolžnim profilom. V skupni jarek pa lahko položimo tudi vodovodne in plinske inštalacije. Cevovodi so manjših profilov, tj. od 90 mm do 250 mm. Zaradi predpisane hitrosti (max. 3m/s) pretoka odpadne vode v vakuumskem kanalu, je vsakršno usedanje nemogoče. Največkrat so v uporabi PVC-cevi in PEHD-cevi z elektrovarilnimi spojkami. Omenjene cevi so odporne, trajne in elastične ter prenesejo velike vzdolžne in strižne napetosti.

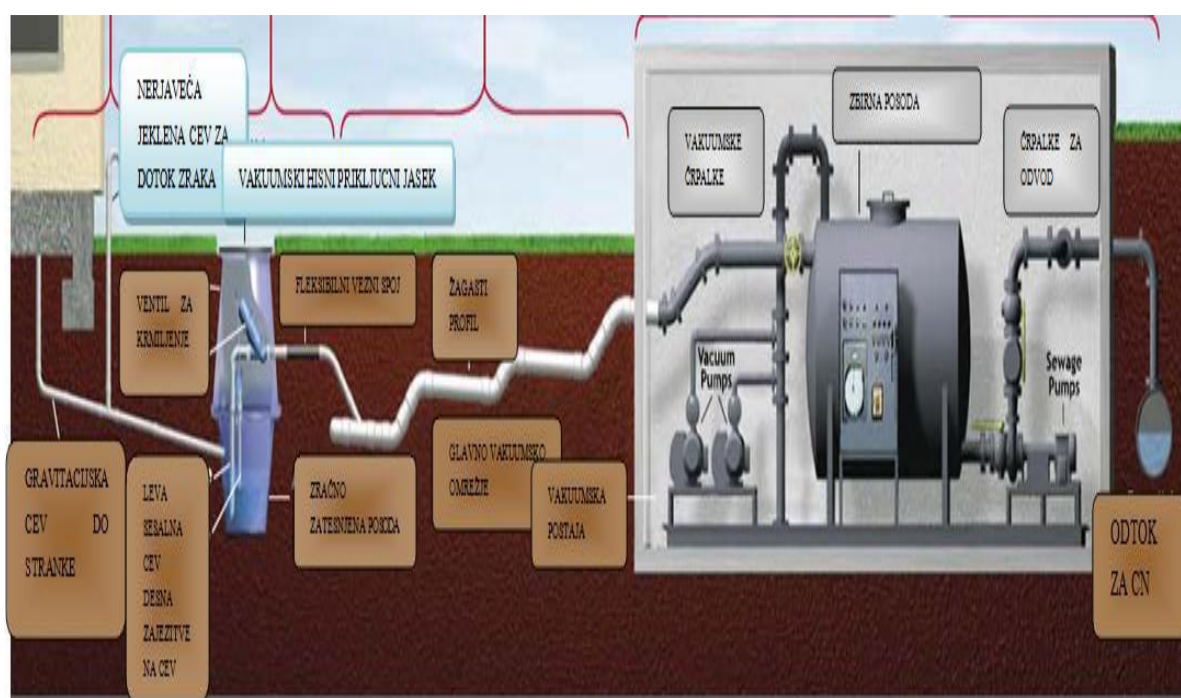
Celotna tehnologija deluje s pomočjo razlike tlakov (zrak), znotraj cevovoda vakuumske kanalizacije.

Za delovanje celotnega omrežja se potrebna energija dovaja le v vakuumski posodi. Podtlak v omrežju se razširi preko omrežja do končnih hišnih priključkov, kjer so nameščeni ventili. V

celotnem sistemu ima zrak velik pomen, saj preprečuje nastajanje anaerobnega okolja in tako po daljšem zadrževalnem času odplak v sistemu ne pride do gnitja.

Za lažje prepoznavanje napak in sprememb podtlaka, ki so lahko posledica zamašitev ali netesnosti cevne sistema, se priporoča monitoring. Ta omogoča računalniški nadzor ter alarmiranje v primeru motenj delovanja.

Vakuumska kanalizacija znotraj svoje tehnologije vsebuje 6 glavnih komponent, ki omogočajo pravilno delovanje sistema. To so: hišni priključek, vakuumski hišni priključni jašek, vakuumski ventil, omrežje, vakuumška postaja in monitoring (Petrešin & Nekrep Perc, 2007).



Slika 9: Delovanje vakuumske kanalizacije

Vir: (Airvac, 2015)

2.3.1 Komponente vakuumskega kanalizacijskega sistema

- **Hišni priključek**

Hišni priključki morajo biti izvedeni tako, da se že v zgradbah in na privatnih parcelah zberejo in posebej odvajajo sušni in padavinski odtok. Pomembnega pomena je pravilno odzračevanje skozi streho. Omogočen mora biti hiter dotok zraka, saj vsrkavanje večje količine odpadne vode in zraka pri odprtem vakuumskem ventilu povzroča v dovodnem hišnem kanalu še dodatni tlak. S pravilnim odzračevanjem dosežemo, izenačitev nastalih podtlakov v napeljavah. Nastali podtlaki povzročajo izpraznitev hišnega priključka. Običajni premer hišnega priključka je DN 150, v praksi pa se še uporabljajo DN 200 in izjemoma DN 250 (prav tam).

- **Vakuumski hišni priključni jašek**

Vakuumski hišni priključek je glavna komponenta za povezavo med gravitacijskim in podtlačnim kanalizacijskim sistemom.

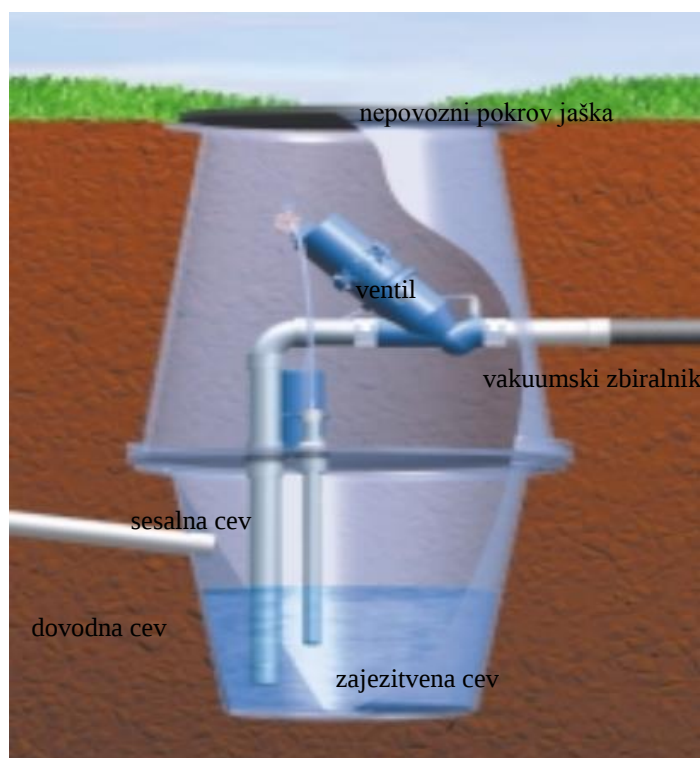
Hišni priključni jašek je potrebno namestiti na dostopnem mestu, zaradi kasnejšega vzdrževanja. Največkrat so v uporabi polietilenski hišni priključni jaški, ki so izdelani iz odpornih materialov. Izdelani so po evropskih normah in zagotovijo stoto odstotno vodotesnost. V notranjosti jaška so nameščeni sesalnik, avtomatski pnevmatski ventili, zračni in vakuumski cevovod ter instalacije monitoringa.

Trg ponuja jaške različnih proizvajalcev. V Sloveniji so najbolj znani Airvac, Quavac, Roevac, Schuff in Flovac. Pred odločitvijo o izbiri, je potrebno preveriti pozitivne in negativne lastnosti, saj želimo kakovosten in ekonomsko ugoden jašek.

V zgornjem delu jaška so nameščeni vakuumski ventili z vsemi aparaturami, ki služijo za izsrkavanje odplak in izčrpavanje točno določene količine zraka v sistem. Kot je razvidno iz slike 10, je v spodnjem poglobljenem delu jaška locirana sesalna in merilna cev. Zaježitvena prostornina spodnjega dela jaška in dovodne cevi mora znašati vsaj 25 % srednjega dnevnega dotoka.

Najpomembnejšo vlogo v jaških ima vakuumski ventil, ki zapira in odpira dotok in odtok odpadne vode. Kadar se merilna cev napolni do določene višine in nastopi pritisk v cevi, se ventil odpre in ponovno zapre, kadar se jašek popolnoma izprazni. Zaradi mešanice zraka in vode ter hitrega pretoka skozi cev, usedanje odplak v sistemu ni mogoče.

Količina odpadne vode, ki jo skozi odprti ventil potisne tlak v vakuumsko omrežje, imenujemo saržna prostornina. Od velikosti saržne prostornine je odvisna pogostost vklopa in izklopa ventilov. Iz omrežja se odpadna voda skupaj z zrakom odsesa v zbirno posodo in od tam v čistilno napravo (Maleiner, 2009).



Slika 10: Vakuumski hišni priključek Airvac

Vir: (Airvac, 2015)

- **Vakuumski ventil**

Za sistem vakuumске kanalizacije so v uporabi batni in membranski ventili. Razlikujejo se v zmogljivosti in hidravlični pretočnosti. Sprva so se uporabljali 2" (50 mm) membranski ventili, katere so po letu 1970 izpodrinili 3" batni ventili, ki so zmogljivejši. Razlika med njima je, da se na batne lahko priključijo štiri gospodinjstva, na membranske pa le dve gospodinjstvi.

Batni ventili so na obrabo in poškodbe neobčutljivi. Njihov mehanizem odpira bat s pomočjo vzmeti in podtlaka. Vzdrževanje batov ne predstavlja velikega stroška.

Membranski ventili so v primerjavi z batnimi zahtevnejši in dražji za vzdrževanje. Ključni element membranskega ventila je neoprenska membrana, ki odpira in zapira ventil. Membrana ima slabo lastnost, da ni odporna na ostrorobe elemente, kemikalije in čistila, ki lahko povzročijo poškodbe na membrani, ki pa onemogočajo pravilno delovanje ventilov.

Nakup membranskega ali batnega ventila, po podatkih podjetja Flovac, znaša cca 2200 EUR. Dolgoročno je membranski ventil s stroškovnega vidika dražji, saj je potrebna redna menjava membran, ki povzroča dodatne stroške (Maleiner, 2009).



Slika 11: Membranski ventil RoeVac

Vir: (Roevac, 2015)



Slika 12: Batni ventil Flovac

Vir: (Flovac, 2015)

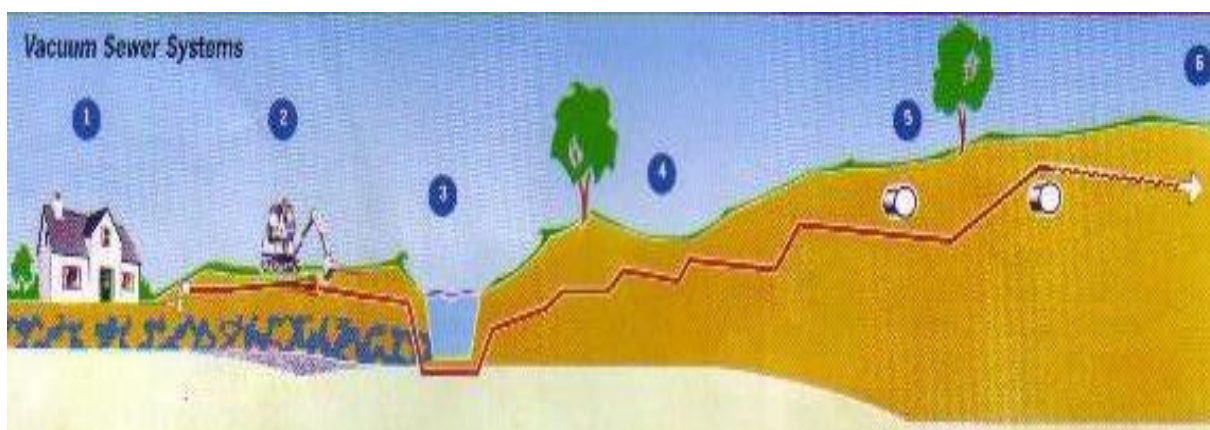
- **Vakuumsko omrežje**

Za sistem vakuumske kanalizacije je značilno, da se cevi polagajo plitko, pod cono zmrzovanja. Globina zmrzline je za posamezna področja Slovenije različna, vendar mora biti minimalna višina kritja cevi 0,8 m. Zaradi večjih hitrosti pretakanja odpadne vode v ceveh kot pri gravitacijskih vodih, so premeri cevi manjši. Vakuumske cevi se polagajo z značilnim žagastim vzdolžnim profilom, ki sestoji iz dolgih, rahlo padajočih odsekov, katerim sledijo kratki odseki s strmimi dvigi, imenovani lifti. Prednost vakuumskega omrežja je, da lahko v isti jarek polagamo plinske in vodovodne napeljave, saj vdor odpadnih voda zaradi podtlaka ni možen.

Izgradnja vakuumske odvodnje je priporočljiva v mestnih središčih in ozkih ulicah, saj se z njo izognemo morebitnim terenskim oviram. Prav tako pa se lahko omrežje na določenih odsekih, kjer je težak dostop ali v primeru prečkanja vodotoka z mostno konstrukcijo, izgradi nad cestiščem.

Ekonomsko gledano ima vakuumska kanalizacija, zaradi majhnih prereзов cevi, plitkih izkopov in nepotrebnih kontrolnih jaškov, v primeru že vgrajenega monitoringa v omrežju, nižje gradbene stroške kot v primerjavi s klasično odvodnjo odpadne vode.

Najpogostejše uporabljene so PEHD-cevi, ki so zvarjene z elektro spojkami in PVC-cevi z lepljenimi spojkami. Te cevi so odporne, trajne, elastične in prenesejo velike strižne in vzdolžne sile ter so prilagodljive neenakomernim posedkom temeljnih tal. Ob koncu izgradnje vakuumskega omrežja je potrebno izvesti preizkus vodotesnosti, ki se izvaja s pomočjo podtlaka (Maleiner, 2009).



Slika 13: Shema vakuumskega omrežja z žagastim profilom

Vir: (Sistem vakuum, 2015)

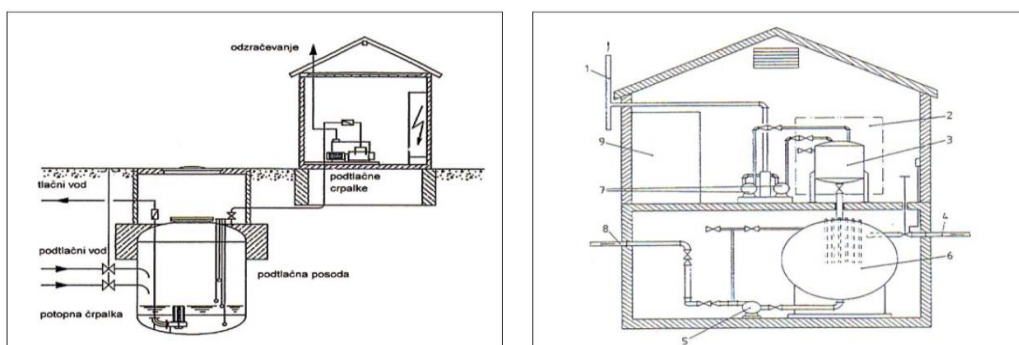
- **Vakuumska postaja**

Vakuumska postaja je najpomembnejša komponenta vakuumskega sistema, ki za svojo obratovanje potrebuje električno energijo. Največkrat se vakuumška postaja locira v središčni točki omrežja. Njena naloga je, da proizvaja podtlak za delovanje celotnega sistema.

