

# Nove metode u izgradnji i rekonstrukciji kanalizacijskih sustava - upotreba CIPP metode na primjeru rekonstrukcije kanalizacijskog sustava aglomeracije Kutine

---

**Biškup, Krunoslav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

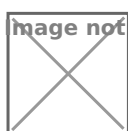
**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:157:473220>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Krunoslav Biškup**

**NOVE METODE U IZGRADNJI I REKONSTRUKCIJI KANALIZACIJSKIH SUSTAVA –  
UPOTREBA CIPP METODE NA PRIMJERU REKONSTRUKCIJE KANALIZACIJSKOG  
SUSTAVA AGLOMERACIJE KUTINE**

**Završni rad**

**Rijeka, lipanj 2023.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Preddiplomski stručni studij**

**Kolegij :**

**Opskrba vodom i kanalizacijom**

**Krunoslav Biškup**

**JMBAG : 0114033593**

**ZAVRŠNI RAD**

**NOVE METODE U IZGRADNJI I REKONSTRUKCIJI KANALIZACIJSKIH SUSTAVA –  
UPOTREBA CIPP METODE NA PRIMJERU REKONSTRUKCIJE KANALIZACIJSKOG  
SUSTAVA AGLOMERACIJE KUTINE**

**Rijeka, lipanj 2023.**

## IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



---

U Rijeci, 21.06.2023.

## **ZAHVALA**

Veliko hvala profesoru i mentoru izv. prof. dr. sc. Goran Volf, dipl.ing.građ. koji mi je omogućio da izradim ovaj završni rad pod njegovim vodstvom. Hvala Vam na iskazanom povjerenju, strpljivosti te na korisnim savjetima prilikom izrade rada. Zahvaljujem se firmi HIS d.o.o., te inženjerima Igoru Moskalju i Roku Knezu sa kojima trenutno radim na Aglomeraciji Kutina zbog pomoći oko završnog rada, te svega drugoga što su me naučili do sad. Također zahvalio bi se Željku Mariću, direktoru firme Solmex d.o.o. koji mi je uskočio sa različitim dokumentima na temu CIPP-a. Posebnu zahvalnost iskazujem svojim roditeljima na strpljenju i moralnoj podršci te povjerenju koje su mi ukazali tokom studiranja jer bez njih sve ovo što sam do sada postigao ne bi bilo moguće.

## **SAŽETAK**

**Naslov rada :** Nove metode u izgradnji i rekonstrukciji kanalizacijskih sustava – upotreba CIPP metode na primjeru rekonstrukcije kanalizacijskog sustava Aglomeracije Kutine

**Ime i prezime studenta :** Krunoslav Biškup

**Ime i prezime mentora :** izv. prof. dr. sc. Goran Volf, dipl. ing. građ.

**Naziv studija :** Preddiplomski stručni studij Građevinarstva

**Naziv Kolegija :** Opskrba vodom i kanalizacijom

U Hrvatskoj većina komunalnih poduzeća preferira tradicionalne načine obnove kanalizacijskih cjevovoda, primjenjujući potpunu izmjenu starog cjevovoda metodom iskopavanja starog i ugradnje novog cjevovoda. U svrhu izvođenja kanalizacijskih sustava u svijetu sve više se javlja zanimanje za nove metode rekonstrukcije i izgradnje kanalizacijskih sustava. Moderne tehnologije sanacije ne zahtijevaju iskop već je stara cijev „domaćin“ novoj cijevi ili oblozi.

CIPP (cured in place pipe) ili metoda izgradnje bez iskopa za kanalizacijske sustave tehnološki je napredno rješenje za obnovu odvodnje bez potrebe za iskopom kanala pomoću UV tehnologije. CIPP tehnologija predstavlja novi tehnološki napredak na hrvatskom tržištu otpadnih voda, s minimalnim vijekom trajanja cijevi od oko 50 godina. Najčešće se koristi u uvjetima koji nisu pogodni za iskop, kao što su stare urbane jezgre, zakrčene prometnice, urbana područja, industrijski pogoni i drugi. Kao trenutni zaposlenik tvrtke HIS d.o.o. u kojoj radimo na Aglomeraciji grada Kutine ima jedna ulica u kojoj nije moguće raskopavanje i zamjena cjevovoda jer bi uzrokovali značajne poremećaje u prometu zbog potrebe zatvaranja djela ulica i posebno raskrižja, te je naručitelj zatražio obavljanje istražnih radova i ocjenu stanja sustava radi donošenja objektivne procjene o mogućnosti sanacije ovog cjevovoda CIPP metodom.

Također postoje i ostale moderne metode sanacije kao što su : tijesna ugradnja cijevi (close fit-lining),metoda klizajuće obloge (slip lining), metoda proboja (pipe bursting), nanošenje obloge (spray lining), mikrotuneliranje (microtunneling) te ostale metode.

## **ABSTRACT**

**Title** : New methods in the construction and reconstruction of sewage systems - the use of the CIPP method on the example of the reconstruction of the sewage system of the Agglomeration of Kutina

**Student** : Krunoslav Biškup

**Mentor** : assoc. prof. Goran Volf, PHD. CEng

**Study**: Undergraduate Professional Study od Civil Engineering

**Course** : Water Supply and Sewerage

In Croatia, most municipal companies prefer traditional methods for the renovation of sewer pipes by excavating and installing new ones. However, new methods for the reconstruction and construction of sewer systems are becoming more popular worldwide. Modern sewer rehabilitation technologies do not require excavation, as the old pipe acts as a „host“ for the new pipe or liner.

Cured in place pipe (CIPP) is a trenchless method for sewer system construction that involves UV technology to renew drainage without the need for excavation. CIPP technological advancement in the Croatian wastewater market, with a minimum pipe lifespan of about 50 years. It is commonly used in conditions that are not suitable for excavation, such as old urban cores, congested roads, urban areas, industrial plants and others. As a current employee of HIS d.o.o., where we are working on the Agglomeration of the city of Kutina, there is one street where it is not possible to excavate and replace the pipeline because it would cause significant traffic disruptions due to the need to close part of the street and the especially intersections, so the client requested investigative work and an assessment of the systems condition to make an objective assessment of the possibility of rehabilitating this pipeline.

There are also other modern rehabilitation methods such as: close-fit lining, slip lining, pipe bursting, spray lining, microtunneling and other methods.

## TABLICA SADRŽAJA

POPIS TABLICA.....	8
POPIS SLIKA.....	8
1. UVOD .....	1
2. SUSTAVI ODVODNJE.....	1
3. KLASIČNA METODA SANACIJE KANALIZACIJSKIH SUSTAVA .....	7
4. BEZROVOVSKE METODE SANACIJA KANALIZACIJSKIH SUSTAVA.....	9
4.1 CIPP – (engl.:cured in place pipe).....	11
4.1.1. Snimanje kanalizacije .....	12
4.1.2. Čišćenje kanalizacije.....	13
4.1.3. Dimenzioniranje fleksibilne cijevi .....	13
4.1.4. Vakumska impregnacija fleksibilne cijevi .....	14
4.1.5. Invertiranje fleksibilne cijevi u postojeću cijev .....	14
4.1.6. Otvrđivanje cijevi.....	15
4.2. Nanošenje obloge (engl.: spray lining ) .....	16
4.3. Metoda proboja (engl.: pipe bursting).....	17
4.4. Metoda klizajuće obloge (engl.: slip lining ) .....	19
4.5. Mikrotuneliranje (engl.: Microtunneling) .....	21
4.6. Tijesna ugradnja cijevi (engl.: close-fit-lining) .....	24
5. AGLOMERACIJA KUTINA .....	26
5.1. Pripremni radovi.....	29
5.1.1. CCTV Inspekcija .....	29
5.1.2. Kriterij i prijedlog za odabir tehnologije.....	32
5.1.3. UV-CIPP tehnologija linera .....	33
5.1.4. Polimer-cementni reparaturni mortovi.....	34
5.1.5. Određivanje stanja stare cijevi.....	34



5.1.6. Statički proračun UV-CIPP linera.....	36
5.2. Glavni sanacijski radovi.....	37
5.3. Završni radovi .....	43
6. OSNOVNI PODACI O PROIZVODU.....	44
7. TEHNIČKI PODACI O PROIZVODU .....	46
8. TROŠKOVNIK .....	52
9. ZAKLJUČAK .....	66
10. LITERATURA .....	67

## POPIS TABLICA

Tablica 1 : Prednosti i nedostaci CIPP metode ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tablica 2 : Pregled elemenata sustava odvodnje na analiziranoj dionici [9] ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tablica 3 : Cijene iz troškovnika..... **Error! Bookmark not defined.**

Tablica 4 : Rezultati statičkog proračuna s odabranim debljinama linera [9] ..... **Error! Bookmark not defined.**

## POPIS SLIKA

Slika 1 : Vrsta otpadnih voda [7]..... 2

Slika 2 : Transport otpadne vode [7]..... 3

Slika 3 : Shema kanalizacijskog sustava [7]..... 4

Slika 4 : Iskop kanala za postavljanje cijevi ..... 8

Slika 5 : Slika sa metodom iskopa i metodom bez iskopa na križanju [1] ..... **Error! Bookmark not defined.**

Slika 6 : Postupak ubacivanja CIPP cijevi ..... 11

Slika 7 : Robot kamera na daljinsko upravljanje [9]..... 12

Slika 8 : Čišćenje kanalizacije [10] ..... 13

Slika 9 : Proizvodnja fleksibilnih cijevi [11] .....	14
Slika 10 : Invertiranje CIPP linera u postojeći cjevovod [2] .....	15
Slika 11 : Prije i poslije sanacije CIPP metodom [12] .....	16
Slika 12 : Nanošenje obloge od epoksidne smole [1].....	17
Slika 13 : Glava za lomljenje [2] .....	18
Slika 14 : Metoda proboja [1] .....	19
Slika 15 : Metoda klizajuće obloge [13] .....	20
Slika 16 : Presjek cijevi kod izvođenja slip lining metode [2].....	21
Slika 17 : Metoda mikrotuneliranja [14].....	22
Slika 18 : Bušenje mikrotunela [1].....	22
Slika 19 : Strojni iskop punog profila [1] .....	23
Slika 20 : Cijev prije ugradnje .....	24
Slika 21 : Postupak ugradnje nove cijevi [1] .....	25
Slika 22 : Tijesna ugradnja cijevi [1] .....	25
Slika 23 : Aglomeracija Kutina.....	27
Slika 24 : Dionica CIPP sanacije .....	28
Slika 25 : Snimka cjevovoda [9].....	30
Slika 26 : Vodeća (gliding) folija za uvlačenje linera [10] .....	37
Slika 27 : Uvlačenje linera u okno pomoću konvejera [10] .....	38
Slika 28 : Vodicica za uvlačenje u početnom oknu [10] .....	39
Slika 29: Postavljanje pakera na kraju linera [10] .....	40
Slika 30 : Uvlačenje UV-lampi u liner [10] .....	41
Slika 31 : Proces polimerizacije vođen računalom [10].....	42
Slika 32 : Uklanjanje unutrašnje zaštitne folije [10] .....	43
Slika 33 : Brandenburger liner BB2.5 [11] .....	44
Slika 34 : Struktura GFRP linera [12] .....	47