Vakuumska postaja sestoji iz vakuumskih črpalk, potopnih črpalk in vakuumskega kotla. Vakuumske črpalke ustvarjajo podtlaka v vakuumskem omrežju, potopne črpalke odvajajo odpadno vodo iz podtlačnega kotla, kjer se zbira odpadna voda v čistilno napravo. Znotraj vakuumskega kotla se uravnava isti tlak v razponu od 0,2 do 0,8 bara. Podtlak v kotlu uravnavajo vakuumške črpalke, ki delujejo po potrebi, kadar podtlak pade pod dovoljeno mejo. Delovanje tlačnih črpalk pa je odvisno od nivoja odpadne vode v kotlu, kadar se ta napolni do določene meje, se tlačne črpalke vklopijo in odpadno vodo iz kotla potiskajo po tlačnem vodu vse do čistilne naprave. S pomočjo podtlačnih črpalk se iz sistema odstranjuje zrak, ki je posesan skupaj z odpadno vodo.

Vakuumski kotel je lahko nameščen v suhi ali mokri izvedbi. Podatki iz prakse kažejo, da ima izgradnja suhe izvedbe številne prednosti pred mokro. Inštalacije v kotlu pri suhi izvedbi so lažje dostopne za vzdrževanje in nadzor, ne glede na vremenske pogoje. Podtlačni kotel v mokri izvedbi ima večjo prostornino, zaradi vgrajenih potopnih črpalk. Notranjost je potrebno antikorozijsko zaščititi, ta postopek pa je zahteven in drag. V sistemu vlada aerobno okolje, zaradi prisotnosti kisika. Posledično se le redko zgodi gnitje odpadnih voda v omrežju.

Za pravilno in varno delovanje celotnega vakuumskega omrežja, je potrebno v primeru izpada električne energije, v vakuumski postaji zagotoviti stacionarni agregat. Ta mora imeti zadostno moč za brezhibno delovanje vakuumške postaje (prav tam).



Slika 14: Podtlačna postaja v »mokri« (levo) in »suhi« (desno) izvedbi

- **Monitoring**

Monitoring je ključnega pomena za iskanje napak na vakuumskem omrežju, saj nadzoruje obratovanje in delovanje na celotnem kanalskem omrežju. Kadar pride do obratovalnih motenj na omrežju, je potrebno ugotoviti vzrok in vrsto defekta, da lahko potem, kar se da hitro napake odpravimo.

Z monitoringom tako nadzorujemo stanje in funkcije vsakega ventila, ki je priključen na računalnik. Monitoring v primerjavi s terenskim iskanjem defekta povzroča nizke obratovalne stroške, saj hitro določi mesto okvare in tako ni potreben dodaten strošek za obsežno terensko iskanje napake. Računalniški nadzor sprotno beleži podatke o vklopu in izklopu ventilov in črpalk. V primeru, da se na vakuumskem omrežju pojavi motnja ali napaka, računalnik sproži ustrezni alarm in o okvari samodejno obvesti odgovorno osebo. S pomočjo računalnika je potrebno opravljati tedenske analize o delovanju sistema, prav tako pa nam služi za shranjevanje in pošiljanje podatkov. V primeru izpada električnega toka, računalnik samodejno zapre programe in jih ponovno odpre za delovanje, ko se vzpostavi električni tok (Maleiner, 2009).

3 OPIS OBSTOJEČE FEKALNE KANALIZACIJE V NASELJU DOKLEŽOVJE

V Občini Beltinci se je v letih od 2008 do 2014 izgradila fekalna kanalizacija, ki je bila zasnovana iz dveh delov. Razdeljena je bila v sekundarni in primarni del izgradnje.

»Projekt sekundarnega dela izgradnje fekalne kanalizacije je sofinancirala Evropska Unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Projekt se je izvajal v okvirju operativnega programa krepitve regionalnih razvojnih potencialov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete Razvoj regij; prednostne usmeritve Regionalni razvojni programi.« (Občina Beltinci, 2015).

Sprva se je pričela izgradnja sekundarnega dela. Zaradi lažjega nadzora in evidentiranja je bila razdeljena v tri sklope. Izgradnja se je sprva pričela v naseljih Dokležovje, Melinci in Ižakovcih, v letu 2008. Sekundarni del iz omenjenih naselij v dolžini 11585,00 m je v celoti vezan na primarni vod.

Kot drugi sklop naselij so se v letu 2009 pričela izvajati dela v Gančanih in Lipovcih, z dolžino kanalskega voda 9572,00 m.

V naseljih Lipa in Bratonci so kanalizacijska dela potekala nazadnje. V letu 2011 se je zaključila izgradnja 7696,00 m dolgega cevovoda v omenjenih naseljih, s priključitvijo na primarni del kanalizacije.

Gradbena in kanalizacijska dela primarne kanalizacije in čistilne naprave so se pričela decembra 2010 in zaključila marca 2014. V tem obdobju je bilo vgrajeno 36,66 km cevovoda, od tega cca 17 km tlačnega voda, preostanek je gravitacijska odvodnja. Vsa odpadna voda se iz primarnega in sekundarnega dela odvaja v čistilno napravo, ki je locirana v Melincih. Čistilna naprava je mehansko-biološkega tipa, s kapaciteto 15000 PE.

Projekt je bil delno financiran iz Ministrstva za okolje in prostor Republike Slovenije ter Kohezijskega sklada Evropske Unije (Murko, 2015).

Naselje Dokležovje z 960 (vir: SURS, popis prebivalstva 2002) prebivalci leži v občini Beltinci. Obsega 5,29 km² in leži na nadmorski višini 183 m. Pretežni del naselja Dokležovje je pozidan z individualno prostostoječo zazidavo P+1. Industrijskih obratov in večjih obrtnih delavnic v tem naselju ni, tudi ni večjih kmetijskih proizvodnih objektov.

Na območju izgradnje kanalizacije obstaja naslednja infrastruktura: vodovodno, telefonsko in električno omrežje, CATV, primarno plinovodno omrežje in železniška proga.

Na celotnem področju Dokležovja se je v letu 2012 izgradil primarni sistem kanalizacije. Fekalne vode iz naselja Dokležovje se gravitacijsko odvajajo po glavnem zbirnem kanalu K0D, v katerega so priključeni vsi stranski kanali od K1D do K9D. Glavni kanal poteka skozi celotno naselje in je zgrajen levo in desno ob cestišču, glede na obstoječi potek komunalnih vodov. Na kanalu K0D sta locirani dve črpališči Č1D in Č2D. Črpališče Č1D služi samo za dvig fekalnih voda na kanalu, črpališče Č2D pa prečrpava vse odpadne vode iz naselja Dokležovje, po tlačnem vodu TV-DI do črpališča Č1I v naselje Ižakovci (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008).

3.1 Gravitacijski vodi

Tabela 1: Gravitacijski kanali (dolžina, premer cevi, povprečna globina kanala)

ŠT. KANALA	DOLŽINA (m)	PREMER CEVI (mm)	POVPREČNA GLOBINA KANALA (m)
K0-D1	771,04	DN200	2,27
K0-D1(P)	181,79	DN200	2,46
K0-D2(P)	659,00	DN200	2,53
K1D	619,06	DN200	2,56
K2D	160,97	DN200	2,30
K3D	249,27	DN200	3,11
K3D-1	204,32	DN200	2,45
K3D-2	93,85	DN200	2,08
K4D	420,25	DN200	2,56
K4D(P)	263,26	DN200	2,48
K4D-1	352,87	DN200	1,99
K4D-2	75,79	DN200	1,71
K4D-3	89,79	DN200	1,90
K5D	71,52	DN200	1,88
K6D	217,33	DN200	2,47
K6D(P)	247,94	DN200	2,39
K6D-1	130,65	DN200	1,61
K7D	264,03	DN200	2,99
K7D(P)	430,87	DN200	2,87
K7D-1	86,46	DN200	2,11

K7D-2	399,60	DN200	1,90
K7D-3	330,59	DN200	1,76
K7D-4	139,11	DN200	2,30
K8D	67,18	DN200	1,66
K9D	64,18	DN200	1,69
	6590,72		

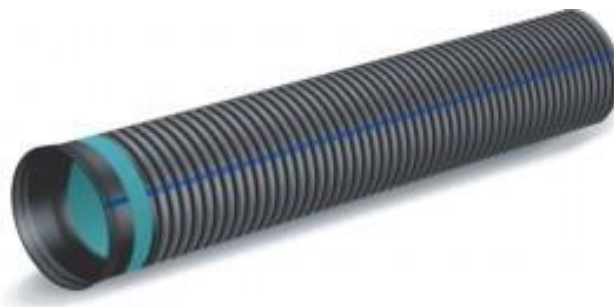
Vir: (Lasten, 5. 10. 2015)

Gravitacijski kanali so v naselju Dokležovje zelo razvejani in pretežno potekajo po vaških ulicah. Kanali so zaradi svoje dolžine lažje dostopni za vzdrževanje in čiščenje, saj niso predolgi. Razdeljeni so v 9 manjših odsekov, označenih z označbami od K0D do K9D.

Globine kanalov se gibljejo med 1,61 m in 2,99 m, z minimalnim padcem nivelete kanala 2,50 (3,00) ‰.

Gravitacijske kanale je potrebno redno vzdrževati in čistiti, da preprečimo kakršnekoli zamašitve in defekte na cevovodu (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008), (Murko, 2015).

3.1.1 Vgrajevanje gravitacijskih cevi Gigapipe PP SN8 DN200



Slika 15: Cev Gigapipe PP SN8 DN 200

Vir: (Pipelife, 2015)

Za izgradnjo gravitacijskega sistema smo uporabljali Gigapipe polipropilene cevi, dobavitelja Pipelife. Cevi so v skladu z DIN EN ISO 1852 (Pipelife, 2015).

Pred začetkom izvajanja zemeljskih del so se zakoličili ostali komunalni vodi (plinovod, kabelska TV, vodovod, elektrika), katerim smo med samo gradnjo namenili veliko pozornost.

Preden so se pričeli izkopi, je geometer zakoličil potek trase in niveleto tal. Izkopi so bili kombinirani; pretežno strojni, ob približevanju že obstoječemu komunalnemu vodu pa ročni. Kadar so bili izkopi globlji od 1,5 m smo kanal primerno razpirali in zaščitili z zagatnicami.

Na dno kanala se je planirala posteljica, do predpisane stopnje zbitosti in točnosti $\pm 1,00$ cm. Na pripravljeno podlago smo po navodilih proizvajalca vgrajevali Gigapipe cevi. Kot je razvidno iz slike 16, smo na neugodnih površinah, kjer je bila težava s talno vodo, cevi obtežili z »betonskimi prstani«. Teme cevi smo zasipavali s frakcijo, nato je sledil material od izkopa. Pri zgornji plasti (50 cm) smo izvajali zasip z gramozom in ga utrdili do zbitosti 80 MP/m^2 . Še posebej pozorni smo bili na stik cevi z jaškom, saj smo želeli zagotoviti vodotesni kanalizacijski sistem (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008), (Murko, 2015).



Slika 16: Na sliki viden betonski prstan, zagatnice in položena cev, zasipana s frakcijo

Vir: (Lasten, 8. 5. 2012)

3.1.2 Vgrajevanje revizijskih jaškov Romold DN600, DN800 in DN1000

Tabela 2: Izpis jaškov na gravitacijskem in tlačnem vodu

ŠT. KANALA	Jašek DN600, globine 1,5-2,0 m	Jašek DN800, globine 1,5-2,0 m	Jašek DN800, globine 2,0-3,0 m	Jašek DN800, globine 3,0-4,0 m	Jašek DN1000, globine 4,0-5,0 m
K0-D1	1,00	8,00	13,00	4,00	
K0-D1(P)			6,00		
K0-D2(P)			8,00	10,00	4,00
K1D	1,00	3,00	5,00	6,00	
K2D		2,00	3,00		
K3D		1,00	2,00	5,00	
K3D-1		1,00	6,00		
K3D-2		2,00	1,00		
K4D	1,00	3,00	11,00		
K4D(P)			1,00	5,00	
K4D-1	2,00	6,00	5,00		
K4D-2		2,00			
K4D-3		2,00	1,00		
K5D		1,00	1,00		
K6D	2,00	3,00	2,00		
K6D(P)			3,00	4,00	
K6D-1		3,00			
K7D		1,00	2,00	6,00	
K7D(P)			10,00	4,00	
K7D-1		2,00	1,00		
K7D-2	5,00	4,00	5,00		
K7D-3	4,00	5,00			
K7D-4		3,00	2,00		
K8D		2,00			
K9D		2,00			
TV-DI1	4,00				
TV-DI2	2,00				
	22,00	56,00	88,00	44,00	4,00
	214,00				

Vir: (Lasten, 5. 10. 2015)

Na kanalizacijskem sistemu Dokležovje smo vgrajevali polietilenske revizijske jaške Romold. Na celotnem sistemu se je tako skupaj vgradilo 215 jaškov, pretežno so bili dimenzije DN 800, z globino od 2,0 m do 3,0 m.

Jaški so že sestavljeni elementi. Sestavljeni so iz dna in prstanov za povišanje. Dobavljivi so v različnih višinah, odvisno od globine izkopa za postavitev jaška. Material jaška je korozijsko in kemično odporen.

Pri vgrajevanju jaškov je potrebna natančnost, saj želimo zagotoviti vodotesen sistem. Vgrajevali smo jih po naslednjem postopku: najprej smo na jašku zvrtili odprtine za dotok in odtok odpadne vode. To smo izvedli s kronskim svedrom. Nato smo vstavili tesnilno cev na dotok in pri odtoku skrbno očistili in z mazivom namazali stik s cevjo. Cev za odtok smo fiksirali z naravno objemko.

Dno jaška smo zasipavali s frakcijo 8–16 mm, preostanek kanala pa z materialom od izkopa do ustrezne zbitosti.

Jaški imajo povozne pokrove z vgrajenim protihrupnim vložkom. Pokrovi so kvadratne oblike, 600 x 600 mm, razreda D 400. Opremljeni so z napisom »kanalizacija«. Pokrovi so zaklenjeni, vendar jih je možno odpreti, saj imajo vgrajen vzvod s katerim dvignemo pokrov. Zaradi zunanjih vplivov so antikorozijsko zaščiteni (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008), (Murko, 2015).



Slika 17: Spoj cevi DN200 na jašek DN800

Vir: (Lasten, 29. 9. 2011)



Slika 18: Zasip jaška s frakcijo 8–16

Vir: (Lasten, 29. 9. 2011)

3.2 Tlačni vod

Tabela 3: Tlačni kanal (dolžina, premer, povprečna globina)

ŠT. KANALA	DOLŽINA (m)	PREMER CEVI (mm)	POVPREČNA GLOBINA KANALA (m)
TV-DI1	1004,28	DN160	1,35
TV-DI2	758,68	DN160	1,32
1762,96			

Vir: (Lasten, 5. 10. 2015)

Tlačni vod TV-DI poteka od črpališča Č2D, od koder prečrpava odpadno vodo iz naselja Dokležovje do črpališča Č1I v naselje Ižakovce. Kanal je dolg 1762,96 m. Tlačne cevi so iz polietilena oznake DN160 PE80 SDR17 (8 bar). Vsi tlačni vodi so izvedeni v zemlji na globini minimalno 1,20 m in jih zato ni bilo potrebno dodatno toplotno izolirati zaradi zmrzali. Na kanalskem vođu TV-DI se je izvedlo prečkanje železnice s kanalizacijo v dolžini 14 m. Prečkanje se je izvedlo s podvrtavanjem železnice in položitvijo kovinske zaščitne cevi DN300. Vmesni prostor se je zaščitil z injektiranim betonom C16/20.