## 1. UVOD

Gotovo u svakom gradu na svijetu postoje podzemni cjevovodi koji su premašili projektirani vijek trajanja i nisu više funkcionalni. Takve cjevovode potrebno je što prije obnoviti (sanirati ili zamijeniti) kako bi sustav mogao nesmetano funkcionirati. Općenito u svijetu tehnologija se doista mijenja i napreduje, otkrivaju se novi materijali i principi rada. U praksi u Republici Hrvatskoj se u gotovo svim slučajevima obnavljanja starih kanalizacijskih cjevovoda primjenjuje potpuna zamjena starog kanalizacijskog cjevovoda novim, na klasičan način. Takav zahvat u urbanoj sredini često je predmet raznih javnih prosvjeda i negodovanja. Sanacija cijevi bez iskopa primjenom CIPP-a ili neke druge bez rovovske tehnologije predstavlja novi tehnološki napredak na hrvatskom tržištu otpadnih voda. [1]

CIPP (cured in place pipe) ili bez rovovska metoda izvođenja kanalizacijskih sustava je tehnološki napredno rješenje za sanaciju sustava odvodnje bez otvorenog kopanja kanala pomoću UV-tehnologije. CIPP je obloga cijevi ojačana staklenim vlakancima pogodna za sanaciju gravitacijskih cjevovoda. Osigurava sigurnu i pouzdanu sanaciju oštećenih gravitacijskih cjevovoda bez otvorenog kopanja i prekida povezanim s tradicionalnim metodama. Također tu su i ostale moderne metode sanacije kanalizacijskih sustava kao što su nanošenje obloge (engl.: spray lining), metoda proboja (engl.: pipe bursting), metoda klizajuće obloge (engl.: slip lining), mikrotuneliranje (engl.: microtunneling), tijesna ugradnja cijevi (engl.: close fit-lining) te ostale metode. [2]

U većini slučajeva glavni razlog odabira neke metode je cijena same investicije. Zato je potrebno istražiti i razmotriti sve moguće ponude tehnoloških programa za rekonstrukciju i popravak cjevovoda na svjetskom tržištu, a zatim odabrati odgovarajuće rješenje, bila to rekonstrukcija postojećeg cjevovoda ili izgradnja novog cjevovoda.

Projekt Aglomeracije Kutine koji se realizira sredstvima iz Europske Unije najveći je infrastrukturni projekt u povijesti grada Kutine. Sustav odvodnje grada Kutine velikim dijelom nalazi se u području samog centra grada u prometnicama. Većina radova obavlja se tradicionalnom metodom „iskop i zamjena“ no u jednoj ulici uzrokovali bi značajne poremećaje u prometu zbog zatvaranja dijela ulica i posebno raskrižja zbog kojeg je naručitelj zatražio obavljanje istražnih radova i ocjenu stanja sustava odvodnje. Nakon istražnih radova donesena je objektivna ocjena o sanaciji ovog kolektora CIPP metodom.

## 2. SUSTAVI ODVODNJE

Kanalizacijski sustav je sustav objekata i mjera povezanih u funkcionalnu cjelinu čiji je temeljni cilj prikupljanje, odvođenje i pročišćavanje otpadnih voda te nakon pročišćavanja ispuštanje na tehnički ispravniji i najekonomičniji način. Odvodnja je niz tehničkih zahvata kojima se odvede oborinske i otpadne vode iz gradova i naselja te suvišne vode s poljoprivrednih zemljišta. U gradovima i naseljima kišnica se skuplja preko oluka, kanalizacije i propusta i ispusta u prijemnike (more, potok, rijeka i sl.). Onečišćena otpadna voda pročišćava se prije ispuštanja u prijemnik. Sustav odvodnje može biti otvoren ili zatvoren. U prvom slučaju voda se najprije skuplja u sabirnoj cijevi, a zatim se kroz odvod ispušta izravno u okoliš. U drugom slučaju, ispusna cijev je spojena na sabirnu cijev kroz koju voda teče u jedinicu za pročišćavanje. [3]

### Vrste otpadnih voda (Slika 1):

- kućanske ili sanitarne otpadne vode (kuhinja, kada, wc..)
- oborinske vode (kiša, snijeg, pranje ulica)
- industrijske otpadne vode (onečišćene i uvjetno čiste)
- procjedne „tuđe“ vode (ilegalni priključci) [7]

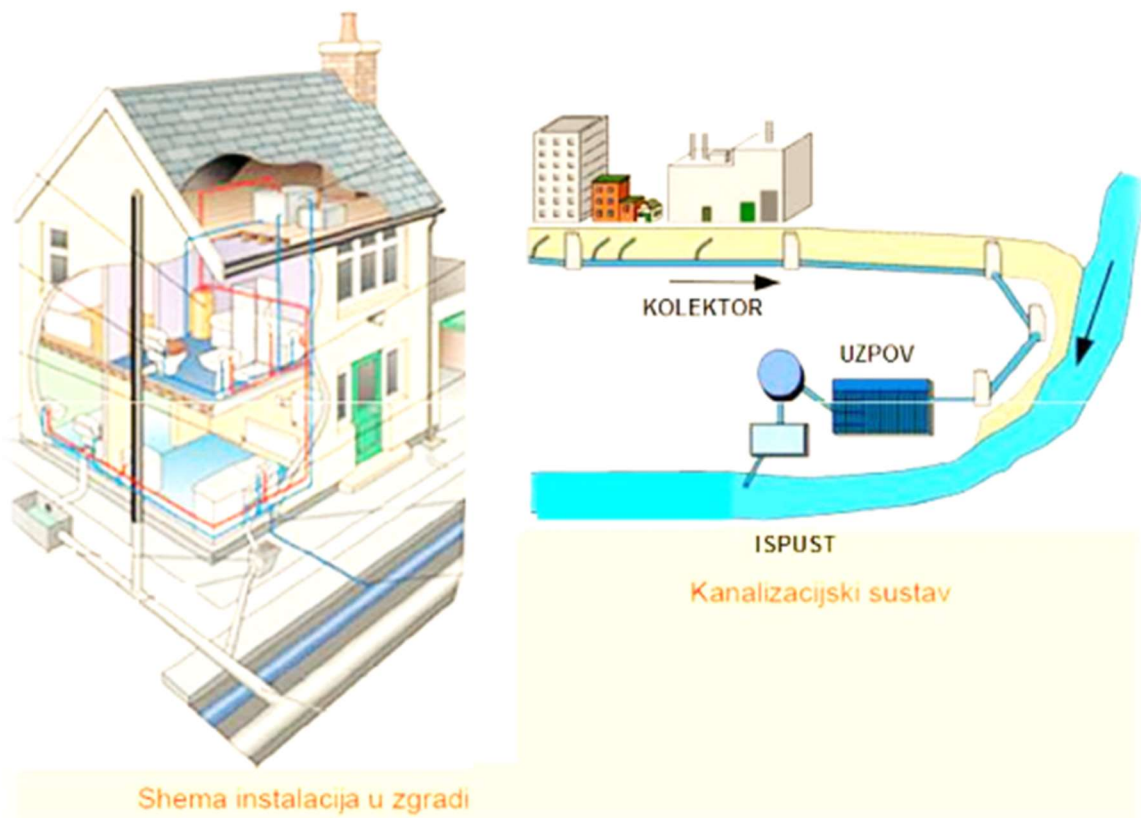


Slika 1 : Vrsta otpadnih voda [4]

**Kanalizacija podrazumijeva skup inženjerskih građevina i mjera koje služe za:**

- sakupljanje otpadnih voda u urbanim i industrijskim sredinama
- transport do mjesta pročišćavanja i dispozicije
- dispoziciju pročišćene vode u odgovarajući prijemnik
- čišćenje do stupnja uvjetovanog lokalnim prilikama i zakonskim uredbama

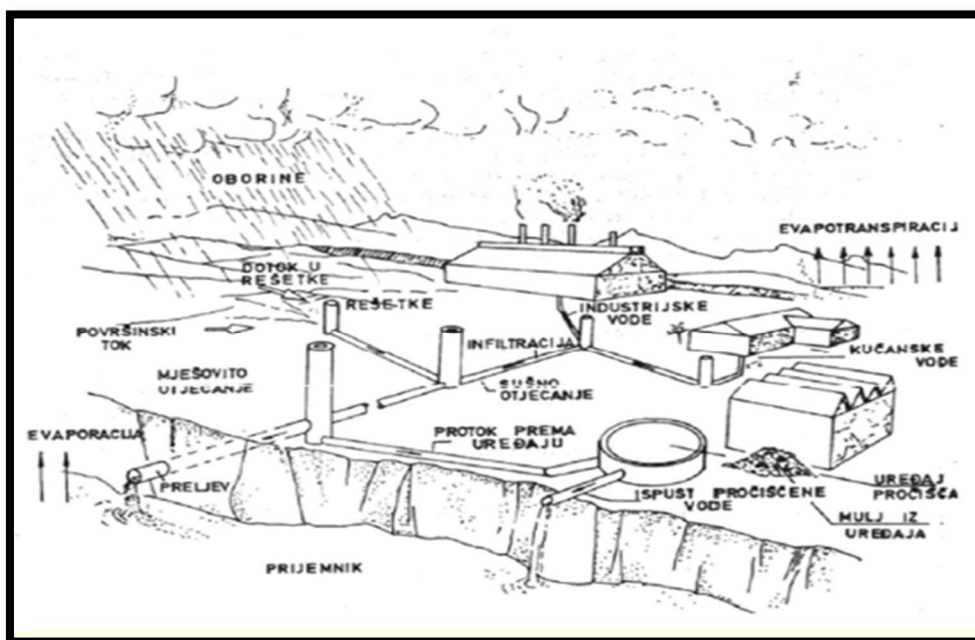
Pri tome je važno ( ne ugrožavati stabilnost područja ) sa kojeg se sakuplja otpadna voda i kojim se ona transportira te prijemnika u koji se transportira. Ostvariti što kraći i što brži transport otpadne vode ( u prostornom smislu-ekonomski aspekt, vremenski minimalno vrijeme zadržavanja otpadne vode u kolektorima (Slika 2), dobri ekološki, sanitarni i pogonski efekti ). [4]



Slika 2 : Transport otpadne vode [4]

### Kanalizacijski sustav čine (Slika 3):

- kanalizacijska (kolektorska) mreža : sekundarna (sporedna) i glavna(primarna)
- objekti ( građevine) : crpne postaje, ulazna okna, prekidna okna, revizijska okna, preljevne građevine
- uređaji za pročišćavanje otpadnih voda ( UZPOV)
- ispusti otpadne ( pročišćene ) vode [4]



Slika 3 : Shema kanalizacijskog sustava [4]

Za sustav odvodnje može se reći da je izlazna komponenta urbanog vodnog sustava, koja utječe na ekološki sustav urbanog područja. Negativni utjecaji otpadnih voda na okoliš i podzemne vode moraju se svesti na minimum. Zbog zastarjelih cijevi, lošeg upravljanja i održavanja cjevovodne mreže dolazi do raznih neželjenih posljedica, poput curenja otpadnih voda u tlo i podzemne vode. Takvi problemi rješavaju se analizama s kojima se dobiju podaci o nepravilnostima, te se na temelju tih podataka olakšano upravlja sustavom i donose odluke o načinu sanacije ili rekonstrukcije. [5]

Vanjska kanalizacijska mreža najčešće se postavlja pod zemljom (zatvoreni kanali), a samo su iznimno njezini dijelovi izvan naseljenih mjesta izgrađeni kao otvoreni kanali. Sastoji se od cijevi izrađenih od betona, armiranog betona, kamena, čelika, lijevanog željeza, plastike itd. Brzina kojom se otpadne vode odvođe moraju osigurati uklanjanje mulja i čvrstih nečistoća, a postiže se određenim nagibom cijevi (minimalna dopuštena brzina protoka za sanitarnu kanalizaciju je oko 0,65 m / s, a za oborine oko 0,80 m / s). Osim o njihovom nagibu, dubina polaganja cijevi ovisi i o dubini najniže točke koju treba odvoditi te o dubini smrzavanja tla. [6]

Osim cijevi, vanjsku kanalizacijsku mrežu čine brojni uređaji, poput ulaznih (inspekcijskih) šahtova za pregled, čišćenje i održavanje kanala, šahtova za zaustavljanje padova, šahtova za skupljanje kišnice i snijega, rasteretnih komora s preljevima itd. . Potrebno je povremeno uklanjati naslage krutog otpada, mulja, pijeska i lišća iz kanalizacijske mreže, uz mjere predostrožnosti zbog kanalizacijskih plinova (metan, sumporovodik, amonijak) uzrokovanih raspadanjem organskih tvari, opasnih po zdravlje i život. U tu se svrhu ponekad mogu koristiti posebni uređaji koji se spuštaju kroz inspekcijske prozore.

Kada se kanalizacijska mreža ne može izgraditi na takav način da otpadna voda sama odlazi, na nju se priključuju crpne stanice koje otpadnu vodu ispumpavaju na višu razinu ili pritiskuju kroz cijevi. Kapacitet crpnih stanica trebao bi biti dovoljan za najveće količine otpadnih voda, pa se obično ugrađuju u nekoliko crpki, od kojih se jedna koristi za redoviti rad, a ostale se uključuju po potrebi. Kako bi se izbjegle zastoje zbog kvara pogona ili nestanka struje, pumpe imaju dva različita, međusobno neovisna pogona (npr. Elektromotor i motor s unutarnjim izgaranjem), pa ako jedan od njih otkáže, drugi se automatski uključuje. [6]



Budući da otpadne vode često sadrže agresivne, štetne, pa čak i otrovne sastojke, postoji opasnost od onečišćenja podzemnih i površinskih voda. Kako bi se udio štetnih tvari smanjio na bezazlenu mjeru, otpadne vode ponekad treba pročišćavati prije ispuštanja iz kanalizacije u prirodne tokove površinskih ili podzemnih voda, u jezera, mora ili na kopno. Biološkim procesima, djelovanjem mikroorganizama, većina organske tvari raspršene i otopljene u otpadnoj vodi razgrađuje se. Mulj koji ostaje nakon kondicioniranja obično se dalje obrađuje tako da se, ovisno o sastavu, može korisno koristiti kao gorivo, sekundarna sirovina ili gnojivo ili zbrinuti bez štetnih utjecaja na okoliš. [6]

### **3. KLASIČNA METODA SANACIJE KANALIZACIJSKIH SUSTAVA**

Iskop rovova izvodi se u tlu D kategorije do prvih približno 2 m dubine (Slika 4). Za ovaj dio iskopa predviđa se postavljanje oplata, čiji izračun je prikazan u poglavlju „Proračun nosivosti oplata“. Površina oplata predviđena je za cijelu dubinu iskopa zbog relativno velikih dubina samih rovova (pravila struke nalažu da se svaki rov zaštiti oplatom za iskop dublji od 1 m) i rahlog tla D kategorije koje može sa stijenki iskopa padati u rov.

Na dno rova postavlja se pješčana (ili tucanik frakcije 0-8 mm) posteljica  $d=10$  cm. Posteljicu je potrebno strojno zbiti i poravnati na točnost  $\pm 3,0$  cm. Na ovako pripremljenu posteljicu postavljaju se cijevi. Ovisno o vrsti cijevi i načinu spoja na samim mjestima spoja treba omogućiti nalijeganje cijevi u punom profilu na posteljicu. Nakon polaganja i montaže cijevi, djelomično se zatrpava cijev i provodi kontrola na vodonepropusnost i tlačna proba za tlačne cjevovode.

Ukoliko su rezultati pozitivni, odnosno uspješno provedena tlačna proba, prelazi se na potpuno zatrpavanje cijevi odgovarajućim materijalom uz dobivanje odgovarajuće zbijenosti ugrađenog materijala (sve prema odredbama iz Izvedbenog projekta).

Predviđeno je da se na postavljenu cijev ugrađuje se sloj pijeska debljine 30 cm iznad tjemena cijevi. Obavezno je ručno zasipavanje i ručno zbijanje pijeska oko cijevi te nakon polaganja cijelog sloja na cijev strojno zbijanje. Preostali dio rova se zasipava materijalom iz iskopa (dio trase koji se nalazi izvan prometnica) odnosno zasipavanje zamjenskim materijalom (tucanik) kojem je dodana cementna stabilizacija.

Na lomovima trase, spojevima sekundarnih kanala i na određenim razmacima unutar trase, potrebno je izgraditi vodonepropusna revizijska okna (sve prema projektu).



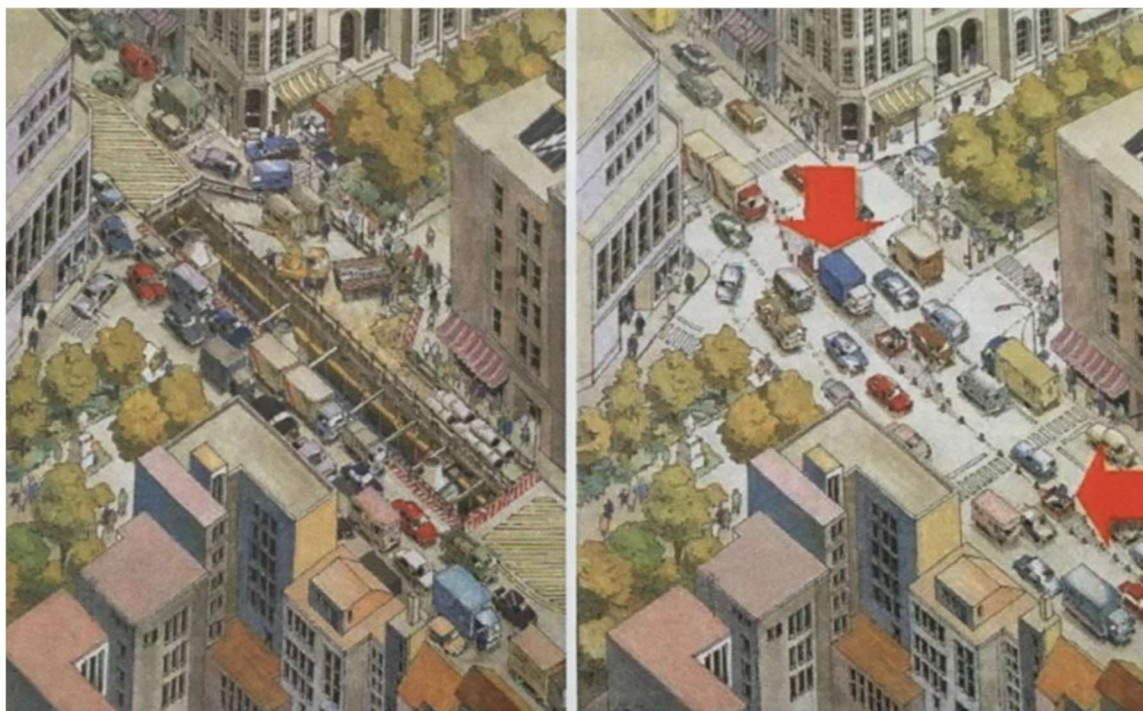
Slika 4 : Iskop kanala za postavljanje cijevi

#### **4. BEZROVOVSKE METODE SANACIJA KANALIZACIJSKIH SUSTAVA**

Tehnologija izgradnje i obnove javne infrastrukture prolazi kroz velike promjene i napredak, pa se koriste različite tehnike i materijali. Osim klasičnih metoda sanacije kanalizacijskih sustava, u svijetu raste interes za novim načinima obnove i izgradnje kanalizacijskih sustava. Suvremene tehnike obnove ne zahtijevaju iskopavanje, već je stara cijev "domaćin" za novu cijev ili oblogu. Metode restauracije bez kopanja u Europi su prisutne već trideset do četrdeset godina, dok se u Hrvatskoj primjenjuju tek posljednjih nekoliko godina. Ove tehnike poznate su pod jedinstvenim izrazom "bez rovovske metode sanacija kanalizacijskih sustava". [7]