Cevi tlačnega voda smo spajali z elektrofuzijskim aparatom. Postopek spajanja je nekoliko zamudnejši, vendar je zaradi kakovostnega spoja zagotovljena nepropustnost. Kjer je bila težava s talno vodo, smo zaradi sile vzgona na cevi nameščali betonske »prstane« (prav tam).



Slika 19: Položene tlačne cevi

Vir: (Lasten, 10. 8. 2012)



Slika 20: Elektrofuzijsko varjenje tlačnih cevi

Vir: (Lasten, 10. 8. 2012)

3.3 Črpališči Č1D, Č2D

Kjer izgradnja gravitacijskega voda ni bila možna, smo na tlačnem vodu locirali črpališča. Iz prilog načrtov je razvidno, da sta za dvig fekalne vode vgrajeni dve črpališči z oznakami Č1D in Č2D. Odpadna voda teče po gravitacijskem kanalu vse do črpališča. Tam črpališče odpadno vodo prečrpava v tlačni vod TV-DI.

Črpališča so lahko različne sestave in gradnje. Omenjeni sta iz armiranega poliestra. Dno, obod črpališča in zgornja plošča so iz armiranega betona, kvalitete C30/37, ki je odporna na fekalije in kisline. V zgornji plošči je montiran pokrov z zaklepom.

Iz priloženih načrtov so razvidne karakteristike in elementi črpališča. Najpomembnejši element črpališča so črpalke. Tako v Č1D kot v Č2D sta nameščeni po dve črpalke, ki delujeta izmenično oz. je ena rezervna, v primeru okvare. Ti se vklapljata in izklapljata, glede na nivojsko stikalo, ki je nameščeno v črpalni komori.

Črpališči imata še vgrajene številne druge elemente. Eden izmed teh je zračnik, ki služi za prezračevanje črpališča, saj se lahko v notranjosti pojavijo gorljivi in strupeni plini. Za lažje vzdrževanje in čiščenje pa sta nameščena še podest in lestev.

Črpališči morata biti redno pregledani, očiščeni in servisirani po navodilih proizvajalca (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008), (Murko, 2015).



Slika 21: Izkop črpališča Č1D

Vir: (Lasten, 10. 8. 2012)

4 OPIS IDEJNE IZBOLJŠAVE Z VAKUUMSKIM SISTEMOM

V diplomski nalogi izvedemo dimenzioniranje vakuumkega cevovoda in vakuumke postaje v naselju Dokležovje za celoten del obstoječe kanalizacije – tako primarni kot sekundarni del.

S pomočjo situacijskega načrta smo razbrali dolžine cevovodov in tako določili glavni cevovod, ki poteka skozi celotno naselje od severovzhoda do zahoda, v izmeri 3374,79 m. Izhodiščne podatke za število prebivalcev smo prevzeli iz tehnične dokumentacije za že obstoječo kanalizacijo.

Dimenzioniranje smo izvedli s pomočjo Peteršinovega Hidravličnega preračuna vakuumke kanalizacije. Enačbe in tabele pa smo povzeli po smernicah predpisa ATV-DVWK-A 116 (Petrešin & Nekrep Perc, 2007), (ATV-DVWK-116, Bessere Entwässerungsverfahren-Unterdrückenwassersysteme außerhalb von Gebäuden, 2004).

4.1 Dimenzioniranje vakuumkega cevovoda in vakuumke postaje

Vakuumski sistem kanalizacije smo dimenzionirali za skupno 960 ekvivalentnih enot (EE). Lokacije izgradnje in dolžine cevovodov so enake že obstoječemu stanju, ki smo jih razbrali iz pregledne situacije naselja Dokležovje (Priloga 1). Glavni cevovod zajema kanale K0-D1, K0-D2, TV-DI1 in TV-DI2 v skupni izmeri 3374,49 m.

KANAL K0-D1: $l_1 = 952,983$ m, $EE_1 = 512$ prebivalcev.

KANAL K0-D2: $l_2 = 659,00$ m, $EE_2 = 377$ prebivalcev.

KANAL TV-DI1: $l_3 = 1004,28$ m, $EE_3 = 26$ prebivalcev.

KANAL TV-DI2: $l_4 = 758,68$ m, $EE_4 = 45$ prebivalcev.

4.1.1 Dimenzioniranje vakuumkega cevovoda

Za projektno dobo tridesetih let je v naselju Dokležovje predvidena 0,5 % rast prebivalstva.

KANAL K0-D1:

$$EE_n = EE_s \cdot (1 + 0,01 \cdot p)^n \quad (4.1)$$

$$EE_{2046} = 512 \cdot (1 + 0,01 \cdot 0,5)^{30}$$

$$EE_{2046} = 595 \text{ prebivalcev}$$

KANAL K0-D2:

$$EE_n = EE_s \cdot (1 + 0,01 \cdot p)^n$$

$$EE_{2046} = 377 \cdot (1 + 0,01 \cdot 0,5)^{30}$$

$$EE_{2046} = 437 \text{ prebivalcev}$$

KANAL TV-DI1:

$$EE_n = EE_s \cdot (1 + 0,01 \cdot p)^n$$

$$EE_{2046} = 26 \cdot (1 + 0,01 \cdot 0,5)^{30}$$

$$EE_{2046} = 30 \text{ prebivalcev}$$

KANAL TV-DI2:

$$EE_n = EE_s \cdot (1 + 0,01 \cdot p)^n$$

$$EE_{2046} = 45 \cdot (1 + 0,01 \cdot 0,5)^{30}$$

$$EE_{2046} = 52 \text{ prebivalcev}$$

kjer je:

EE_n ... število prebivalcev konec projektne dobe,

n ... projektna doba.

Izračun količine odpadne vode na sekundo

Po smernicah predpisa ATV-DVWK-A 116 in DIN EN 1094 za vakuumске sisteme upoštevamo samo komunalne odplake iz gospodinjstev. Sistem mora biti izveden vodotesno, da ne pride do vdora podtalnice v omrežje.

$$Q_{s,d} = \sum(EW \cdot W_{s,d}) \quad (4.2)$$

$$Q_{s,d} = \sum(EW \cdot 0,005 \frac{l}{E \cdot s})$$

$$Q_{s,d} = \sum ((595 + 377 + 26 + 45) \cdot 0,005)$$

$$Q_{s,d} = 5,22 \frac{l}{s}$$

kjer je:

$Q_{s,d}$... količina odpadne vode na sekundo,

EW ... vsota prebivalcev,

$W_{s,d}$... količina odpadne vode, ki jo porabi en prebivalec na dan ($150 \text{ l} = 0,005 \frac{l}{E \cdot s}$).

S pomočjo tabele v nadaljevanju določimo srednje razmerje med zrakom in odpadno vodo v kanalizacijskem sistemu.

Tabela 4: Določitev razmerja zrak – odpadna voda

Dolžina glavne veje	Faktor f (število prebivalcev na tekoči meter omrežja)			
	0,05 E/m	0,1 E/m	0,2 E/m	0,5 E/m
	Razmerje zrak/odpadna voda			
500 m	3,5-7	3-6	2,5-5	2-5
1000 m	4-8	3,5-7	3-6	2,5-5
1500 m	5-9	4-8	3,5-7	3-6
3000 m	6-10	5-9	4-8	3,5-7
4000 m	7-12	6-10	5-9	4-8
	8-15	7-12	6-10	(5-9)*
* samo v posebnih primerih				

Vir: (Petrešin & Nekrep Perc, 2007)

Razmerje zrak – odpadna voda določimo s pomočjo zgornje tabele. Glede na število prebivalcev na tekoči meter cevovoda izračunamo faktor f in nato za določeno dolžino kanala razberemo razmerje zrak – odpadna voda.

Tabela 5: Določitev faktorja f in razmerja zrak – odpadna voda.

ŠT. KANALA	DOLŽINA KANALA (m)	ŠTEVILO EE	FAKTOR f [EE/m]	RAZMERJE ZRAK/ODPADNA VODA
K0-D1	952,83	130,00	0,14	3,5-7
K0-D2(P)	659,00	102,00	0,15	2,5-5
K1D	619,06	99,00	0,16	2,5-5
K2D	160,97	37,00	0,23	2,5-5
K3D	249,27	38,00	0,15	2,5-5

K3D-1	204,32	33,00	0,16	2,5-5
K3D-2	93,85	19,00	0,20	2,5-5
K4D	420,25	70,00	0,17	2,5-5
K4D(P)	263,26	38,00	0,14	3-6
K4D-1	352,87	51,00	0,14	3-6
K4D-2	75,79	13,00	0,17	2,5-5
K4D-3	89,79	17,00	0,19	2,5-5
K5D	71,52	14,00	0,20	2,5-5
K6D	217,33	34,00	0,16	2,5-5
K6D(P)	247,94	31,00	0,13	3-6
K6D-1	130,65	24,00	0,18	2,5-5
K7D	264,03	34,00	0,13	3-6
K7D(P)	430,87	67,00	0,16	2,5-5
K7D-1	86,46	17,00	0,20	2,5-5
K7D-2	399,60	64,00	0,16	2,5-5
K7D-3	330,59	46,00	0,14	3-6
K7D-4	139,11	23,00	0,17	2,5-5
K8D	67,18	14,00	0,21	2,5-5
K9D	64,18	14,00	0,22	2,5-5
TD-DI1	1004,28	30,00	0,03	4-8
TV-DI2	758,68	52,00	0,07	4-8

Vir: (Lasten, 17. 2. 2016)

Na osnovi ATV-DVWK-A 116, določimo nazivne premere cevovoda.

Tabela 6 : Določitev premerov cevi vakuumskega cevovoda

Srednje razmerje zrak/od. voda	Nazivni premer cevi						
	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250*
	Število prebivalcev, ki gravitirajo na kanal						
2	0-110	0-350	250-600	350-900	500-1400	750-2100	1100-3000
4	0-65	0-200	135-340	200-500	300-800	400-1200	600-1650
6	0-45	0-140	95-240	140-350	200-550	300-820	400-1150
8	0-35	0-105	75-185	105-270	150-425	220-625	300-850
10	0-30	0-85	60-150	85-220	120-340	175-500	250-700
12	0-25	0-75	50-125	75-180	100-290	150-425	200-600

* samo v posebnih primerih

Vir: (Petrešin & Nekrep Perc, 2007)

Premjer cevi je odvisen od števila prebivalcev, ki tangirajo na obravnavano kanalsko vejo in od razmerja zrak – odpadna voda.

Primer določitve premera cevi in izračun prostornine kanala za K0-D1:

- Dolžina kanala K0-D1: 952,83 m.
- Število prebivalcev, ki tangirajo na obravnavano kanalsko vejo: E = 130.
- Razmerje zrak – odpadna voda: 3,5–7 .
- Odčitano iz tabele Φ 100, izberem Φ 110.
- Prostornina:

$$V = \pi r^2 \cdot l \quad (4.3)$$

$$V = \pi \cdot 0,045^2 \cdot 952,83$$

$$V = 6,06 \text{ m}^3$$

Tabela 7: Določitev nazivnih premerov cevi in izračun prostornine kanala

ŠT. KANALA	DOLŽINA KANALA [m]	NAZIVNI PREMER [m]	NOTRANJI PREMER [m]	PROSTORNINA [m ³]
K0-D1	952,83	110,00	90,00	6,06
K0-D2(P)	659,00	90,00	74,00	2,83
K1D	619,06	90,00	74,00	2,66
K2D	160,97	90,00	74,00	0,69
K3D	249,27	90,00	74,00	1,07
K3D-1	204,32	90,00	74,00	0,88
K3D-2	93,85	90,00	74,00	0,40
K4D	420,25	90,00	74,00	1,81
K4D(P)	263,26	90,00	74,00	1,13
K4D-1	352,87	90,00	74,00	1,52
K4D-2	75,79	90,00	74,00	0,33
K4D-3	89,79	90,00	74,00	0,39
K5D	71,52	90,00	74,00	0,31
K6D	217,33	90,00	74,00	0,93
K6D(P)	247,94	90,00	74,00	1,07
K6D-1	130,65	90,00	74,00	0,56

K7D	264,03	90,00	74,00	1,13
K7D(P)	430,87	90,00	74,00	1,85
K7D-1	86,46	90,00	74,00	0,37
K7D-2	399,60	90,00	74,00	1,72
K7D-3	330,59	90,00	74,00	1,42
K7D-4	139,11	90,00	74,00	0,60
K8D	67,18	90,00	74,00	0,29
K9D	64,18	90,00	74,00	0,28
TD-DI1	1004,28	90,00	74,00	4,32
TV-DI2	758,68	90,00	74,00	3,26
SKUPAJ:	8353,68			37,87

Vir: (Lasten, 17. 2. 2016)

4.1.2 Dimenzioniranje vakuumske postaje

Glavne enote vakuumske postaje so:

- vakuumske črpalke,
- vakuumski zbiralnik,
- fekalne črpalke,

brez katerih sistem kanalizacije ne more delovati. V nadaljevanju obravnavamo izračune posameznih enot, ki so povzeti po določilih pravilnika ATV-DVWK-A 116.

Vakuumske črpalke:

Vakuumske črpalke morajo ustvarjati potreben podtlak od 35 do 45 kPa za prečrpavanje količine zraka v sistemu. V odvisnosti od maksimalnega sušnega pretoka odpadne vode (Q_s) in srednjega razmerja zrak – odpadna voda dobimo volumen zraka, ki ga mora vakuumska črpalka izčrpati.

Sušni pretok:

$$Q_s = EE \cdot 0,005 \frac{l}{s} \text{ (150 litrov na enoto prebivalca na dan)} \quad (4.4)$$

$$Q_L = Q_s \cdot \text{zrak} - \text{odpadna voda} \quad (4.5)$$

Tabela 8: Volumen zraka za posamezni glavni kanal

	K0-D1	K0-D2	TV-DI1	TV-DI2
Število enot leta 2046 [EE]	595	437	30	52
Sušni pretok Q_s [l/s]	2,98	2,19	0,15	0,26
Dolžina kanala [m]	952,83	659	1004,28	758,68
Skupna dolžina kanala [m]	3330,77	2678,33	1623,34	758,68
Gostota prbivalstva [E/m]	0,63	0,66	0,03	0,07
razmerje zrak - voda	5	5	8	8
volumen zraka Q_L [N l/s]	14,9	10,95	1,2	2,08

Vir: (Lasten, 17. 2. 2016)

Skupni volumen zraka:

$$Q_L = Q_{L1} + Q_{L2} + Q_{L3} + Q_{L4} \quad (4.6)$$

$$Q_L = 29,13 \text{ Norm } \frac{l}{s}$$

$$Q_L = 104,87 \text{ Norm } \frac{m^3}{h}$$

Najmanjši potrební sesalni volumen vakuumskih črpalk ($Q_{L,s}$):

$$Q_{L,s} = \frac{SF \cdot Q_1 \cdot p_u}{\frac{p_{min} + p_{max}}{2}} \quad (4.7)$$

- vklop vakuumskih črpalk pri tlaku: $p_{min} = 35 \text{ kPa}$ (absolutni tlak),
- izkop vakuumskih črpalk pri tlaku: $p_{max} = 45 \text{ kPa}$ (absolutni tlak),
- srednji tlak v vakuumskem zbiralniku: $p_{sr} = 40 \text{ kPa}$ (absolutni tlak),
- atmosferski tlak: $p_u = 100 \text{ kPa}$,
- varnostni faktor: $1,2 \leq SF \leq 1,5$; izberemo SF: 1,25.

$$Q_{L,s} = \frac{1,25 \cdot 104,87 \cdot 100}{\frac{35 + 45}{2}}$$

$$Q_{L,s} = 327,72 \frac{m^3}{h}$$

Na podlagi izračuna izberemo tri črpalke, moči 5 kW, 250 Norm m³/h. V delovanju sta dve črpalke, medtem ko je ena rezervna za primer okvare.