Kod nas je uobičajeno glavni razlog odabira neke metode isključivo cijena same investicije. Zbog toga je potrebno istražiti i sagledati sve moguće tehnološke postupke rekonstrukcije i sanacije cjevovoda koji se nude na svjetskom tržištu i nakon toga odabrati odgovarajuće rješenje za neki problem, bilo da se radi o izgradnji ili rekonstrukciji postojećeg cjevovoda. [7]

Bezrovovske metode temelje se na principu sanacije bez iskopa, odnosno obnova cjevovoda vrši se bez iskopa putem postojećih revizijskih okana. Nastao je zbog potrebe da se eliminira iskop u gusto naseljenim područjima (Slika 5) koji poskupljuje ukupne troškove pri izvođenju radova. [5]



Slika 5 : Slika sa metodom iskopa i metodom bez iskopa na križanju [5]

Trenutno se u Europi razvijaju programi u kojima nastoje razviti niz alata za osiguravanje najekonomičnijeg sustava održavanja za popravke sustava komunalne mreže, koji zadovoljava ekonomske, socijalne i zdravstvene standarde, kao i zahtjeve zaštite okoliša. [5]

Najčešći kvarovi na kanalizacijskoj mreži koji uzrokuju začepljenje cjevovoda i neugodne mirise su:

- mehanička istrošenost (pohabanost cjevovoda)
- korozija
- pukotine
- napuknuća cijevi (ugrožena statička stabilnost kanala)
- prodor raslinja odnosno korijenja u cjevovod

### Najpopularnije bez rovovske metode izvođenja kanalizacijskih sustava su :

- CIPP (engl.: cured in place pipe)
- nanošenje obloge (engl.: spray lining)
- metoda proboja (engl.: pipe bursting)
- metoda klizajuće obloge (engl.: slip lining)
- mikrotuneliranje (engl.: microtunneling)
- tijesna ugradnja cijevi (engl.: close-fit-lining)

#### 4.1 CIPP - (engl.:cured in place pipe)

CIPP je vjerojatno jedna od najpouzdanijih metoda obnove cjevovoda koja se na veliko koristila u Europi i Americi proteklih 30godina. Njen proces se sastoji od umetanja smolom impregnirane fleksibilne cijevi invertiranjem u postojeću istrošenu cijev (Slika 6), nakon čega se ona stvrdnjava u mjestu upotrebom vruće vode ili vodene pare.



*Slika 6 : Postupak ubacivanja CIPP cijevi*

CIPP metoda može se koristiti za cijevi promjera od 100mm do 2700mm. Može se primijeniti za različite namjene cijevi i oblike kao što su kružni, ovalni i pravokutni oblik. Prije oblaganja metodom CIPP mora se snimiti cijela dionica i pripremiti obloga za njih.[1]

Tablica 1 : Prednosti i nedostaci CIPP metode

Prednosti	Nedostaci
Brza izvedba	Obloge se proizvode posebno za svaki projekt
Nema spojeva, cijev je kontinuirana	Visoki troškovi
U potpunosti bezrovovska metoda jer se u većini slučajeva koriste revizijska okna	Postojeća cijev zahtjeva detaljan pregled, čišćenje i pripremu
Moguća primjena kod različitih oblika cijevi	Nije moguće izvoditi za vrijeme dok u cijevima ima toka

#### 4.1.1. Snimanje kanalizacije

U većini slučajeva CCTV pregled se obavlja robotskom kamerom na daljinsko upravljanje (Slika 7), a na dijelovima kojima nije moguće pristupiti robotskom kamerom, snimanje se vrši zoom stick kamerom. Snimanje kamerom usmjereno je na utvrđivanje ukupnog stanja cjevovoda i identificiranje ključnih problema u sustavu koji mogu odrediti način sanacije ili eliminirati mogućnost bilo kakve sanacije u slučaju većih i opsežnijih pogrešaka.



Slika 7 : Robot kamera na daljinsko upravljanje [10]

#### **4.1.2. Čišćenje kanalizacije**

Čišćenje kanalizacijskih cijevi obavlja se visokotlačnim strojevima za čišćenje kanalizacije (Slika 8) kako bi se uklonili sve nečistoće u cijevima. Očišćena cijev se zatim ponovno vizualno pregledava CCTV robotom kako bi se utvrdila postojeća cijev i položaj bočnih priključaka.



Slika 8 : Čišćenje kanalizacije [11]

#### **4.1.3. Dimenzioniranje fleksibilne cijevi**

Nakon čišćenja i vizualnog pregleda cijevi, pažljivo se mjere promjer, dubina i duljina crijeva kako bi se odredile konačne karakteristike zbog kasnije proizvodnje odgovarajućih fleksibilnih cijevi u tvornici(Slika 9). U obzir se uzimaju sljedeći elementi : položaj pojedinih dionica cijevi, temperatura, prometno opterećenje kolnika i prisutnost podzemnih voda. [5]





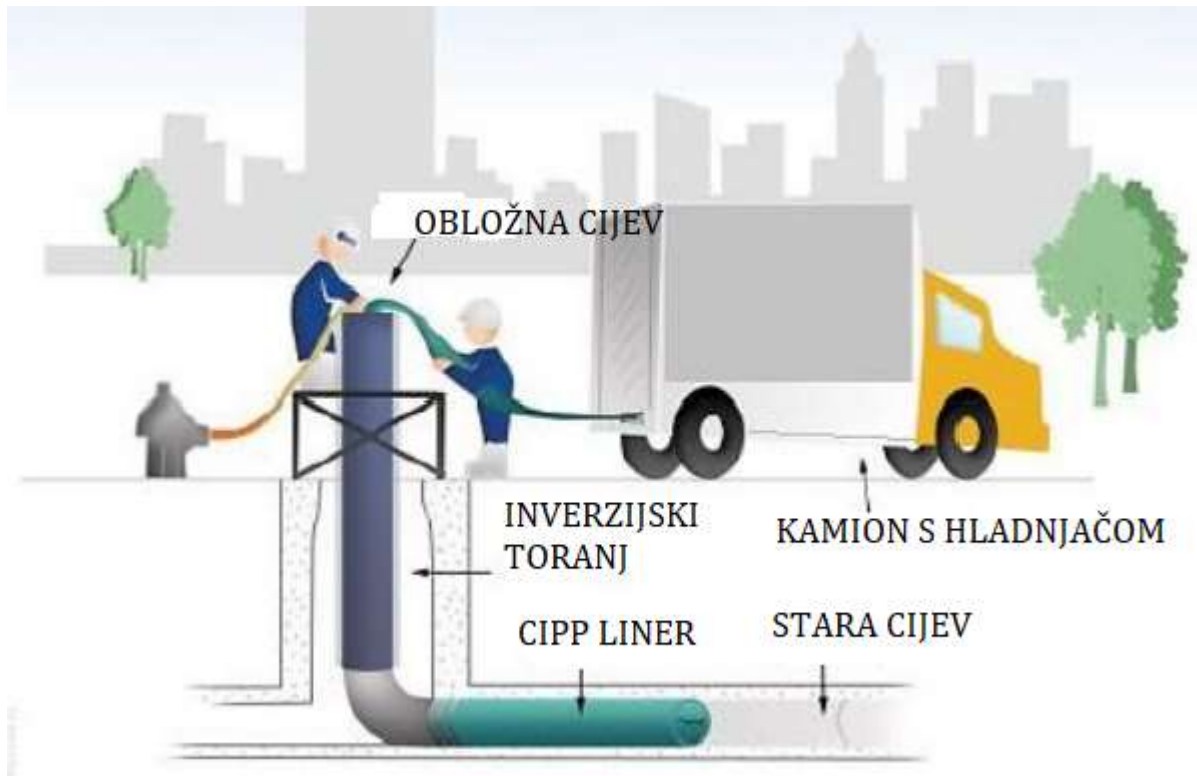
Slika 9 : Proizvodnja fleksibilnih cijevi [12]

#### ***4.1.4. Vakumska impregnacija fleksibilne cijevi***

Fleksibilna cijev puni se smolom u dovoljnoj količini da ispuni sve šupljine unutar cijevi kako bi se dobio željeni promjer i debljina stijenke. Fleksibilna cijev se skladišti na kontroliranoj temperaturi kako bi se izbjeglo nekontrolirano stvrdnjavanje, a zatim se u hladnjaku prevozi do mjesta ugradnje. [5]

#### ***4.1.5. Invertiranje fleksibilne cijevi u postojeću cijev***

Sam proces omogućuje prolazak kroz više šahtova, čime se omogućuje popravak više sekcija u isto vrijeme (Slika 10), čime se značajno štedi vrijeme. Kako bi se omogućila nesmetana sanacija i nesmetan rad kanalizacijskog sustava tijekom sanacije, bočni priključci moraju biti blokirani i demontirani ispred obloge. Postojeća cijev služi kao vodilica za fleksibilnu cijev. [5]



Slika 10 : Invertiranje CIPP linera u postojeći cjevovod [1]

#### **4.1.6. Otvrđjavanje cijevi**

Nakon što je fleksibilne cijevi potpuno umetnuta u postojeću cijev slijedi postupak otvrđjavanja cijevi toplom vodom. Pomoću jedinice za toplinsku energiju voda se zagrijava na potrebnu temperaturu i cirkulira sve dok fleksibilna cijev u potpunosti ne stvrdne (Slika 11). Nakon zahvata, pomoću posebne opreme (robot) buše se prethodno začepljeni spojevi i ponovno se vrši unutrašnji pregled CCTV kamerom da bi se utvrdilo je li zahvat obavljen ispravno. [5]



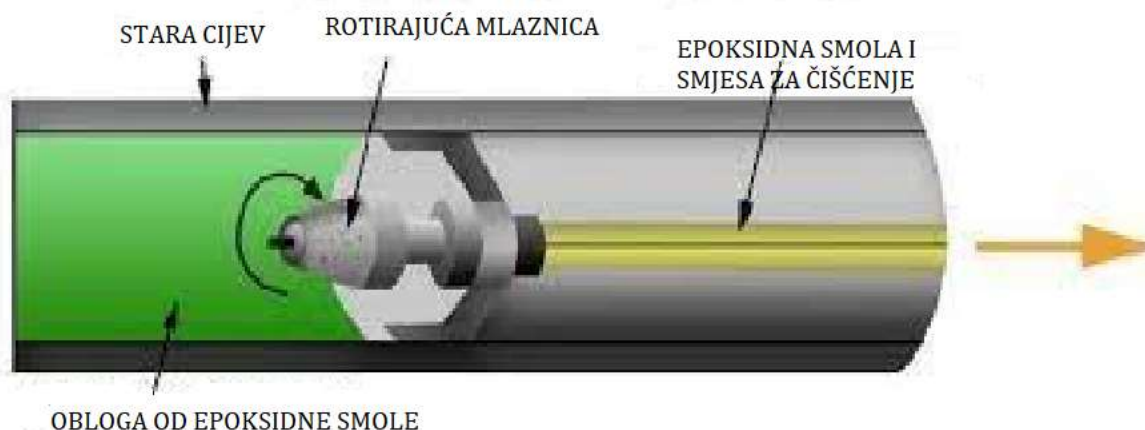
Slika 11 : Prije i poslije sanacije CIPP metodom [13]

#### 4.2. Nanošenje obloge (engl.: spray lining )

Premaz od cementnog ili epoksidnog poliuretanskog morta (Slika 12) koriste se za zaštitu metalnih cijevi od korozije ili za sprječavanje ulaska vode u pukotine cijevi. Kako bi se osiguralo dobro prijanjanje novog premaza, cijev se mora temeljito očistiti i osušiti prije nanošenja premaza.