Zahteva iz ATV-DVWK-A 116 (enačba 2, odsek 5.3.5)

$$Q_{L,p,s} \geq \frac{Q_{L,s}}{n_L - 1} \quad (4.8)$$

$$250 \frac{m^3}{h} \geq \frac{327,72}{3 - 1}$$

$$250 \frac{m^3}{h} \geq 163,86 \frac{m^3}{h}$$

Zahteva je izpolnjena!

Vakuumski zbiralnik:

Glede na število maksimalnih vklopov vakuumskih in fekalnih črpalk izračunamo volumen vakuumskega zbiralnika.

Minimalni volumen za zrak:

$$V_L = \frac{0,25 \cdot Q_{L,p,s} \cdot \frac{1}{2} \cdot (p_{max} + p_{min})}{(p_{max} - p_{min}) \cdot f \cdot n_L} \quad (4.9)$$

kjer je:

$Q_{L,p,s}$... srednji sesalni volumen

$(p_{max} - p_{min})$... razlika podtlaka pri vklopu in izklopu

f ... maksimalno število vklopov (12–15/h), izberemo 12

n_L ... število vakuumskih črpalk

$$V_L = \frac{0,25 \cdot 250 \cdot \frac{1}{2} \cdot (45 + 35)}{(45 - 35) \cdot 12 \cdot 3}$$

$$V_L = 6,94 m^3 \approx 7,0 m^3$$

Minimalni volumen za odpadno vodo:

$$V_w = \frac{0,25 \cdot Q_{w,p}}{f} \quad (4.10)$$

kjer je:

$Q_{w,p}$... črpalna kapaciteta črpalk za odpadno vodo (izberemo 11 l/s = 39,6 m³/h)

$$V_w = \frac{0,25 \cdot 39,6}{12}$$

$$V_w = 0,825 \text{ m}^3 \approx 1,0 \text{ m}^3$$

$$V_L = 7,0 + 1,0 = 8,0 \text{ m}^3$$

Potreben volumen vakuumskega zbiralnika je 8,0 m³.

Najmanjši volumen vakuumskega zbiralnika:

Zaradi akumulacije odpadne vode po ceveh se lahko volumen vakuumskih zbiralnikov zmanjša.

$$V_{ef} = V_L + V_w - V_s \quad (4.11)$$

$$V_{ef} = 7 + 1 - 3$$

$$V_{ef} = 5,0 \text{ m}^3$$

Pogoj iz ATV-DVWK-A 116:

$$V \geq 3 \cdot V_w \quad (4.12)$$

$$V \geq 3 \cdot 1$$

$$V \geq 3 \text{ m}^3$$

Izberemo vakuumski zbiralnik $V = 5 \text{ m}^3$.

Fekalne črpalke:

Iz vakuumskega rezervoarja fekalne črpalke prečrpavajo fekalno vodo v tlačni vod. Ta poteka do čistilne naprave, ki je oddaljena 500 m in locirana v naselju Dokležovje.

Za izračun moči fekalne črpalke potrebujemo naslednje vhodne podatke:

Dejanski dotok odpadne vode: $Q_s = 5,22 \frac{l}{s}$

Število črpalk: $n_s = 2$

Izkoristek črpalk: 40 %

Nazivna velikost tlačnega voda: *PE 80 SDR Φ 160* ($d_i = 141 \text{ mm}$)

Pretok: $Q = 11 \frac{l}{s}$

Dolžina cevovoda: 500 m (locirana v Dokležovju)

Izračun hitrosti:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{0,00522 \cdot 4 \frac{m^3}{s}}{3,14 \cdot (0,0705)^2} = 1,34 \frac{m}{s} \quad (4.13)$$

Izračun lokalnih izgub: Lokalne izgube upoštevamo s povečanjem dolžine računske cevi za 10 %.

$$L_{skupno} = L + 10 \% \cdot L \quad (4.14)$$

$$L_{skupno} = 500 + 0,1 \cdot 500$$

$$L_{skupno} = 550 \text{ m}$$

Linijske izgube:

$$\Delta E_{lin} = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (4.15)$$

kjer je:

E ... izguba tlaka v ceveh

v ... hitrost vode (m/s)

L ... dolžina cevi (m)

g ... zemeljski pospešek ($9,81 \text{ m/s}^2$)

d ... notranji premer cevi (m)

λ ... koeficient trenja.

Manningov koeficient hrapavosti:

$$\lambda = 124,60 \cdot n_g^2 \cdot d^{-\frac{1}{3}} \quad (4.16)$$

kjer je:

n_g ... Manningov koeficient hrapavosti (izberemo 0,011)

$$\lambda = 124,60 \cdot 0,011^2 \cdot 0,141^{-\frac{1}{3}}$$

$$\lambda = 0,0290$$

$$\Delta E_{lin} = 0,0290 \cdot \frac{550}{0,141} \cdot \frac{1,34^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$\Delta E_{lin} = 10,35 \text{ mVS}$$

Linijaska izguba v cevovodu je 10,35 mVS.

Geodetska višina: 1 mVS

Podtlak v vakuumski posodi: 6 mVS

Potrebna tlačna višina:

$$H_{\xi} = 10,35 + 1 + 6 \quad (4.17)$$

$$H_{\xi} = 17,35 \text{ mVS}$$

Moč črpalke:

$$P = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H_{\xi}}{\eta} \quad (4.18)$$

kjer je:

P ... moč (W),

Q ... pretok (m³/s),

ρ ... gostota vode ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$),

g ... zemeljski pospešek ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$),

H_{ξ} ... višina črpanja (m),

η ... izkoristek črpalke.

$$P = \frac{0,00522 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 17,35}{0,60}$$

$$P = 1480,77 \text{ W} = 1,48 \text{ kW}$$

Pogoj iz ATV-DVWK-A 116:

$$Q_{s,p} \geq \frac{Q_s}{n_s - 1} \quad (4.19)$$

$$Q_{s,p} \geq \frac{5,22}{2 - 1}$$

$$Q_{s,p} \geq 5,22 \frac{l}{s}$$

$$11 \frac{l}{s} \geq 5,22 \frac{l}{s}$$

Pogoj je izpolnjen!

Izberemo 2 fekalni črpalke, eno za rezervo, moči 1,48 kW in s pretokom 11 l/s.

4.2 Izvedba vakuumskega sistema kanalizacije

4.2.1 Zemeljska dela

Vakuumski kanalizacijski sistem v naselju Dokležovje lociramo po identični trasi že obstoječega gravitacijskega kanalizacijskega sistema. Zajema glavno vejo, ki poteka od SZ do JV, in zajema kanale K0-D1, K0-D1(P), K0-D2, TV-DI1, TV-DI2. Na glavni kanal se priključujejo stranski kanali, ki potekajo po ulicah Dokležovja in so razvidni iz priložene pregledne situacije.

Pred začetkom zemeljskih del je potrebno izvesti zakoličbo osi cevovoda in obstoječih komunalnih vodov. Pred gradnjo kateregakoli kanala je potrebno zakoličiti traso in niveleto tal ter ju označiti s profili.

Trasa kanalizacije je identična že obstoječi, tako se izkopi izvajajo pretežno na robu vozišča ali na bankini. Izkopi so kombinirani, najpogosteje strojni, ob obstoječih komunalnih vodih pa ročni. Izkop kanala se izvaja v širini 100 cm in globini 140 cm. Na dno jarka se izvede posteljica

iz frakcije 4–8 mm, ki se splanira po višinski zakoličbi do točnosti $\pm 1,0$ cm in utrdi do ustrezne stopnje zbitosti. Na pripravljeno posteljico se vgrajujejo kanalizacijske cevi po navodilih proizvajalca. Območje cevi in cca 30 cm nad temenom cevi se zasipava prav tako s frakcijo granulacije 4–8 mm. Nato se izvede zasip kanala z materialom od izkopa, s komprimiranjem po plasteh do ustrezne zbitosti. V zgornjo plast, v debelini 50 cm, se vgradi gramoz, do ustrezne zbitosti 80 MP/m². Pri vgrajevanju zemljin je velikega pomena zbitost materiala. Zagotoviti je potrebno zadostno zbitost materiala, saj s tem preprečimo kakršnekoli deformacije na terenu oz. cestišču.

4.2.2 Vakuumski cevovodi

Vakuumski kanali se izvedejo iz PE-HD SDR 17, DN 110 (notranji premer 90 mm) in DN 90 (notranji premer 74 mm) cevi. Padci nivelet kanalov so prilagojeni razmeram na terenu. Z upoštevanjem delovanja vakuumske kanalizacije in upoštevanjem pravil načrtovanja cevovoda, podtlačni sistem ne dovoljuje manjši padec nivelete od 2,00 ‰. Cevovod se polaga v žagasti obliki na globinah od 110 do 140 cm, z vmesnimi lifti višine 25 in 30 cm. Vsi lomi na kanalu se izvajajo z naprej predvidenimi fazonskimi kosi ustreznih dimenzij in kotov.

Cevi se morajo vgrajevati po navodilih proizvajalca (standard SIST EN 1610) na pripravljeno posteljico. Spoji cevi, tako stranskih dotokov kot glavne linije, se izvedejo z elektrovarjenim spojem. Na kanalu smiselno lociramo zaporne ventile in inšpekcijske jaške, ki morajo biti priključeni na vertikalno os pod kotom $\pm 60^\circ$.

Križanja in približevanja že obstoječih komunalnih vodov morajo biti izvedena s soglasji upravljavcev vodov in v skladu z njihovimi navodili. V območju križanja se zemeljska dela izvajajo ročno, tako da je zagotovljen minimalni horizontalni odmik 1,5 m in vertikalni 0,3 m od že obstoječega komunalnega voda.

Celotno traso cevovoda je potrebno označiti z opozorilnim trakom »kanalizacija«, ki se vgradi cca 50 cm nad temenom cevi.

Novo zgrajeno kanalizacijo je potrebno po končanih delih izprazniti in očistiti ter izvesti preizkus vodotesnosti. Potrebno je izdelati posnetek izvedenih del in le-tega predati upravljavcu kanalizacije.

4.2.3 Priključni jaški

Vakuumski priključni jaški se izvedejo ob trasi cevovoda izven cestnega telesa, v katerem je vgrajen vakuumski ventil za izsesavanje vode. Na en jašek se lahko predvidoma priključijo štirje stanovanjski objekti. Lokacija jaškov se določi v času izgradnje, glede na najbolj optimalno postavitev. Povezava med hišnim priključnim jaškom in kanalizacijskim vodom se izvede iz PE-HD SDR17 DN 90 cevi, katere priklop ne sme biti daljši od 20 m. Priklop na kanalizacijski sistem je možen le iz pritličnih delov stanovanjskega objekta, ki ga izvedemo z gravitacijskim vodom cevi PVC DN 150 na globini cca 1 m. Padavinsko vodo s streh in parkirišč ter tuje vode je prepovedano speljevati v vakuumske priključne jaške. Na celotnem kanalizacijskem sistemu predvidimo 98 vakuumskih priključnih jaškov, do katerih vodijo hišni priključki. Vsa odpadna voda se transportira v vakuumsko postajo, ki jo lociramo v središču naselja. Le-tako so veje cevovoda približno enako dolge.

Pokrovi jaškov so duktilni (LTŽ) protihrupni pokrovi Φ 800 mm, razreda obremenitve 400 kN, z betonskim obročem. Pokrovi morajo biti zaščiteni z antikorozijsko zaščito.

5 PRIMERJAVA STROŠKOV IZGRADNJE, OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA PRIMARNE OBSTOJEČE KANALIZACIJE Z VAKUUMSKO

Pri izgradnji gravitacijskega sistema v naselju Dokležovje smo se srečevali s številnimi težavami, ki so nas vzpodbudile k razmišljanju, kako se izgradnje lotiti na enostavnejši in cenejši način.

Na trgu je več ponudnikov vakuumskih sistemov (Roevac, Flovac, Airvac), ki zagotavljajo, da je izgradnja vakuumskega sistema kanalizacije ugodnejša z vidika gradnje in obratovanja, v primerjavi s klasičnim sistemom.

Za sistem primarnega dela kanalizacije izvedemo primerjavo stroškov izgradnje in obratovanja med obstoječim in vakuumskim sistemom. Primarni del kanalizacije zajema gravitacijske kanale K0-D1(P), K0-D2(P), K4D(P), K6D(P), K7D(P) in tlačna voda TV-DI1 ter TV-DI2. Izhajamo iz realnega predračuna za primarni sistem kanalizacije v naselju Dokležovje, katerega razdelimo v šest postavk: preddela, zemeljska dela, kanalizacijska dela, ureditvena dela, strojna in elektro dela ter razna dela. V vakuumskem predračunu izgradnje poskušamo ohraniti funkcionalni opis predračunskih postavk. Spremenijo se količine in cene na enoto mere za posamezne postavke.

Cene za posamezne postavke smo pridobili pri različnih proizvajalcih. Cene vakuumskih PE-HD cevi smo pridobili s spletnega cenika Zagožen d. o. o. (Zagožen, 2016), cene jaškov in zasunov iz cenika rezervnih delov za sistem vakuumске kanalizacije Komunalnega podjetja Logatec d. o. o. (Cenik rezervnih delov za sistem vakuumске kanalizacije, 2016). Ceno kompletne vakuumске postaje smo ocenili na podlagi števila priključenih gospodinjstev na kanalizacijo po knjigi Alternative Sewer Systems (Alternative Sewer Systems, 2008).