Tanki sloj premaza (1-1,5mm) nanosi se rotirajućom mlaznicom koja se kreće od jednog kraja cijevi do drugog. Debljina sloja se kontrolira brzinom mlaznice. [7]

Vrijeme stvrdnjavanja za premaz od epoksidne smole je 16 sati, a za poliuretanski premaz 2 sata. Ovo vrijeme je znatno duže za betonske premaze. Betonske obloge lakše se postavljaju i jeftinije su, dok druge obloge nude prednost tanjeg sloja i boljih hidrauličkih svojstava. [5]

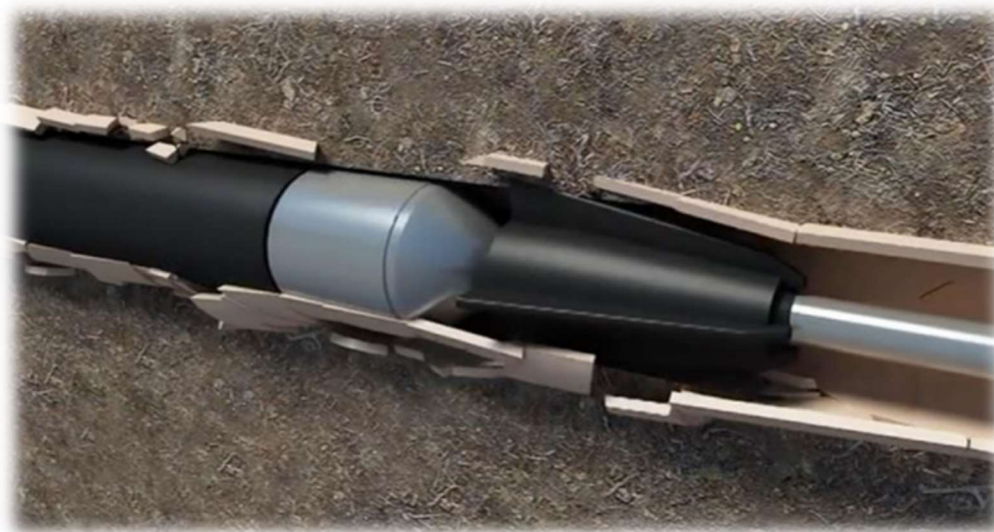


Slika 12 : Nanošenje obloge od epoksidne smole [5]

#### 4.3. Metoda proboja (engl.: pipe bursting)

Izvodi se pneumatski, hidraulički ili statičkim povlačenjem, kidanjem, lomljenjem (probijanjem) postojeće cijevi i bacanje njezinih fragmenata u okolno tlo, dok se kroz nju provlači nova cijev. [1]

Osnovna glava drobilice (Slika 13) je 50mm do 100mm veća od promjera stare cijevi kako bi izazvala njeno lomljenje i nešto veća od nove cijevi kako bi se smanjilo trenje i osigurao razmak za manevriranje. Novo crijevo povezuje se sa stražnjom stranom rasprskavajuće glave, dok se kabel ili potezna šipka spaja s prednje strane. Glava s novom cijevi se odvaja od usisnog korita, a kabel ili spojna šipka uklanjaju se iz usisnog korita. Kabel/šipka koju provlači kroz postojeću cijev, zajedno s konusnim oblikom glave čekića, osigurava da glava slijedi postojeću cijev. [1]

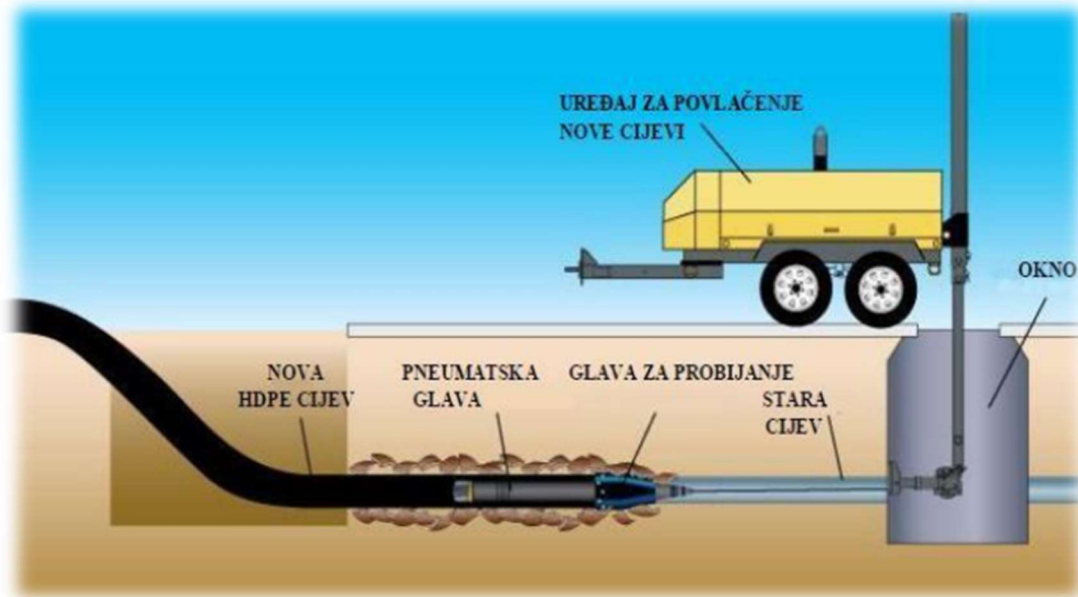


Slika 13 : Glava za lomljenje [1]

Veličina cijevi, koju je trenutno moguće zamijeniti „metodom proboja“ (Slika 14) kreće se od 50mm do 900mm

U pravilu se izvodi u razmacima od 90m do 120m, što odgovara normalnom razmaku okna. Često se koristi kao zamjena za cijev izrađene od krhkih materijala kao što su glina, lijevano željezo, beton, azbestni cement ili neke vrste plastike.

Najprikladnije tlo za tu metodu je tlo srednje zbijenosti, u kojem se povećana rupa ne urušava odmah nakon prolaska konusne glave. Manje prikladna tla su tla velike gustoće i jake zbijenosti, tla ispod razine podzemne vode, te diletanta tla. [1]



Slika 14 : Metoda proboja [5]

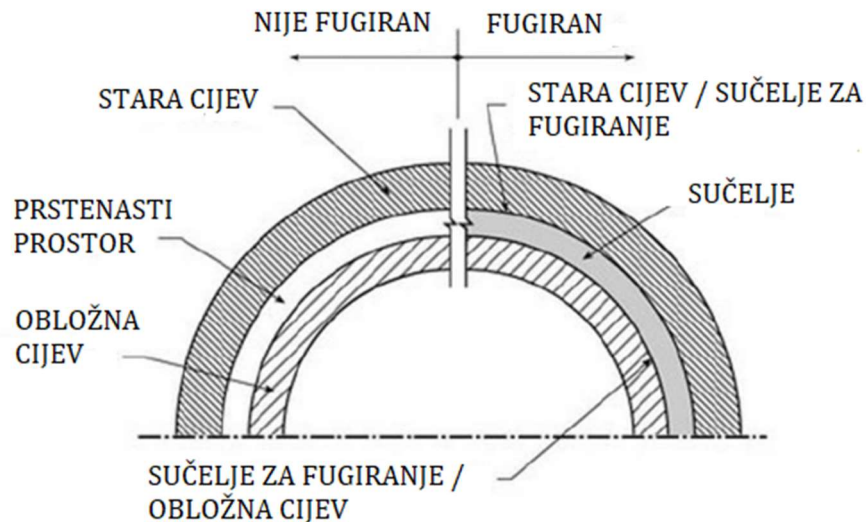
#### 4.4. Metoda klizajuće obloge (engl.: slip lining )

Metoda klizajuće obloge (Slika 15) je vjerojatno jedna od najstarijih metoda bez iskopa. Iako „metoda klizajuće obloge“ nije potpuno bez iskopa, količine iskopa su znatno manje od tradicionalnih metoda zamjene cijevi. Ova metoda uključuje umetanje nove cijevi u postojeću. Nova cijev čiji je vanjski promjer manji od unutarnjeg promjera postojeće cijevi, uvlači se ili gura u postojeću cijev. Idealna postojeća cijev za primjenu je ravna i bez deformacija. Kod izvođenja „metode klizajuće obloge“ s kontinuiranom cijevi za polietilenske i PVC cijevi često se koriste okrugle cijevi manjeg promjera (<15 cm). Nova cijev položi se na tlo, a zatim se provlači kroz iskopanu jamu sve do izlazne točke, koja može biti i revizijsko okno. [1]



Slika 15 : Metoda klizajuće obloge [14]

Prazna prstenasta rupa između stare i nove cijevi ispunjena je mortom kako bi se spriječilo curenje i osigurao strukturni integritet cijevi. Mort se koristi samo za zaštitu nove cijevi i prijenos opterećenja s postojeće cijevi. Isto tako mort spaja stare i nove cijevi u jednu cjelinu, povećavajući debljinu stijenke i čvrstoću cijevi (Slika 16). Pravilan odabir i ugrađivanje morta često je najzahtjevniji dio izvođenja „metode klizajuće obloge“ metode. Mase koji služe samo za učvršćivanje cijevi su slabijih čvrstoća i veće viskoznosti. [1]