5.1 Vrednost investicije primarne obstoječe kanalizacije

1. Preddela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
1.1	Izvedba zakoličbe kanala, varovanje zakoličbe, postavitev prečnih profilov, komplet z vsemi pomožnimi deli.	m	3583,26	0,97 €	3.475,76 €

1.2	Rezanje asfalta na obstoječi asfaltni cesti, debeline do 10 cm, komplet z vsemi pomožnimi deli.	m	3583,26	0,99 €	3.547,43 €
1.3	Odstranitev asfalta z odvozom ruševin na stalno deponijo do 5 km. V ceno je zajeto nalaganje, odvoz ter vsa pomožna dela.	m ²	7166,52	1,30 €	9.316,48 €
1	Preddela				16.339,67 €

2. Zemeljska dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
2.1	Strojno-ročni izkop zemlje III.–IV. kategorije v mokrem terenu z odvozom na deponijo do 5 km ter črpanjem podtalnice. V ceno je zajet izkop, nalaganje, odvoz, črpanje podtalnice, ter vsa pomožna dela. Izkop širine 1,00–1,50 m.				
	– strojni izkop 90 %	m ³	8447,98	3,37 €	28.469,69 €
	– ročni izkop 10 %	m ³	938,66	11,51 €	10.803,98 €
2.2	Planiranje dna izkopa s pripravo posteljice (tip 1) za položitev cevi, komplet z vsemi pomožnimi deli.	m ²	3866,72	0,94 €	3.634,72 €
2.3	Dobava in vgrajevanje frakcije (4–8) za posteljico in okrog cevi. V ceno je zajet dovoz materiala, vgrajevanje ter vsa pomožna dela.	m ³	881,30	16,54 €	14.576,70 €
2.4	Dobava in vgrajevanje peska (0–4) za posteljico in okrog cevi. V ceno je zajet dovoz materiala, vgrajevanje ter vsa pomožna dela. Kanal TV-DI1, TV-DI2.	m ³	561,84	18,70 €	10.506,41 €
2.5	Razpiranje sten kanala pri srednjem pritisku zemljine, globina izkopa do 4,6 m. V ceno so zajeti opaz in vsa pomožna dela, prenosi in prevozi.	m ²	11080,25	2,19 €	24.265,75 €
2.6	Zasip kanalskega rova z materialom od izkopa s komprimiranjem v plasteh po 25 cm do zbitosti 40 Mp/m ² . V ceno je zajeto nalaganje in prevoz materiala do 5,0 km, vgrajevanje ter vsa pomožna dela.	m ³	5399,49	2,60 €	14.038,67 €
2.7	Dobava in vgrajevanje gramoza v zgornjih 50 cm s komprimiranjem v plasteh po 25 cm do zbitosti 80 MP/m ² . V ceno je zajet dovoz materiala, vgrajevanje in utrjevanje ter vsa pomožna dela.	m ³	1933,37	16,00 €	30.933,92 €
2.8	Razplaniranje viška materiala na stalni deponiji. V ceno so zajeta vsa pomožna dela.	m ³	3987,15	2,10 €	8.373,02 €
2.9	Naprava prečkanja oz. zaščite prečkanja ceste s kanalizacijo. Prečkanje se izvede s podvrtanjem ceste in položitvijo zaščitne kovinski cevi DN 300, vmesni prostor se zapolni z injektiranjem betona C16/20. V ceno je zajeto podvrtanje, dobava in položitev kanalske cevi, zapolnitev vmesnega prostora z injektiranjem, beton, opaz, prevozi, prenosi. Na kanalu K0-D2.				
	– zaščitna cev DN 300, L = 19,0 m.	kpl	1,00	4.119,00 €	4.119,00 €

2.10	Naprava zaščite kanalizacijske cevi pri prečkanju s plinovodom v razdalji 5,0 m. Prečkanje se izvede v oklepem betonu v debelini 10 cm po standardu STD05. Beton je kvalitete C16/20. V ceno so zajeti dobava materiala, betona in opaža ter prevozi in prenos. Na kanalu TD-DI1	<i>kpl</i>	1,00	127,24 €	127,24 €
2.11	Naprava prečkanja oz. zaščite prečkanja železnice s kanalizacijo. Prečkanje se izvede s podvrtanjem ceste in položitvijo zaščitne kovinski cevi DN 300, vmesni prostor se zapolni z injektiranjem betona MB20. V ceno so zajeti podvrtanje, dobava in položitev kanalske cevi, zapolnitev vmesnega prostora z injektiranjem, beton in opaž ter prevozi in prenos.				
	– zaščitna cev DN 300, L = 15,0 m.	<i>kpl</i>	1,00	3.525,00 €	3.525,00 €
2	Zemeljska dela				153.374,09 €

3. Kanalizacijska dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
3.1	Dobava kanalizacijske cevi iz polipropilena PP (SIST EN 13476) SN 8 kN/m ² in polaganje – vgraditev na pripravljeno posteljico TIP 1 (SIST EN1610), komplet s tesnili, spojnimi in fazonskimi elementi. V ceno so zajeta vsa pomožna dela.				
	– cevi DN 200.	<i>m</i>	1787,00	17,16 €	30.664,92 €
3.2	Dobava kanalizacijske cevi iz polietilena PE80 SDR17 (8 bar) po standardu (SIST EN 13244) in polaganje – vgraditev na pripravljeno posteljico TIP 1 (SIST EN1610), komplet s tesnili, spojnimi in fazonskimi elementi. V ceno so zajeta vsa pomožna dela. Spajanje z elektrovarjenim spojem.				
	– cevi PE80 SDR17 (8 bar) d125	<i>m</i>	38,00	15,92 €	604,96 €
	– cevi PE80 SDR17 (8bar) d 160 (TV-DI1, TV-DI2).	<i>m</i>	1765,00	21,40 €	37.771,00 €
3.3	Naprava revizijskih jaškov iz polipropilena PP. V ceno je potrebno zajeti: dobavo in izvedbo zasipa z gramoznim materialom in nabijanje v plasteh po 25 cm, zbitost 80 Mpa, pokrov po standardu SIST-EN124, razred D 400, (kvadratne oblike 600 x 600 mm z vgrajenim protihrupnim vložkom, prostor za vzvod s katerim dvignemo zaklenjen pokrov, napisom kanalizacija. Pokrov mora biti zaščiten z antikorozijsko zaščito – bitumen), priključek na kanalsko cev ter vsa pomožna dela, prenose in prevoze.				
	– jašek DN 800, globine od 2,0 do 3,0 m	<i>kom</i>	29,00	823,76 €	23.889,04 €
	– jašek DN 800, globine od 3,0 do 4,0 m	<i>kom</i>	23,00	916,48 €	21.079,04 €
	– jašek DN 1000, globine od 4,0 do 5,0 m	<i>kom</i>	4,00	1.668,77 €	6.675,08 €

3.4	Naprava kaskadnih revizijskih jaškov iz polipropilena PP. V ceno je potrebno zajeti: dobavo in izvedbo zasipa z gramoznim materialom in nabijanje v plasteh po 25 cm, zbitost 80 Mpa, pokrov po standardu SIST-EN124, razred D 400, (kvadratne oblike 600 x 600 mm z vgrajenim protihrupnim vložkom, prostor za vzvod s katerim dvignemo zaklenjeni pokrov, napisom kanalizacija. Pokrov mora biti zaščiten z antikorozijsko zaščito – bitumen), priključek na kanalsko cev ter vsa pomožna dela, prenose in prevoze.				
	– jašek DN 800, globine od 3,0 do 4,0 m	<i>kom</i>	1,00	916,48 €	916,48 €
3.5	Naprava čistilnih revizijskih jaškov iz polietilena PE. V ceno je potrebno zajeti: dobavo in izvedbo zasipa z gramoznim materialom in nabijanje v plasteh po 25 cm, zbitost 80 Mpa, pokrov po standardu SIST-EN124 razred D 400, (kvadratne oblike 600 x 600 mm z vgrajenim protihrupnim vložkom, prostor za vzvod s katerim dvignemo zaklenjeni pokrov, napisom kanalizacija, pokrov mora biti zaščiten z antikorozijsko zaščito - bitumen), čistilni T kos s prirobnicami in čistilno odprtino, priključek na kanalsko cev ter vsa pomožna dela, prenose in prevoze.				
	– jašek d800, globine od 1,5 do 2,0 m (TV-DI1, TV+DI2)	<i>kom</i>	6,00	1.263,01 €	7.578,06 €
3.6	Naprava betonskih "prstanov" na razdalji 4,0–5,0 m proti delovanju sile vzgona, v ceno je zajeta dobava in vgrajevanje betona marke C16/20, poraba (0,25 m ³ /kom), opaž ter vsa pomožna dela, prevozi in prenos. (dolžina /4 x 0,25).	<i>m³</i>	223,96	85,00 €	19.036,60 €
3	Kanalizacijska dela				148.215,18 €

4. Ureditvena dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
4.1	Strojno-ročni izkop gramoznega tampona pred asfaltiranjem z odvozom materiala na deponijo do 5 km. V ceno je zajeto nalaganje, odvoz ter vsa pomožna dela.	<i>m³</i>	386,68	17,09 €	6.608,36 €
4.2	Dobava in vgrajevanje nosilne plasti asfalta iz bituminiziranega drobljenca (BD 22s) deb. 6 cm. V ceno zajeto fino planiranje in valjanje tampona, dobava asfalta ter vsa pomožna dela.	<i>m²</i>	7021,09	9,50 €	66.700,36 €
4.3	Frezanje obstoječega vozišča za stik obrabnozaporene plasti bitumenskega betona obstoječega cestišča in novega sloja v širini 25 cm debelini 4 cm. Komplet z nalaganjem in odvozom na stalno deponijo do 5 km, vključno z vsemi pomožnimi deli.	<i>m²</i>	895,83	4,22 €	3.780,40 €

4.4	Dobava in vgrajevanje obrabnozaporene plasti asfalta iz bitumenskega drobljenca iz zmesi zrn 0/8 mm iz silikatnih kamnin debeline 4 cm. V ceno je zajet pobrizg očiščenega cestišča z bitumensko emulzijo (2 x 0,5kg/m ²), dobava asfalta ter vsa pomožna dela in prenos.	m ²	7916,92	8,51 €	67.372,99 €
4	Ureditvena dela				144.462,11 €

5. Strojna in elektro dela

5.1	Naprava in vgraditev črpališč Č1D in Č2D	kpl	1,00	56.229,68 €	56.229,68 €
5.2	Elektroinstalacije črpališč	kpl	1,00	27.794,96 €	27.794,96 €
5	Strojno in elektro dela				84.024,64 €

6. Razna dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
6.1	Zakoličba obstoječih komunalnih vodov s strani upravljavcev komunalnih vodov, morebitno popravilo poškodb ali prestavitve istih. V ceno je zajet ves potreben material in pomožna dela.	kom	2,00	765,00 €	1.530,00 €
6. 2	Preusmeritev prometa v času izvajanja del (pavšal), v ceno je potrebno zajeti vsa pomožna dela.	kom	2,00	1.275,00 €	2.550,00 €
6.3	Preskus tesnosti cevovoda po cevni odsekih od jaška do jaška vključno z vsemi priključki po SIST EN1610 z zrakom – preskus po metodi LC 100 mbar nadtlaka, talna voda od 1,5 m naprej. Preskus tesnosti mora izvesti akreditiran (registriran, usposobljen in od izvajalca neodvisen) preskusni laboratorij. Izvajalec preskusov mora poročilu priložiti veljavno akreditacijsko listino (potrdilo o usposobljenosti laboratorija) ter veljavno dokazilo o umerjenosti merilnih instrumentov (kalibracijski certifikat).	m	3583,26	0,43 €	1.540,80 €
6.4	Preskus tesnosti cevovoda po cevni odsekih od jaška do jaška vključno z vsemi priključki po SIST EN1610 z zrakom – preskus po metodi LC 100 mbar nadtlaka, talna voda od 1,5 m naprej. Preskus tesnosti mora izvesti akreditiran (registriran, usposobljen in od izvajalca neodvisen) preskusni laboratorij. Izvajalec preskusov mora poročilu priložiti veljavno akreditacijsko listino (potrdilo o usposobljenosti laboratorija) ter veljavno dokazilo o umerjenosti merilnih instrumentov (kalibracijski certifikat).	kom	63,00	6,50 €	409,50 €
6.5	Izdelava geodetskega posnetka in priprava tehnične geodetske dokumentacije izvedene kanalizacije.	m	3583,26	0,51 €	1.827,46 €

6.6	Izdelava tehnične dokumentacije projekta izvedenih del in projekt za obratovanje in vzdrževanje (gradbeni, strojni in elektro del). Gravitacijski vodi.	m	1820,30	2,00 €	3.640,60 €
6.7	Izdelava tehnične dokumentacije projekta izvedenih del in projekt za obratovanje in vzdrževanje (gradbeni, strojni in elektro del). Tlačni vodi.	m	1762,96	1,50 €	2.644,44 €
6	Razna dela				14.142,80 €
	SKUPAJ IZGRADNJA				560.558,49 €

REKAPITULACIJA OBSTOJEČE KANALIZACIJE V DOKLEŽOVJU

Tabela 9: Rekapitulacija obstoječe kanalizacije

1	Preddela	16.339,67 €
2	Zemeljska dela	153.374,09 €
3	Kanalizacijska dela	148.215,18 €
4	Ureditvena dela	144.462,11 €
5	Strojna in elektro dela	84.024,64 €
6	Razna dela	14.142,80 €
	SKUPAJ	560.558,49 €

Vir: (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008)

5.2 Vrednost investicije vakuumske kanalizacije

1. Preddela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
1.1	Izvedba zakoličbe kanala, varovanje zakoličbe, postavitve prečnih profilov, komplet z vsemi pomožnimi deli.	m	3583,26	0,97 €	3.475,76 €
1.2	Rezanje asfalta na obstoječi asfaltni cesti debeline do 10 cm, komplet z vsemi pomožnimi deli.	m	3583,26	0,99 €	3.547,43 €
1.3	Odstranitev asfalta z odvozom ruševin na stalno deponijo do 5 km. V ceno je zajeto nalaganje, odvoz ter vsa pomožna dela.	m ²	3583,26	1,30 €	4.658,24 €
1	Preddela				11.681,43 €

2. Zemeljska dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
2.1	Strojno-ročni izkop zemlje III.–IV. kategorije v mokrem terenu z odvozom na deponijo do 5,0 km ter črpanjem podtalnice. V ceno je zajet izkop, nalaganje, odvoz, črpanje podtalnice ter vsa pomožna dela. Izkop širine 1,0 m in globine 1,4 m.				
	– strojni izkop 90 %	m ³	4514,90	3,37 €	15.215,21 €
	– ročni izkop 10 %	m ³	501,65	11,51 €	5.773,99 €
2.2	Planiranje dna izkopa s pripravo posteljice (tip 1) za položitev cevi, komplet z vsemi pomožnimi deli. Širina posteljice 0,70 m.	m ²	2508,28	0,94 €	2.357,78 €
2.3	Dobava in vgrajevanje frakcije (4–8) za posteljico in okrog cevi. V ceno je zajet dovoz materiala, vgrajevanje ter vsa pomožna dela. Višina posteljice 0,10 m, v coni cevi 0,3 m in širina 0,7 m.	m ³	1003,31	16,54 €	16.594,75 €
2.4	Zasip kanalskega rova z materialom od izkopa s komprimiranjem v plasteh po 25 cm do zbitosti 40 Mp/m ² . V ceno je zajeto nalaganje in prevoz materiala do 5,0 km, vgrajevanje ter vsa pomožna dela. Višina zasipa 0,5 m in širina 1,0 m.	m ³	1791,63	2,60 €	4.658,24 €
2.5	Dobava in vgrajevanje gramoza v zgornjih 50-ih cm s komprimiranjem v plasteh po 25 cm do zbitosti 80 MP/m ² . V ceno je zajet dovoz materiala, vgrajevanje in utrjevanje ter vsa pomožna dela.	m ³	1791,63	16,00 €	28.666,08 €
2.6	Razplaniranje viška materiala na stalni deponiji. V ceno so zajeta vsa pomožna dela.	m ³	429,99	2,10 €	902,98 €
2.7	Naprava prečkanja oz. zaščite prečkanja ceste s kanalizacijo. Prečkanje se izvede s podvrtanjem ceste in položitvijo zaščitne kovinski cevi DN 300, vmesni prostor se zapolni z injektiranjem betona C16/20. V ceno je zajeto podvrtanje, dobava in položitev kanalske cevi, zapolnitev vmesnega prostora z injektiranjem, beton, opaž, prevozi in prenos. Na kanalu K0-D2.				
	– zaščitna cevi DN 300, L = 19,0 m.	kpl	1,00	4.119,00 €	4.119,00 €
2.8	Naprava zaščite kanalizacijske cevi pri prečkanju s plinovodom v razdalji 5,0 m. Prečkanje se izvede v oklepem betonu v debelini 10 cm po standardu STD05. Beton je kvalitete C16/20. V ceno je zajeta dobava materiala, betona, opažev, prevozi in prenos. Na kanalu TD-DI1.	kpl	1,00	127,24 €	127,24 €

2.9	Naprava prečkanja oz. zaščite prečkanja železnice s kanalizacijo. Prečkanje se izvede s podvrtanjem ceste in položitvijo zaščitne kovinski cevi DN 300, vmesni prostor se zapolni z injektiranjem betona C16/20. V ceno je zajeto podvrtanje, dobava in položitev kanalske cevi, zapolnitev vmesnega prostora z injektiranjem, beton, opaž, prevozi in prenos.				
	– zaščitna cevi DN 300, L = 15,0 m.	<i>kpl</i>	1,00	3.525,00 €	3.525,00 €
2	Zemeljska dela				81.940,27 €

3. Kanalizacijska dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
3.1	Dobava, montaža ter polaganje PEHD polietilenskih cevi PE100 SDR 17 z vsemi fazonskimi kosi in lifti. Spajanje z uporabo varilne spojke za elektrofuzijsko varjenje.				
	– cevi DN 90	<i>m</i>	3583,26	11,95 €	42.819,96 €
3.2	Dobava in montaža kompletno opremljenega PEHD vakuumskega priključnega jaška DN 800, višine 1,6 m, z batnim ventilom Flovac. V jašku je vgrajen monitoring set za nadzor delovanja batnega ventila, ki zajema senzorski modul, vodotesno stično omarico ter ostalo instalacijsko opremo v jašku. Pokrov za povozne površine.	<i>kpl</i>	28,00	2.452,05 €	68.657,40 €
3	Kanalizacijska dela				111.477,36 €

4. Ureditvena dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
4.1	Strojno-ročni izkop gramoznega tampona pred asfaltiranjem z odvozom materiala na deponijo do 5 km. V ceno je zajeto nalaganje, odvoz ter vsa pomožna dela.	<i>m³</i>	358,33	17,09 €	6.123,86 €
4.2	Dobava in vgrajevanje nosilne plasti asfalta iz bituminiziranega drobljenca (BD 22s) deb. 6 cm. V ceno zajeti fino planiranje in valjanje tampona, dobavo asfalta ter vsa pomožna dela.	<i>m²</i>	3583,26	9,50 €	34.040,97 €
4.3	Frezanje obstoječega vozišča za stik obrabnozaporene plasti bitumenskega betona obstoječega cestišča in novega sloja v širini 25 cm debelini 4 cm. Komplet z nalaganjem in odvozom na stalno deponijo do 5 km, ter vsemi pomožnimi deli.	<i>m²</i>	895,83	4,22 €	3.780,40 €

4.4	Dobava in vgrajevanje obrabnozaprone plasti asfalta iz bitumenskega drobljenca iz zmesi zrn 0/8 mm iz silikatnih kamnin debeline 4 cm. V ceno je zajet pobrizg očiščenega cestišča z bitumensko emulzijo (2 x 0,5kg/m ²), dobavo asfalta ter vsa pomožna dela in prenos.	m ²	4479,09	8,51 €	38.117,06 €
4	Ureditvena dela				82.062,29 €

5. Strojna in elektro dela

5.1	Gradnja vakuumske postaje za 89 gospodinjstev.	kpl	1,00	89.368,66 €	89.368,66 €
5.2	Oprema vakuumske postaje za 89 gospodinjstev.	kpl	1,00	89.368,66 €	89.368,66 €
5	Strojno in elektro dela				178.737,32 €

6. Razna dela

Številka	Opis	Enota	Količina	Cena/EM	Vrednost
6.1	Zakoličba obstoječih komunalnih vodov s strani upravljavcev komunalnih vodov, morebitno popravilo poškodb ali prestavitve istih. V ceno je zajet ves potreben material in pomožna dela.	kom	1,00	1.530,00 €	1.530,00 €
6.2	Preusmeritev prometa v času izvajanja del (pavšal), v ceno je potrebno zajeti vsa pomožna dela.	kom	1,00	2.550,00 €	2.550,00 €
6.3	Preskus tesnosti cevovoda po cevni odsekih od jaška do jaška vključno z vsemi priključki po SIST EN1610 z zrakom – preskus po metodi LC 100 mbar nadtlaka, talna voda od 1,5 m naprej. Preskus tesnosti mora izvesti akreditiran (registriran, usposobljen in od izvajalca neodvisen) preskusni laboratorij. Izvajalec preskusov mora poročilu priložiti veljavno akreditacijsko listino (potrdilo o usposobljenosti laboratorija) ter veljavno dokazilo o umerjenosti merilnih instrumentov (kalibracijski certifikat).	m	3583,26	0,43 €	1.540,80 €
6.4	Preskus tesnosti cevovoda po cevni odsekih od jaška do jaška vključno z vsemi priključki po SIST EN1610 z zrakom – preskus po metodi LC 100 mbar nadtlaka, talna voda od 1,5 m naprej. Preskus tesnosti mora izvesti akreditiran (registriran, usposobljen in od izvajalca neodvisen) preskusni laboratorij. Izvajalec preskusov mora poročilu priložiti veljavno akreditacijsko listino (potrdilo o usposobljenosti laboratorija) ter veljavno dokazilo o umerjenosti merilnih instrumentov (kalibracijski certifikat).	kom	28,00	6,50 €	182,00 €
6.5	Izdelava geodetskega posnetka in priprava tehnične geodetske dokumentacije izvedene kanalizacije.	m	3583,26	0,51 €	1.827,46 €

6.6	Izdelava tehnične dokumentacije projekta izvedenih del in projekt za obratovanje in vzdrževanje (gradbeni, strojni in elektro del). Tlačni vodi.	m	3583,26	1,50 €	5.374,89 €
6	Razna dela				13.005,15 €
	SKUPAJ IZGRADNJA				478.903,82 €

REKAPITULACIJA VAKUUMSKE KANALIZACIJE V DOKLEŽOVJU

Tabela 10: Rekapitulacija vakuumske kanalizacije

1	Preddela	11.681,43 €
2	Zemeljska dela	81.940,27 €
3	Kanalizacijska dela	111.477,36 €
4	Ureditvena dela	82.062,29 €
5	Strojna in elektro dela	178.737,32 €
6	Razna dela	13.005,15 €
	SKUPAJ	478.903,82 €

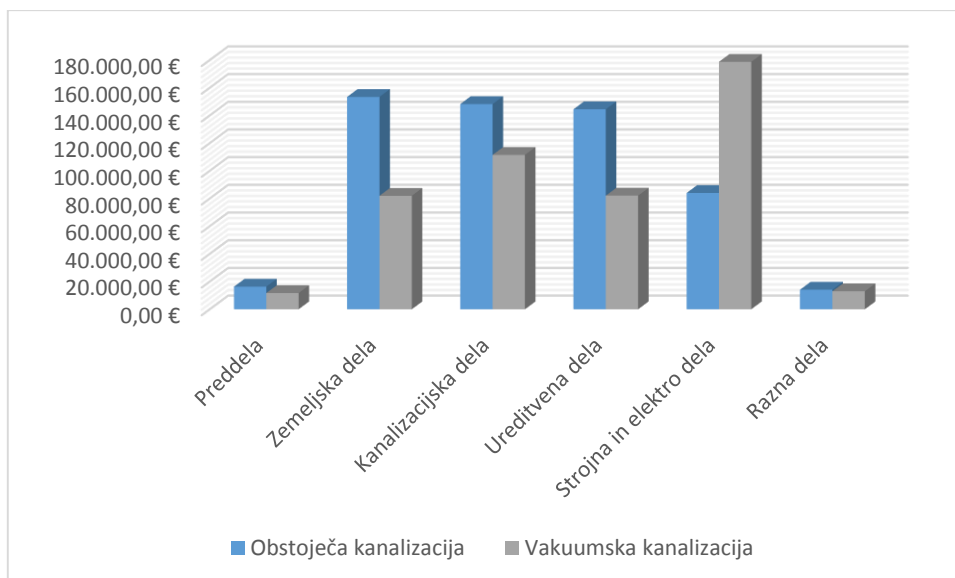
Vir: (Lasten, 15. 3. 2016)

5.3 Primerjava stroškov izgradnje

Tabela 11: Primerjava stroškov izgradnje

		Obstoječa kanalizacija	Vakuumska kanalizacija	Razlika
1	Preddela	16.339,67 €	11.681,43 €	–4658,238
2	Zemeljska dela	153.374,09 €	81.940,27 €	–71433,8179
3	Kanalizacijska dela	148.215,18 €	111.477,36 €	–36737,823
4	Ureditvena dela	144.462,11 €	82.062,29 €	–62399,8218
5	Strojna in elektro dela	84.024,64 €	178.737,32 €	94.712,68 €
6	Razna dela	14.142,80 €	13.005,15 €	–1137,65
	SKUPAJ	560.558,49 €	478.903,82 €	–81654,6707

Vir: (Lasten, 15. 3. 2016)



Grafikon 1: Primerjava stroškov izgradnje

Vir: (Lasten, 15. 3. 2016)

Primerjavo stroškov izgradnje smo prikazali v zgornji tabeli in grafikonu. Za obstoječi del primarne kanalizacije v Dokležovju je bila skupna vrednost investicije 560.558,49 EUR, med tem ko bi lahko vakuumski sistem izgradili za 478.903,82 EUR.

Največja odstopanja so bila pri zemeljskih, ureditvenih in strojnih delih. Vrednost zemeljskih del za vakuumski sistem je izrazito nižja, zaradi ožjih in plitkejših izkopov. Posledično tega je zadostna manjša površina za pripravo posteljice, kar projekt še poceni.

V postavki ureditvenih del so zajete vrednosti asfalterskih del, ki so v projektu vakuumske kanalizacije nižje od projekta gravitacijske kanalizacije, saj je za izvedbo kanala potrebna manjša površina odstranitve asfalta.

Vakuumska postaja predstavlja največjo vrednost kanalizacije – 1/3 vrednosti izgradnje celotne vakuumske kanalizacije. Izgradnja vakuumske postaje v primerjavi z dvema črpališčema je tako dražja za 94.712,68 EUR. Omenjena postavka je edina, ki izstopa, vse ostale so nižje od obstoječe zgrajene kanalizacije. V primeru, da bi se odločili za izgradnjo vakuumske kanalizacije v naselju Dokležovje, bi po naših podatkih privarčevali 81.654,67 EUR.

Pri postavkah iz obeh predračunov, katere sovpadajo, smo cene prevzeli iz pogodbenega predračuna iz leta 2008. Cene materialov in kanalizacijskih elementov za gravitacijski del odvodnje smo aktualizirali s cenami v letu 2016, saj lahko le tako realno primerjamo izgradnjo obeh sistemov.

5.4 Primerjava stroškov obratovanja in vzdrževanja gravitacijske kanalizacije z vakuumsko

Stroški obratovanja in vzdrževanja so ključnega pomena za odločitev o izbiri kanalizacijskega sistema. Glede na elemente obeh kanalizacij želimo, da so stroški obratovanja in vzdrževanja sistema minimalni.

Kot je bilo že omenjeno, je pri vakuumski kanalizaciji edini element, ki potrebuje električno energijo vakuumska postaja, med tem ko pri gravitacijski odvodnji napajamo vsa črpališča, kar pa še ne pomeni, da bo gravitacijski sistem z vidika obratovanja in vzdrževanja dražji.

Brezhibno obratovanje in vzdrževanje obeh sistemov določajo zahteve evropskih norm SIST EN 1091 v prilogi M (Standard SIST EN 1091, Vakuumski kanalizacijski sistem zunaj stavb, 2000). Določena je življenjska doba posameznih elementov kanalizacije in navedene smernice za vzdrževanje.

Zahteve vzdrževanja in obratovanja gravitacijske kanalizacije so naslednje:

- deratizacija,
- izpiranje kanalov,
- redni pregled črpališč,
- električna energija v črpališčih, za delovanje črpalk,
- čiščenje in vzdrževanje elementov kanalizacije (jaški, peskolovi, usedalnikov).

Zahteve vzdrževanja in obratovanja vakuumске kanalizacije so naslednje:

- čiščenje priključnih jaškov,
- redni pregled delovanja vakuumске postaje,
- čiščenje vakuumске postaje,
- menjava potrošnih delov na vakuumskih ventilih (tesnila, membrane),
- električna energija v vakuumski postaji.

Predpisana življenjska doba posameznih elementov kanalizacijskega sistema:

- omrežje: od 50 do 80 let,

- ventili: cca 30 let,
- priključni jaški: od 30 do 55 let,
- vakuumsko posoda: od 25 do 40 let,
- črpalke odpadne vode: cca 12 let,
- vakuumsko črpalka: cca 20 let.

5.4.1 Stroški obratovanja in vzdrževanja gravitacijske kanalizacije na letni ravni

Tabela 12: Stroški obratovanja in vzdrževanja gravitacijske kanalizacije

	Opis postavke	Pogostost	Izračun	Znesek
1.	Deratizacija	2 krat letno	/	2.400,00 €
2.	Izpiranje kanala	1 krat letno	3583,26 m x 0,39 €/m = 1397,47 €	1.397,47 €
3.	Pregled črpališč	1 krat tedensko po 2 uri	2 uri x 2 črpališči x 52 tednov = 208 ur 208 ur x 17 €/h = 3536,00 €	3.536,00 €
4.	Poraba električne energije v črpališčih za obratovanje črpalk	/	*izračun 15881,15 kWh x 0,65 € = 10322,75	10.322,75 €
	SKUPAJ LETNI STROŠEK:			17.656,22 €

Vir: (Lasten, 4. 4. 2016)

* Porabo električne energije v črpališčih izračunamo po naslednjem postopku:

Dnevna količina odplak:

$$960 \text{ prebivalcev} \times 150 \text{ l/prebivalec/dan} = 144000 \text{ l/ dan} = 144,00 \text{ m}^3/\text{dan} \quad (5.1)$$

Izračun časa delovanja črpalk:

- Črpališče Č1D: 2 črpalke moči 1,9 kW, kapacitete 3,37 l/s = 12,13 m³/h.
- Črpališče Č2D: 2 črpalke moči 3,7 kW, kapacitete 7,07 l/s = 25,45 m³/h.

$$\text{Čas delovanja} = \frac{\text{dnevna količina odplak}}{\text{kapaciteta} \cdot \text{število črpalk}} \quad (5.2)$$

$$\text{Čas delovanja Č1D} = \frac{144,00 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}}}{12,13 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 2} = 5,94 \frac{\text{ure}}{\text{dan}}$$

$$\text{Čas delovanja Č2D} = \frac{144,00 \frac{m^3}{dan}}{25,45 \frac{m^3}{h} \cdot 2} = 2,83 \frac{ure}{dan}$$

Poraba električne energije:

$$\text{Č1D: } 2 \cdot 5,94 \frac{ure}{dan} \cdot 1,9 kW = 22,57 kWh/dan \quad (5.3)$$

$$\text{Č2D: } 2 \cdot 2,83 \frac{ure}{dan} \cdot 3,7 kW = 20,94 kWh/dan$$

Skupna poraba: 43,51 kWh/dan

$$\text{Poraba na letni ravni: } 43,51 \frac{kWh}{dan} \cdot 365 dni = \mathbf{15881,15 kWh}$$

5.4.2 Stroški obratovanja in vzdrževanja vakuumske kanalizacije na letni ravni

Tabela 13: Stroški obratovanja in vzdrževanja vakuumske kanalizacije

	Opis postavke	Pogostost	Izračun	Znesek
1.	Pregled vakuumske postaje	1 krat tedensko po 2 uri	2 uri x 52 tednov = 104 ur 104 ur x 17 €/h = 1768,00 €	1.768,00 €
2.	Vzdrževalna dela vakuumske postaje (čiščenje vakuumske posode)	1 krat letno	ocenjena vrednost	1.900,00 €
3.	Pregled in čiščenje priključnih jaškov	na dve leti	28 jaškov x 2 uri x 17 €/h = 952,00 € 952,00 € / 2 = 476,00 €	476,00 €
4.	Poraba električne energije za delovanje fekalnih in vakuumskih črpalk	/	*izračun 17874,04 kWh x 0,65 € = 11618,13 €	11.618,13 €
	SKUPAJ LETNI STROŠEK:			15.762,13 €