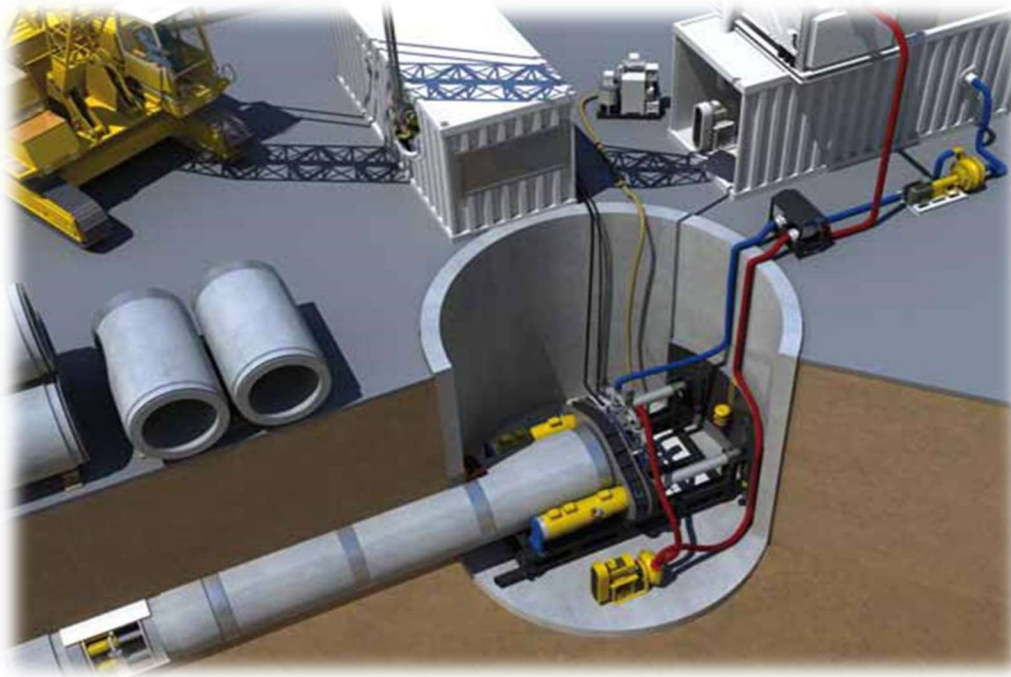
Slika 16 : Presjek cijevi kod izvođenja slip lining metode [1]

Sile koje se pojavljuju za vrijeme injektiranja morta potrebno je kontrolirati te spriječiti da pod njihovim utjecajem ne dođe do oštećenja ili pomaka nove cijevi. Smanjenje promjera cijevi kod ove metode može biti značajno, osobito kada se koriste cijevi komercijalno dostupnih promjera ili ako veličina mora biti dodatno smanjena zbog deformacija i pomaka na spojevima postojećih cijevi. Zbog ovih ograničenja ova metoda se sve manje koristi. [1]

#### 4.5. Mikrotuneliranje (engl.: Microtunneling)

Mikrotuneliranje (Slika 17) je tehnologija čiji nam je naziv jasno govori da je namijenjena za izradu manjih tunela. Prije svega, radi se o izgradnji cjevovoda većeg promjera ( od 800mm do 3800mm i više ), a također i većih duljina, koje u određenim uvjetima mogu premašiti čak i nekoliko kilometara. Izgradnja mikrotunela omogućuje polaganje cjevovoda na bilo kojoj dubini bez potrebe za iskopima. Što je još važnije, na ekstremno teškim lokacijama kao što je postavljanje cijevi ispod korita rijeka, ispod pruga i ostalih prometnica, zgrada i ispod posjeda, posebno onih u koje nije moguće ući jer nisu riješeni imovinsko pravni odnosi. [8]



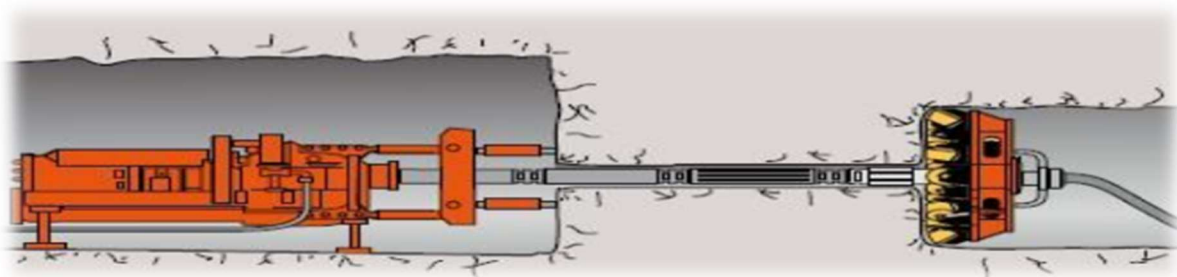


Slika 17 : Metoda mikrotuneliranja [8]

Tehnologija se temelji na daljinski upravljanim procesima bušenja sa strojevima za bušenje mikrotunela (MTBM uređaji). Cjeloviti proces radova nadzire operater stroja iz mobilne kabine koja se nalazi na razini iskopa. Računalna konzola i precizna nadzorna oprema omogućava mu stalni dotok povratnih informacija alata za bušenje, kao i o radu hidrauličkih sklopova. Instalirana programska oprema između ostalog omogućava neprestano primanje i bilježenje svih važnih parametara. [8]

Tehnike strojnog vođenja građenja mikrotunela mogu se svrstati u 2 skupine:

- Strojevi koji rade na principu bušenja.
  - Pogonska stanica je stabilna, a kreće se samo rezna glava (Slika 18).



Slika 18 : Bušenje mikrotunela [5]

- Strojni iskop punog profila (Slika 19).
  - Pogonska stanica se kreće zajedno sa reznom glavom. Isti princip rada kao i kod strojeva za iskop velikih tunela



Slika 19 : Strojni iskop punog profila [5]

Mikrotuneliranje se može izvesti u svim vrstama tla od pijeska, gline i tvrdog tla do najtežih stijena. Tehnologija je dakle pogodna i u slučajevima kada je izvođenje radova s drugim tehnologijama onemogućeno ili uopće nije izvedivo.

Glavni nedostaci sustava su visoki fiksni troškovi, koji MTBM tehnologiju čine ekonomski nepovoljnom, prvenstveno kod kraćih dionica i manjih promjera cjevovoda. Riječ je o relativno visokim cijenama pripremnih radova i izvedbi bušotina. [8]

#### 4.6. Tijesna ugradnja cijevi (engl.: close-fit-lining)

Tijesna Ugradnja cijevi je pojam koji objedinjuje nekoliko tipova obnove cjevovoda u kojima je poprečni presjek nove kontinuirane cijevi privremeno deformira (Slika 20) prije nego što se umetne u postojeću cijev. Nakon umetanja poprečni presjek nove kontinuirane cijevi vraća se u originalni oblik i promjer, stvarajući tijesnu vezu sa postojećom cijevi. [1]



Slika 20 : Cijev prije ugradnje

Rekonstrukcija cjevovoda vrši se po dionicama između revizijskih okana. Ugradnja cijevi može se izvršiti kroz više revizijskih okana u jednom povlačenju cijevi i zatim ukloniti ili izrezati dio cijevi koji nam ne treba.

Postupak ugradnje nove cijevi je sljedeći (Slika 21) :

1. novu cijev postavljamo u preklopljenom obliku
2. cjevovod upuštamo vodenu paru koja pritiskom nastoji „ispraviti“ cijev
3. nakon što cijev dobije svoj željeni oblik tlačimo ju komprimiranom zrakom
4. kao rezultat nova cijev je čvrsto priljubljena uza stjenku starog cjevovoda

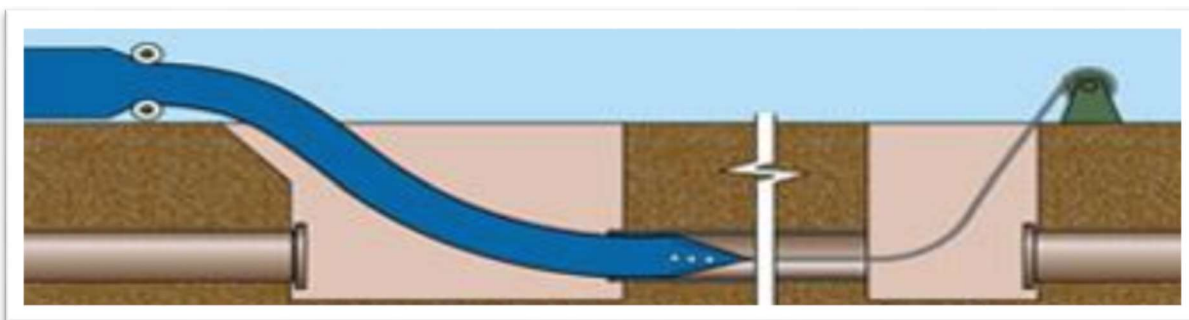


Slika 21 : Postupak ugradnje nove cijevi [5]

Ova metoda sanacije postojećeg cjevovoda značajno smanjuje vrijeme izgradnje i ukupne troškove nudeći niz prednosti u odnosu na klasičnu rekonstrukciju:

- brza i ekonomična ugradnja
- nema potrebe za prekopavanjem ulica
- koriste se otporne i dugotrajne cijevi
- cijevi se mogu reciklirati
- nema gubitaka vode

Tijesna ugradnja cijevi (Slika 22) izvodi se na sličan način kao i kontinuirana metoda klizajuće obloge.



Slika 22 : Tijesna ugradnja cijevi [5]

## 5. AGLOMERACIJA KUTINA

Pitka voda predstavlja najvažniji i najdragocjeniji hrvatski prirodni resurs i zato se prema njoj moramo odnositi odgovorno i s puno pozornosti. Poduzeće Moslavina d.o.o. za javnu opskrbu i odvodnju, pokrenulo je i provodi najveći infrastrukturni projekt u povijesti Grada Kutine i moslavačkog kraja. Projekt se realizira: sredstvima EU fondova, nacionalnih i sredstvima lokalne samouprave. Njegovom realizacijom ostvarit će se učinkovito upravljanje sustavom odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda kroz vodoopskrbno područje Moslavačka Posavina. [9]

### **CILJEVI PROJEKTA:**

Ulaganje u sustav javne vodoopskrbe, javne odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda primarno na području aglomeracije Kutina i sekundarno na području aglomeracije Popovače i Velike Ludine (područje Moslavačke Posavine).