Vir: (Lasten, 4. 4. 2016)

* Porabo električne energije vakuumskih in fekalnih črpalk izračunamo po naslednjem postopku:

Vakuumske črpalke:

Dnevna količina odplak:

$$960 \text{ prebivalcev} \times 150 \text{ l/prebivalec/dan} = 144000 \text{ l/dan} = 144,00 m^3/dan \quad (5.4)$$

Srednji LWV faktor:

$$LWV = \frac{Q_l}{Q_{s,d}} = \frac{29,13 \text{ Norm} \frac{l}{s}}{5,22 \frac{l}{s}} = 5,58 \quad (5.5)$$

Skupna posesana količina zraka vakuumskih črpalk:

$$144,00 \frac{m^3}{dan} \cdot 5,58 = 803,52 \frac{m^3}{dan} \quad (5.6)$$

$$\text{Čas delovanja vakuumskih črpalk: } \frac{\text{izčrpani zrak}}{\text{kapaciteta črpalk}} \quad (5.7)$$

V uporabi imamo 3 vakuumske črpalke, moči 5 kW, kapacitete 100 m³/h. Ena služi kot rezerva.

$$\text{čas delovanja} = \frac{803,52 \frac{m^3}{dan}}{2 \cdot 100 \frac{m^3}{h}} = 4,01 \frac{ure}{dan}$$

Poraba električne energije za delovanje vakuumskih črpalk:

$$2 \cdot 4,01 \frac{ure}{dan} \cdot 5kW = 40 \frac{kWh}{dan} \quad (5.8)$$

Poraba na letni ravni:

$$40 \frac{kWh}{dan} \cdot 365 dni = \mathbf{14600} \frac{kWh}{leto} \quad (5.9)$$

Fekalne črpalke:

$$\text{Čas delovanja fekalnih črpalk: } \frac{\text{dnevna količina odplak}}{\text{kapaciteta črpalk}} \quad (5.10)$$

V uporabi imamo 2 fekalni črpalke. Ena izmed teh je rezervna, moči 1,48 kW in kapacitete 39,6 m³/h. Izkoristek črpalk je 60 % pri P_{sr} = 40 kPa, (60 % od 39,6 m³/h = 23,76 m³/h).

V delovanju je ena črpalka:

$$\text{čas delovanja} = \frac{144,00 \frac{m^3}{dan}}{23,76 \frac{m^3}{h}} = 6,06 \frac{ure}{dan} \quad (5.11)$$

Poraba električne energije za delovanje fekalne črpalke:

$$1 \cdot 6,06 \frac{ure}{dan} \cdot 1,48 kW = 8,97 \frac{kWh}{dan} \quad (5.12)$$

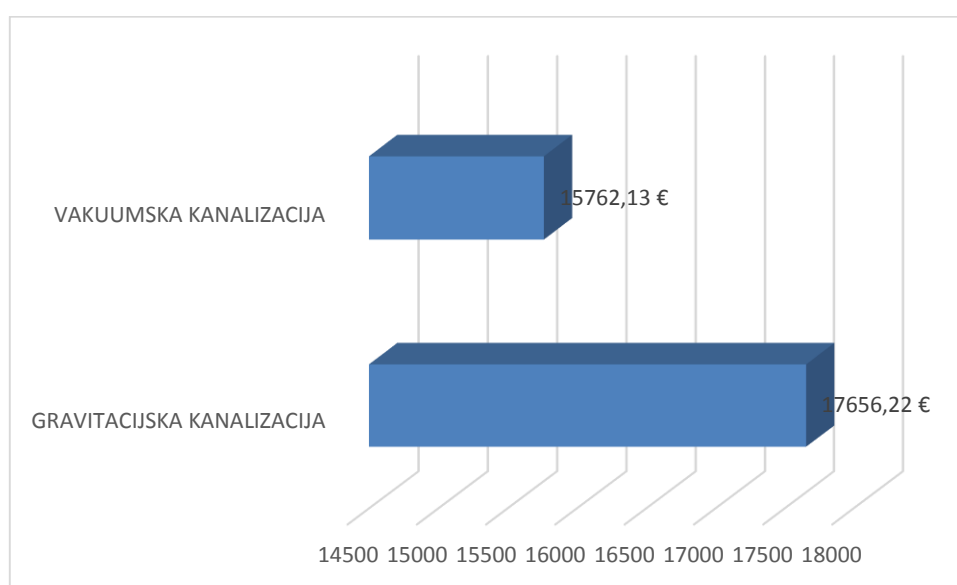
Poraba na letni ravni:

$$8,97 \frac{kWh}{dan} \cdot 365 dni = \mathbf{3274,05 \frac{kWh}{leto}} \quad (5.13)$$

Skupna poraba obeh črpalk:

$$14600 \frac{kWh}{leto} + 3274,05 \frac{kWh}{leto} = \mathbf{17874,05 \frac{kWh}{leto}} \quad (5.14)$$

5.4.3 Primerjava stroškov obratovanja in vzdrževanja obeh kanalizacij na letni ravni



Grafikon 2: Primerjava stroškov obratovanja in vzdrževanja

Vir: (Lasten, 4. 4. 2016)

Iz grafikona 2 je razvidno, da so stroški obratovanja in vzdrževanja obstoječe zgrajene kanalizacije večji od vakuumske. Poraba električne energije je sicer večja pri vakuumski kanalizaciji. Na celotni trasi obstoječe kanalizacije sta zgrajeni dve črpališči za dvig nivoja odpadne vode. Zato je poraba električne energije na letni ravni nižja za cca 1300,00 EUR od porabe električne energije, za delovanje vakuumskih in tlačnih črpalk pri vakuumskem sistemu. Gledano v celoti, je vakuumška kanalizacija ekonomsko ugodnejša pri obratovalnih in vzdrževalnih stroških.

6 TERMINSKI IN FINANČNI PLAN

6.1 Gravitacijska in tlačna kanalizacije

Tabela 14: Terminski plan gravitacijske in tlačne kanalizacije

	AKTIVNOSTI	Start	Finish	21 January	11 March	1 May	21 June	11 August	1 October	21 November
30	6. KANALIZACIJA ZA NASELJE DOKLEŽOVJE	Thu 1.3.12	Wed 31.10.12							
31	I. GRAVITACIJSKI VODI	Thu 1.3.12	Wed 31.10.12	1.3						
32	II. TLAČNI VODI	Wed 18.7.12	Fri 14.9.12				18.7		14.9	
33	III. ČRPALIŠČA	Wed 1.8.12	Tue 14.8.12				1.8		14.8	
34	IV. ELEKTROINSTALACIJE - ČRPALIŠČA	Mon 3.9.12	Fri 14.9.12					3.9		14.9

Vir: (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008)

Kot vidimo iz tabele, so dela potekala po predvidenem terminskem planu. Sprva so se dela pričela na gravitacijskem vodu, v juliju pa so se priključili še tlačni vodi. Izvedba določenih del se je izvajala sočasno. Tudi črpališča so bila zgrajena in opremljena v predvidenem roku. Vse aktivnosti so potekale brez zamujanj in zadržkov, zato kritična pot na projektu ni nastala. Kljub nekaj nevšečnostim z vremenom so bila vsa dela kanalizacijskega sistema Dokležovje 31. 10. 2012 zaključena.

Tabela 15: Finančni plan gravitacijske in tlačne kanalizacije

		mar.12	apr.12	maj.12	jun.12	jul.12	avg.12	sep.12	okt.12
A. KANALIZACIJSKI SISTEM									
6. KANALIZACIJA ZA NASELJE DOKLEŽOVJE	560.558,49 €								
I. Gravitacijski vodi	315.578,88 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	35.578,88 €
II. Tlačni vodi	160.954,97 €					40.000,00 €	90.000,00 €	30.954,97 €	
III. Črpališča	56.229,68 €						56.229,68 €		
IV. Elektroinstalacije črpališča	27.794,96 €							27.794,96 €	

Vir: (Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d., 2008)

Skupna vrednost kanalizacijskega sistema Dokležovje je 560.558,49 EUR, kar predstavlja 1/20 vrednosti celotnega sistema kanalizacije skupaj s čistilno napravo. Največji zalogaj so gravitacijski vodi, ki so potekali ves čas terminskega plana. Nepredvidena dela v finančnem planu niso zajeta, saj so dela potekala po planu.

6.2 Vakuumska kanalizacija

Tabela 16: Terminski plan vakuumske kanalizacije

AKTIVNOSTI	Start	Finish	1 February	21 March	11 May	1 July	21 August
6. VAKUUMSKA KANALIZACIJA ZA NASELJE DOKLEŽOVJE	Tue 1.3.16	Wed 14.9.16					
I. PREDELA	Tue 1.3.16	Tue 15.3.16	1.3	15.3			
II. ZEMELJSKA DELA	Thu 3.3.16	Wed 14.9.16	3.3				14.9
III. KANALIZACIJSKA DELA	Mon 7.3.16	Fri 9.9.16	7.3				9.9
IV. UREDITVENA DELA	Fri 19.8.16	Wed 14.9.16				19.8	14.9
V. STROJNA IN ELEKTRO DELA	Tue 1.3.16	Fri 9.9.16	1.3				9.9
VI. OSTALA DELA	Tue 1.3.16	Wed 14.9.16	1.3				14.9

Vir: (Lasten, 3. 5. 2016)

Iz terminskega plana razberemo, da bi dela na vakuumski kanalizacijski potekala od 1. 3. 2016 do 14. 9. 2016, torej bi bila gotova v šestih mesecih in pol. Čas izgradnje je krajši v primerjavi z gravitacijskim sistemom za 45 dni, zaradi plitkejših in ožjih izkopov ter manjših površin asfaltiranja.

Tabela 17: Finančni plan vakuumske kanalizacije

		mar.16	apr.16	maj.16	jun.16	jul.16	avg.16	sep.16
A. KANALIZACIJSKI SISTEM								
6. VAKUUMSKA KANALIZACIJA ZA NASELJE DOKLEŽOVJE	478.903,82 €							
I. Predela	11.681,43 €	11.681,43 €						
II. Zemeljska dela	81.940,27 €	10.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	8.000,00 €	3.940,27 €
III. Kanalizacijska dela	111.477,36 €	20.000,00 €	20.000,00 €	20.000,00 €	10.000,00 €	20.000,00 €	15.000,00 €	6.477,36 €
IV. Ureditvena dela	82.062,29 €						30.000,00 €	52.062,29 €
V. Strojna in elektro dela	178.737,32 €	20.000,00 €	20.000,00 €	25.000,00 €	30.000,00 €	30.000,00 €	35.000,00 €	18.737,32 €
VI. Ostala dela	13.005,15 €	1.500,00 €	500,00 €	500,00 €	800,00 €	800,00 €	3.000,00 €	5.905,15 €

Vir: (Lasten, 3. 5. 2016)

Finančni plan vakuumske kanalizacije smo določili smiselno, glede na trajanje posameznih aktivnosti. Finančne vrednosti pa smo ocenili okvirno, glede na predvideno izvedena dela v posameznem mesecu.

7 SKLEP

Dan danes si življenja brez čiste vode ne predstavljamo, k temu pripomore tudi pravilna izgradnja in obratovanje različnih zvrsti kanalizacijskih sistemov. Glede na konfiguracijo terena in geološke značilnosti tal, se odločimo o vrsti izgradnje. V primeru, da nam teren dopušča zgradimo gravitacijsko odvodnjo. Na pretežno ravninskem delu je priporočljiva tlačna kanalizacija. Vakuumska vseh teh omejitev nima, saj deluje pod tlakom in je lahko zgrajena še v kako zahtevnem terenu.

V diplomski nalogi smo sprva na kratko opisali vrste kanalizacijskih sistemov, ki jih poznamo. Za že obstoječi del smo opisali ključne elemente na kanalizacijskem vodu ter podali njihove karakteristike in dolžine. Po vsem teoretičnem znanju smo se lotili idejne izboljšave obstoječega stanja in primerjav z vakuumskim sistemom. Na koncu smo izgradnjo obeh kanalizacijskih sistemov za naselje Dokležovje prikazali še s finančnega in časovnega vidika.

Ob takratni izgradnji gravitacijske in tlačne kanalizacije so se pojavljala vprašanja: »Čemu takšne globine izkopov, posegi v naravo, velike odstranitve asfalta? ...«. Ravno ta vprašanja so nas vzpodbudila k razmišljanju, kako izvesti boljši kanalizacijski sistem, ki bo tehnično enostavnejši in posledično ugodnejši, tako pri gradnji kot kasnejšemu vzdrževanju in obratovanju.

S popisom del in izračuni smo dokazali, da bi bila investicija v izgradnjo vakuumskega sistema ugodnejša od klasičnega gravitacijskega sistema. Največ bi privarčevali pri zemeljskih in ureditvenih delih, saj za izvedbo vakuumskega sistema niso potrebne takšne širine in globine izkopov. Posledično ugotovimo, da se s tem skrajša tudi čas izgradnje vakuumskega cevovoda.

Pri analizi primerjav stroškov obratovanja in vzdrževanja ugotovimo, da je racionalnejša vakuumška kanalizacija. Na letni ravni so manjši obratovalni in vzdrževalni stroški za vakuumski sistem kot za gravitacijskega.

Glede odpravljanja napak in defektov na kanalizacijskih sistemih je vakuumski sistem zanesljivejši. Napake se ugotovijo preko monitoringa, gravitacijski sistem pa zahteva fizični obhod kanala oz. iskanje defekta, šele nato odpravo napake in popravilo.

Ob pisanju diplomske naloge smo spoznavali številne prednosti vakuumske izgradnje kanalizacijskega sistema. Prepričala nas je na mnogih področjih. Je ugodna za izgradnjo na ravninskih predelih, saj z žagastim profilom polaganja cevi pod cono zmrzovanja ne potrebujemo velikih globin, prav tako je primerna za neugodne razmere, npr: skalnat teren,

prečkanje vodotoka ali že obstoječih komunalnih vodov, zaščitena območja, kjer se zahtevajo minimalni gradbeni posegi in na terenu z visoko podtalnico.

Omeniti je potrebno cene gradbenih del in materialov. Na žalost še zmeraj živimo v času t. i. »gradbene recesije«, kar se najbolj odraža pri cenah gradbenih del. Opažamo, da se cene npr. za zemeljska dela ali gradbena dela niso bistveno spremenila od leta 2008, kar pripisujemo temu, da želi podjetje ostati konkurenčno ostalim izvajalcem. Lahko rečemo, da so cene za izvedeno delo nizke, v primerjavi s cenami materialov, na katere ne moremo vplivati, saj jih določa proizvajalec.

Ob zaključku diplomskega dela lahko potrdimo, da je vakuumski sistem izgradnje kanalizacije v naselju Dokležovje ugodnejša rešitev odvodnje odpadne vode, tako z ekonomskega kot s tehnološkega vidika.

V času v katerem živimo ima vrednost investicije velik pomen in vpliv na posameznika. Menimo, da bi v našem primeru z ugodnejšo varianto »Vakuumsko kanalizacijo«, izgradili zanesljiv, vodotesen in okolju prijazen kanalizacijski sistem.