### **VODOOPSKRBA:**

- razvoj koji osigurava povećanje priključenosti
- osiguravanje dugoročno planiranih količina pitke vode
- dugoročno smanjenje gubitka vode

### **ODVODNJA**

- povećanje i kvalitete i sigurnosti usluga
- povećanje učinkovitosti postojećeg mješovitog sustava odvodnje
- pročišćavanje otpadnih voda prema propisanim standardima i rokovima
- razvoj i osiguranje priključenja na javne sustave

### **Agglomeracija Kutina (Slika 23) sastoji se od 5 faza:**

- Novelacija F → novo izgradnja kanalizacijskog sustava
- Novelacija E → novo izgradnja kanalizacijskog sustava
- Faza 7 → rekonstrukcija postojećeg kanalizacijskog sustava
- Faza 8 → rekonstrukcija postojećeg kanalizacijskog sustava
- Vodovod → rekonstrukcija vodovoda



Slika 23 : Aglomeracija Kutina

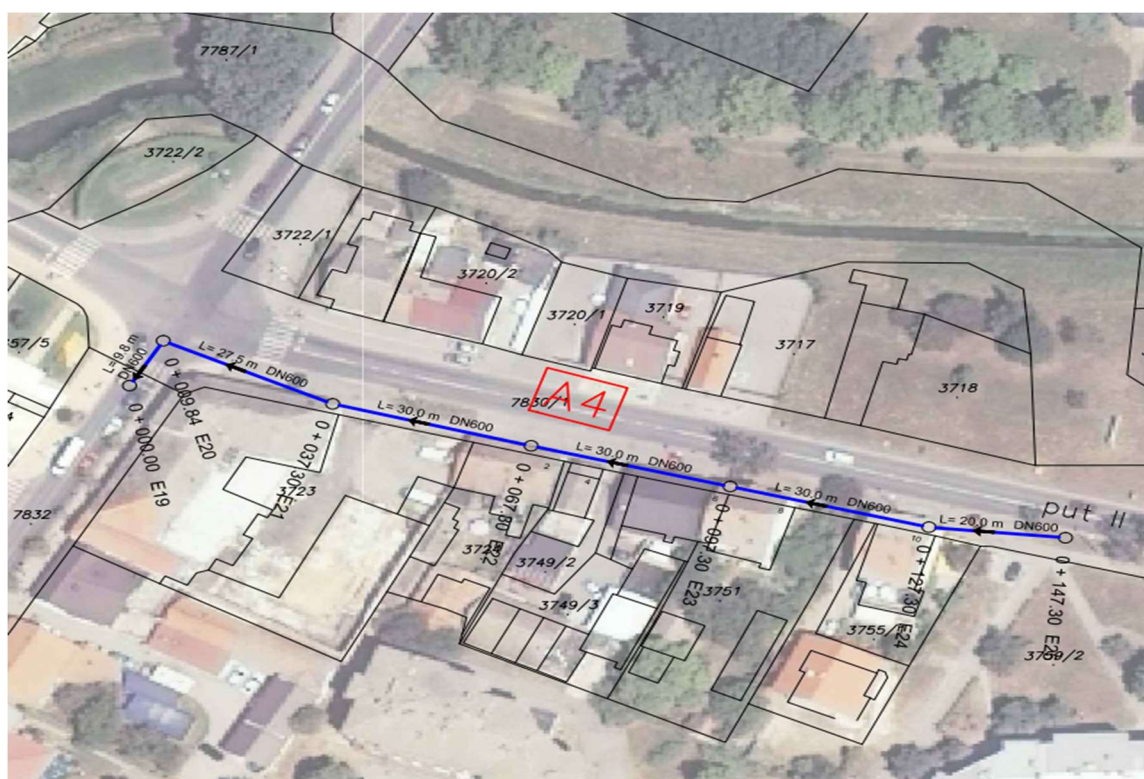
U svim fazama izgradnje provodio se klasičan način izgradnje sustava odvodnje osim u ulici Vladimira Nazora – Faza 7 gdje se radi o jednoj od glavnih ulica u gradu Kutini, raskopavanje radi zamjene cjevovoda bi uzrokovalo značajne poremećaje u prometu zbog potrebe zatvaranja dijela ulica i posebno raskrižja. Naručitelj je zatražio obavljanje istražnih radova i ocjenu stanja sustava na dijelu od okna E25 do E19 (Slika 24) radi donošenja objektivne procjene o mogućnosti sanacije ovog cjevovoda metodom bez iskopa. Kanalizacijski sustav izgrađen je od betonskih cijevi, ovalnog profila 600/900. Vrijeme izgradnje nije poznato, pretpostavlja se da se radi o sustavu starom 40 ili više godina.

Istražni radovi su obavljeni u mjeri nužnoj da bi se donijela objektivna ocjena o mogućnosti sanacije ovog kolektora CIPP metodom.

Sastoji se od 3 dijela : - pripremni radovi

- glavni sanacijski radovi

- završni radovi



Slika 24 : Dionica CIPP sanacije

## 5.1. Pripremni radovi

Zatečeno stanje kolektora 600/900 općenito je loše, a ključni problemi su:

- zapunjenost kolektora
- nemogućnost pristupa u sva okna
- nepravilno izvedeni spojevi priključaka na glavni kolektor

Osim općeg lošeg stanja sustava, što je posljedica nepravilnog održavanja i izostanka redovitog čišćenja, stanje cjevovoda se može ukratko ocijeniti:

- a) Vodonepropusnost – ne zadovoljava. Ovo je posljedica curenja na spojevima betonskih cijevi.
- b) Funkcionalnost – ne zadovoljava. Sustav je skoro pa začepljen, protok je vrlo usporen zbog puno prepreka i nanosa (potrebno je ukloniti svo nakupljeno korijenje)
- c) Strukturna stabilnost – nije ugrožena. Ne postoje urušavanja ili lomova cjevovoda zbog kojih bi moglo doći do urušavanja, ali je potrebno dodatno stabilizirati sustav kod rješavanja problema vodonepropusnosti i funkcionalnosti. [10]

### 5.1.1. CCTV Inspekcija

CCTV inspekcija cjevovoda (Slika 25) obavljena je daljinski upravljanom robot-kamerom, a na dionici gdje nije bio moguć pristup robot kameri snimanje je obavljeno štapnom zoom-kamerom. S obzirom da se radi o istražnim radovima i da je pranje sustava obavljeno samo do minimalne potrebe razine za ulazak kamere u sustav i određivanja stanja cjevovoda, tijekom CCTV inspekcije naglasak je stavljen na utvrđivanje općeg stanja cjevovoda i pronalaženje ključnih problema u sustavu koji mogu odrediti način sanacije ili pak otkloniti mogućnost bilo kakve sanacije u slučaju većih ili opsežnijih pogrešaka (Tablica 2).

Detaljno pranje i čišćenje cjevovoda predstavlja dio pripremnih radova u sklopu sanacije cjevovoda predloženim metodama. [10]





Slika 25 : Snimka cjevovoda [10]

Tablica 2 : Pregled elemenata sustava odvodnje na analiziranoj dionici [10]

Rb	Element sustava	Stacionaža	Status	Komentar
1.	E19-početno okno	0+000	Zadovoljava	Početno okno za CIPP
2.	Dionica E19-E20		CCTV robot	Zadovoljava za CIPP
3.	Okno E20	0+010	Zadovoljava	
4.	Dionica E20-E21		CCTV robot	Zadovoljava za CIPP
5.	Okno E21	0+037	Zatrpáno	Potrebna zamjena
6.	Dionica E21-E22		Šaht kamera	Zadovoljava za CIPP
7.	Okno E22	0+067	Zatrpáno	Potrebna zamjena
8.	Dionica E22-23		Šaht kamera	Zadovoljava za CIPP
9.	Okno E23	0+097	Zadovoljava	
10.	Dionica E23-E24		Šaht kamera	Zadovoljava za CIPP
11.	Okno E24	0+127	Zadovoljava	
12.	Dionica E24-E25		Šaht kamera	Zadovoljava za CIPP
13.	Okno E25	0+147	Zadovoljava	

**Na temelju istražnih  
radova moguće je zaključiti slijedeće:**

Za cjevovod 600/900 : Predložena je tehnologija sanacije postojećeg cjevovoda CIPP metodom. Primjena ove metode sanacije u ovom slučaju je racionalna i tehnički opravdana odluka zbog više razloga:

- a) Stanje postojećeg cjevovoda to omogućava. Cjevovod je u smislu stabilnosti i funkcionalnosti pogodan za ovu vrstu sanacije, strukturna stabilnost nije ugrožena, ali je potrebno detaljno očistiti cjevovod i obaviti kvalitetnu pripremu brušenjem i oblikovanjem svih radijalno pomaknutih spojeva te pravilno ugraditi liner, čime će se osigurati trajnost i puna funkcionalnost sustava
- b) Lokacija izvođenja radova je pogodna za metodu sanacije bez iskopa jer se izbjegava potreba za kopanjem relativno širokog iskopa u zoni prometnice sa velikim opterećenjem
- c) Primjena metode bez iskopa smanjuje utjecaj na promet i stanovništvo
- d) Radovi se mogu završiti u kraćem roku nego je to slučaj kod iskopa

Konačnu odluku o primjeni tehnologije bez iskopa (UV-CIPP) treba donijeti u ovisnosti o financijskim pokazateljima i usporedbi troškova u odnosu na klasični iskop (Tablica 3).  
[10]

*Tablica 3 : Cijene iz troškovnika*

Cijena radova na temelju ugovorenog troškovnika	Procjena troškova klasičnom metodom	Cijena radova CIPP metodom
47.605,15€	85.242,21€	102,153,83€

### **5.1.2. Kriterij i prijedlog za odabir tehnologije**

#### **Kriterij za odabir tehnologije sanacije:**

- a) Preferirana metoda sanacije treba biti bez rovovska jer između ostalog nudi bitne prednosti u odnosu na klasični iskop:
- minimizira se utjecaj sanacijskih radova na okolinu i smanjuju se oštećenja postojećih prometnica i pješačkih staza, minimizira se utjecaj na okolno drveće zbog oštećivanja korijenja kod iskopa
  - minimizira se utjecaj na promet ( zauzimanje prometnih i parkirnih površina ) na vrlo kratak vremenski period
  - smanjuje se ukupno vrijeme izvođenja radova
  - krajnji rezultat je sanirana cijev iznimno dobrih mehaničkih svojstava, otporna na habanje i naknadne moguće pomake zbog smicanja tla i potresa
- b) Materijal koji se koristi za sanaciju cijevi iznimno dobrih mehaničkih svojstava, otporna na habanje i naknadne moguće pomake zbog smicanja tla i potresa
- visoki modul elastičnosti
  - velika otpornost na kidanje ili oštećenje
  - otpornost na uvijete korištenja (otpornost na habanje, otpornost na moguće kemijske utjecaje)
- c) Sanirana cijev mora imati trajnost u korištenju od najmanje 50 godina
- d) Oprema i kvalificirano osoblje kojima raspolaži izvođači moraju biti prikladni za izvođenje radova odabranom tehnologijom

Uvažavajući prethodno postavljene kriterije, a na temelju obavljene analize nalaza CCTV inspekcije, u nastavku se daju preporuke za odabir tehnologija bez rovovske sanacije koje mogu na zadovoljavajući način riješiti problem sanacije sustava odvodnje koji je predmet ove ocjene stanja. [10]

### **5.1.3. UV-CIPP tehnologija linera**

Za sanaciju svih dionica obuhvaćenih ovom ocjenom stanja predlaže se odabrati UV-CIPP tehnologiju sanacije (Ultra-Violet Curred-In-Place-Pipe) jer je najbolji mogući način koji zadovoljava sve postavljene kriterije.