8 VIRI, LITERATURA

- Airvac. (2015). Pridobljeno iz Airvac 19. 6. 2015: http://www.airvac.com/lit_pdf/AIRVAC%20Brochure%20%2705.pdf
- Alternative Sewer Systems. (2008). Virginia: Water Environment Federation Alexandria.
- ATV-DVWK-116, Bessere Entwässerungsverfahren-Unterdrückungssysteme ausserhalb von Gebäuden. (April 2004).
- Cenik rezervnih delov za sistem vakuumске kanalizacije. (2016). Pridobljeno iz Cenik rezervnih delov za sistem vakuumске kanalizacije 11. 2. 2016: http://www.kp-logatec.si/pdf/cenik_vakuum.pdf
- Flovac. (2015). Pridobljeno iz Flovac 23. 6. 2015: <http://flovac.com/flovac-valve/>
- Goulburn Valley Water. (4. 6. 2015). Pridobljeno iz Goulburn Valley Water 4. 6. 2015: <http://www.gvwater.vic.gov.au>
- Interni vir podjetja SGP Pomgrad d. d. (2008). PZI, št. projekta 03026.
- Kolar, J. (1983). Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana: Državna založba Slovenije. str: 110, 184, 191, 198, 211
- Lasten vir. (2016)
- Maleiner, F. (2009). Podtlačna kanalizacijska omrežja v Sloveniji. Strokovni članek. str: 93, 94, 97, 98
- Murko, N. (2015). Izgradnja fekalne kanalizacije v naselju Bratonci. Projektna naloga.
- Občina Beltinci. (2015). Pridobljeno iz Občina Beltinci 16. 3. 2015: <http://www.beltinci.si/obcina/projekti/kanalizacija-in-cn>
- Petrešin, E., & Nekrep Perc, M. (2007). Hidravlični preračun vakuumске kanalizacije – praktične izkušnje in priporočila, Zbornik referatov. Portorož: Simpozij za mednarodno udeležbo vodni dnevi. str: 114
- Pipelife. (2015). Pridobljeno iz Pipelife 16. 3. 2015: www.pipelife.si/si/products/KANALIZACIJA/GIGA.php
- Regeneracija. (2015). Pridobljeno iz Regeneracija 4. 6. 2015: <http://www.regeneracija.si/crpalisce-precrpavanje-odpadnih-vod.html>

- Roovac. (2015). Pridobljeno iz Roovac 23. 6. 2015: http://www.roovac.com/page/de/page_ID/50?PHPSESSID=ca395361dad2c3d79d63851037c894e6
- Sistem vakuum. (2015). Pridobljeno iz Sistem vakuum 25. 8. 2015: http://www.sistemvakuum.com/product_01.htm
- Slokan, I. (2003). Nizke zgradbe. Tehniška založba Slovenije. str: 151, 153, 158–163.
- Slokan, I. (2013). Odvajanje in čiščenje odpadne vode. Višja strokovna šola. str: 9, 13
- Standard SIST EN 1091, Vakuumski kanalizacijski sistem zunaj stavb. (November 2000).
- Zagožen. (2016). Pridobljeno iz Zagožen 11. 2. 2016: <http://www.zagozen.si/>

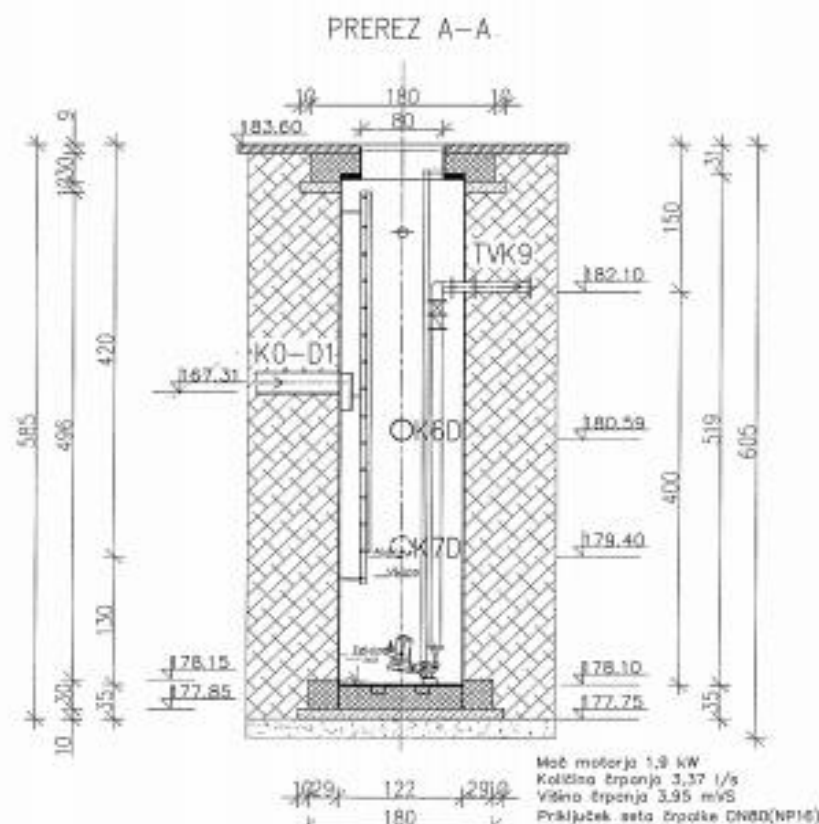
9 PRILOGE

PRILOGA 1: Pregledna situacija Dokležovje

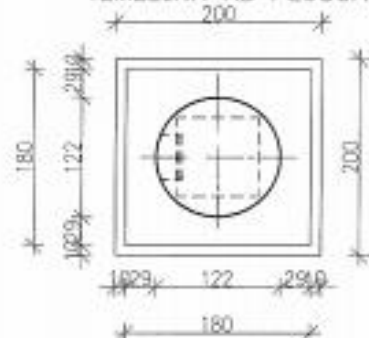
PRILOGA 2: Načrt črpališča Č1D

PRILOGA 3: Načrt črpališča Č2D

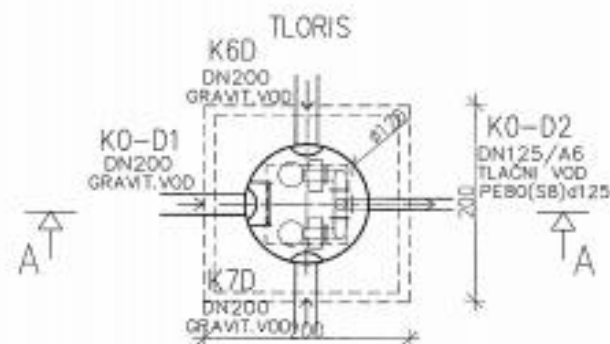
ČRPALIŠČE Č1D (D28)



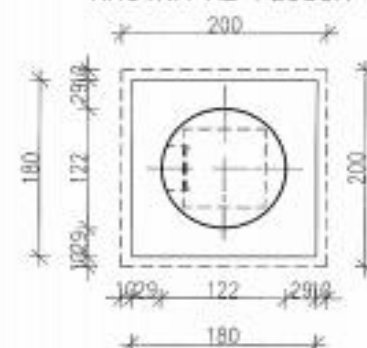
TEMELJNA AB PLOŠČA



- CEV PE80(S8) Ø90 m 5,00
- 0 kos 90° PE80(S8) Ø90 kom 2
- 1 kos 90° PE80(S8) Ø90 kom 1
- VARILNA PRIDOBIVKA PE80(S8) S PROSTO PRIDOBIVKO-MERJAKOM NP16 Ø90/DN80 kom 6
- ELEKTRO VARILNA SPOJKA PE100(S8) Ø80 kom 11
- NEPOVRATNI MENIL S PRIDOBIVKO NP16 DN80 kom 2
- ZAPORNI VENTIL S PRIDOBIVKO NP16 DN80 kom 2
- SET SISTEMA ZA AVTOMATSKI PRIKLOP ZA STACIONARNI AGREGAT, VODIL MONT.NAT. DN80(NP16) kom 2
- PLOVNA SOND. kom 3

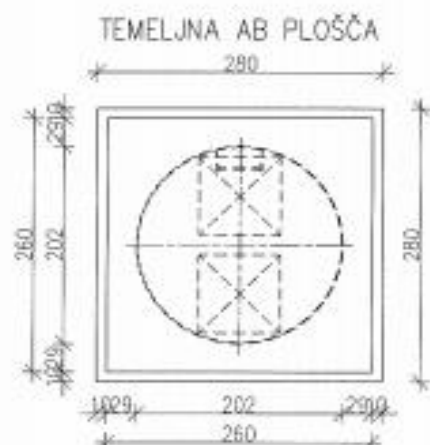
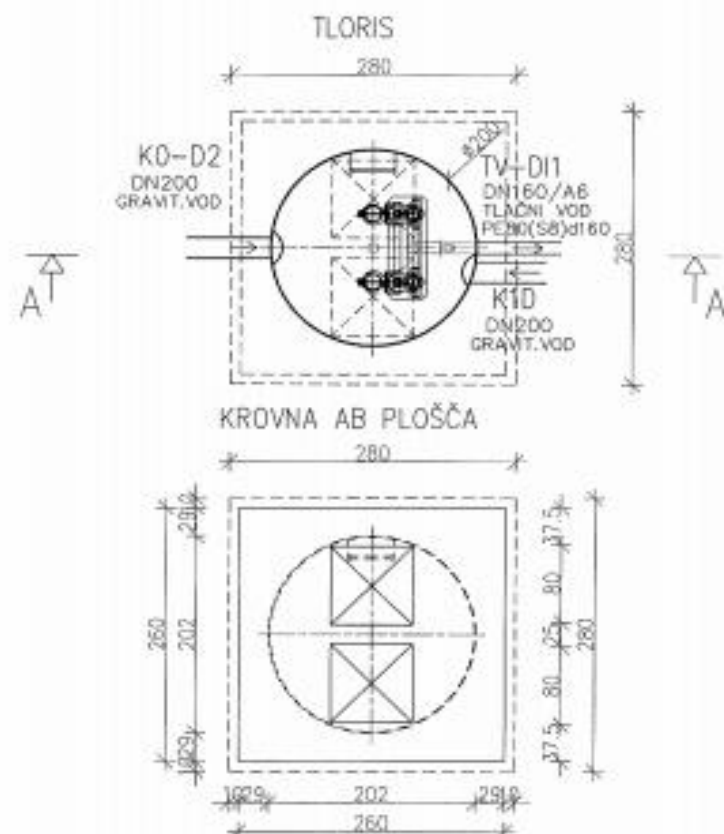
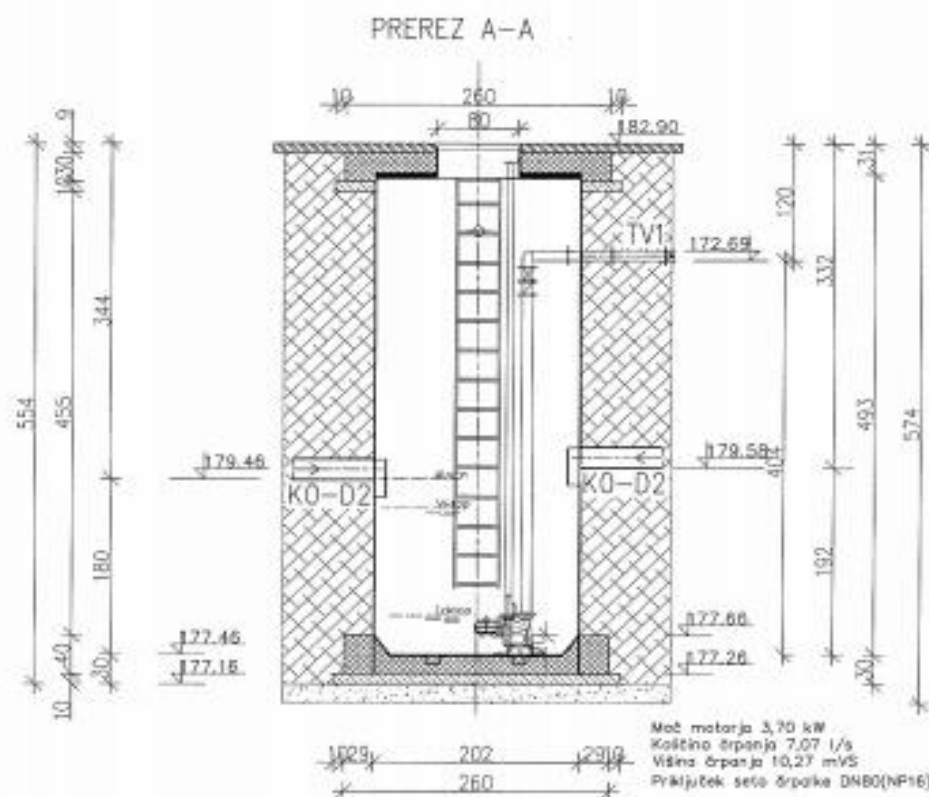


KROVNA AB PLOŠČA



Sr.	Opis opreme	Šifra	Podpis
Naročnik: Občina BELTINCI Mladinska ulica 2, 9231 Beltinci		Projekt: KANALIZACIJSKO OMREŽJE ZA NASELJA DOKLEŽOVJE, IŽAKOVCI in MELINCI	
Izvajalec: ATRIJ Gradbeni inženiring d.o.o. Slobo ulica 38, 9231 Beltinci, SI 9231 9231		Lokacija: DOKLEŽOVJE	
St. št. 0569		Imenik/kodir. nize: ČRPALIŠČE Č1D	
Ime:	Id. št.:	Podpis:	
Projekt (OP):	Anton KOLARIČ dipl.inž.grod.	G-1076	
Preveril (OP):	Anton KOLARIČ dipl.inž.grod.	G-1076	
Češnik:	Daniël RADUHA grad. teh.		
Kontrola:			
Skizma:	Merilo: 1:50	Datum: MAREC 2008	
Št. projekta: 03026		Šifra računa: L16-03	Faza projekta: PZI
Identifikacijska št.:		St./let.: 9.6.3.1	

ČRPALIŠČE Č2D (D51)



- CEV PE80(S8) d125 m 3,00
- G kos 90° PE80(S8) d125 kom 2
- T kos 90° PE80(S8) d125 kom 1
- VARILNA PRIRODNICA PE80(S8) S PROSTO PRIRODNICO-MERJAVEČO NP16 d125/DN100 kom 6
- ELEKTRO VARILNA SPOJKA PE100(S8) d125 kom 11
- NEPOVRATNI VENTIL S PRIRODNICO NP16 DN100 kom 2
- ZAPORNI VENTIL S PRIRODNICO NP16 DN100 kom 2
- SET SISTEMA ZA AVTOMATSKI PRIKLOP ZA STACIONARNI AGREGAT, VODIL, MONTAJ. DN100(NP16) kom 2
- PLOVNA SONDA kom 3

Skr.: Opis sprejembe		Datum:		Podpis:	
Projekat:		Občina BELTINCI		KANALIZACIJSKO OMREŽJE ZA NASELJA DOKLEŽOVJE, IŽAKOVCI in MELINCI	
Mesto projekta:		Mlodska ulica 2, 9231 Beltinci		Lokacija:	
M. št. 0582		ATRILJ		DOKLEŽOVJE	
Ime:		M. št.:		Podpis:	
Projekt (OP):		Anton KOLARČ dipl. inž. grad.		G-1076	
Projekt (OP):		Anton KOLARČ dipl. inž. grad.		G-1076	
Izdelal:		Danijel RADUHA grad. inž.		Št. projekta:	
Kontroliral:				03026	
Mera:		1:50		Št. projekta:	
Datum:		MAREC 2008		L16-03	
				PZI	
				Št./let:	
				9.6.3.2	