Bitne karakteristike UV-CIPP metode sanacije koje u konkretnom slučaju donose benefite za analizirane cjevovode:

- a) Izvrsne mehaničke karakteristike završnog proizvoda ( visoka mehanička otpornost, veliki modul elastičnosti, velika obodna čvrstoća – sve karakteristike vrlo slične GRP cijevi )
- b) Velika otpornost na habanje, što jamči kvalitetno i dugoročno rješenje (trajnost od min. 50godina)
- c) Finalni proizvod ima vrlo glatku cijev nakon završetka polimerizacije, uvjeti tečenja u saniranoj cijevi se značajno poboljšavaju, što dugoročno donosi benefite za ukupno funkcioniranje sustava odvodnje
- d) Zauzeće presjeka stare cijevi je zanemarivo, čime se osigurava maksimalno raspoloživi kapacitet cjevovoda za vršna opterećenja i za uredno buduće funkcioniranje sustava
- e) Minimalni utjecaj na okoliš i promet

Jedino od ograničenja UV-CIPP tehnologije odnosi se na uvjete pristupa do početnog i završnog okna. Da bi UV-CIPP tehnologija bila efikasna, potrebno je osigurati da su početno i završno okno dostupni i dovoljno veliki, s tim da dužina pojedine dionice ne mora biti ograničena na postojeću konfiguraciju sustava (okna svakih 30m), nego je moguće izvršiti sanaciju više dionica odjednom. [10]

#### **5.1.4. Polimer-cementni reparaturni mortovi**

Polimer-cementni reparaturni mortovi su odlično rješenje na mjestima gdje je potrebno obaviti lokalnu sanaciju oštećenja stijenke cjevovoda ili okna, a da pri tome nisu uočena oštećenja koja utječu na strukturu, stabilnosti i funkcionalnosti cjevovoda.

U pravilu, reparaturni mortovi se koriste gdje je potrebno riješiti problem vodonepropusnosti, što je najčešće slučaj na spojevima betonskih cijevi koje su ugrađene bez dodatne gumene brtve ili za sanaciju postojećih okana.

Reparaturni mortovi odlikuju se sa dobrom prionjivošću na vlažne betonske materijale, vrlo su pogodni za obradu i ostvaruju dobru vezu sa starim betonom, uz uvjet prethodnog mehaničkog čišćenja površine

Ova tehnologija sanacije je predviđena za sanaciju postojećih okana koji se neće zamjenjivati novima. [9]

#### **5.1.5. Određivanje stanja stare cijevi**

Kriteriji prihvatljivosti odstupanja utvrđeni su prema zahtjevima DWA-M 149-3 koji se odnose na stanje stare cijevi (HPC – eng. Host Condition Pipe) i prema kojima se određuju uvjeti koje mora zadovoljiti nova cijev (liner).

Stanje stare cijevi (HPC) poznaje tri različita stanja cijevi označena od HPC 1 do HPC 3.

##### **Host pipe condition I (HPC 1)**

Stanje stare cijevi koja odgovara proračunskim uvjetima za HPC 1, određuje se prema sljedećem:

- mjestimična curenja na spojevima cijevi i na zidovima
- manja napuknuća stijenki, ali bez uzdužnih napuknuća (više od 1m)
- lokalna oštećenja i deformacije na starim cijevima do 2% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)
- kutni pomaci na spojevima cijevi do 0,5% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)

### **Host pipe condition II (HPC 2)**

Stanje stare cijevi koja odgovara proračunskim uvjetima za HPC2 određuju se prema sljedećem:

- uzdužna pukotina na cijevi sa manjim deformacijama
- manja do srednje velika napuknuća stijenki, sa uzdužnim napuknućima (više od 1m)
- lokalna oštećenja i deformacije na starim cijevima do 2% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)
- kutni pomaci na spojevima cijevi do 0,5% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)
- ovalnost cijevi do 3% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)

### **Host pipe condition III (HPC 3)**

Stanje stare cijevi koje odgovara proračunskim uvjetima za HPC 3 određuju se prema sljedećem:

- ugrožena stabilnost nosive posteljice cijevi
- stalne izmjene u visini podzemnih voda
- intenzivno prometno ili drugo opterećenje
- manja do srednje velika napuknuća stijenki sa uzdužnim napuknućima (više od 1m)
- lokalna oštećenja i deformacije na starim cijevima do 5% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)
- kutni pomaci na spojevima cijevi do 0,5% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)
- ovalnost cijevi više od 3% korisnog promjera cijevi (unutrašnji)

### 5.1.6. Statički proračun UV-CIPP linera

Statički proračun CIPP linera se obavlja radi prethodne provjere zadovoljavanja namjene u konkretnim uvjetima primjene.

Granični uvjeti koji utječu na statički proračun novog linera:

- visina zemljanog nasipa iznad tjemena stare cijevi (h)
- visina vodnog lica iznad kinete stare cijevi (GW)
- tlak podzemnih voda (hidrostatički tlak)
- unutrašnji tlak sustava
- promjene u radnim temperaturama sustava (očekivane)
- vlastito opterećenje od težine linera

Na temelju prikupljenih podataka o stanju stare cijevi (HPC) i pretpostavljenih uvjeta okoline (granični uvjeti rada sustava odvodnje) izvršen je kontrolni proračun (statička analiza) linera kako bi se prema rezultatima proračuna odabrao liner sa potrebnim karakteristikama (Tablica 4). [10]

*Tablica 4 : Rezultati statičkog proračuna s odabranim debljinama linera [10]*

Rb	Početno okno	Završno okno	Dužina dionice (m)	Promjer cijevi(DN)	Ocjena stanja cijevi (HPC)	Odabrana debljina stijenke linera (mm)
1.	E19	E20	10	600/900	HPC 2	8,4 mm
2.	E20	E21	27	600/900	HPC 2	8,4 mm
3.	E21	E22	20	600/900	HPC 2	8,4 mm
4.	E22	E23	30	600/900	HPC 2	8,4 mm
5.	E23	E24	30	600/900	HPC 2	8,4 mm
6.	E24	E25	20	600/900	HPC 2	8,4 mm

## 5.2. Glavni sanacijski radovi

### a) Uvlačenje (gliding) folije na donju stranu stare cijevi

Folija je debljine 1,5 do 1 mm, velike čvrstoće, otporna na kidanje. Služi kao podloga po kojoj će kliziti liner u fazi uvlačenja u staru cijev (Slika 26). Osim zaštitne funkcije u fazi uvlačenja, ova folija dodatno štiti novi liner od mogućnih oštećenja u fazi kalibracije (napuhivanja) lineru te u fazi polimerizacije lineru (pečenja UV zračenjem). Ova folija ostaje trajno spojena sa linerom na kraju postupka i dodatno ojačava liner u donjem segmentu (od 3 do 9 sati).[11]



*Slika 26 : Vodeća (gliding) folija za uvlačenje lineru [11]*



**b) Uvlačenje novog linera u staru cijev pomoću hidrauličkog vinča (Slika 27).**

Kod većih profila kao pomoćni uređaj za kontrolirano spuštanje linera u okno se koristi i specijalni konvejer, koji omogućava kontrolirano uvlačenje linera u staru cijev (Slika 28). Ovo je bitna prednost ove tehnologije jer osigurava jednostavno, kontrolirano i sigurno uvlačenje linera i postavljanje na poziciju za instalaciju. Mogućnosti greške u ovoj fazi su zanemarive. U praksi velikog broja izvođača, gotovo nikada se ne dešavaju greške loma ili oštećenja linera u fazi uvlačenja. [11]



*Slika 27 : Uvlačenje linera u okno pomoću konvejera [11]*



*Slika 28 : Vodilica za uvlačenje u početnom oknu [11]*

**c) Postavljanje krutih pakera na oba kraja linera .**

U početnom i završnom oknu se na krajeve linera postavljaju posebno pripremljeni čelični pakeri (Slika 29) prilagođeni profilu i obliku cijevi. Oni formiraju kraj linera na oba kraja i omogućavaju upuhivanje zraka tijekom faze kalibracije i uvlačenja oprema sa UV lampama na fazi polimerizacije. [11]



*Slika 29: Postavljanje pakera na kraju linera [11]*

#### **d) Faza kalibracije**

Nakon instalacije pakera na oba kraja, započinje se kontroliranim upuhivanjem zraka u liner. Ovo se radi pomoću velikih industrijskih kompresora sa mogućnosti isušivanja i odvlaživanja zraka. Tlak koji se ostvaruje u lineru se mora cijelo vrijeme kontrolirati i bilježiti. Tlak je propisan od strane proizvođača linera (0,2 do 0,5bara), jer osigurava kontrolirano razvlačenje linera i prilagodbu obliku stare cijevi. Kalibracija se odvija tijekom perioda od 20 min do 90 min, ovisno o više faktora (debljina linera, promjer i oblik cijevi, vanjska temperatura i vlaga.) [11]

#### **e) Instalacija opreme sa UV lampama**

Nakon završetka faze kalibracije, kroz pakere se u liner uvlači oprema sa UV-lampama (Slika 30), nakon čega se pakeri opet zatvaraju. Pomoću prethodno uvučenog užeta za povlačenje, oprema se povlači na suprotni kraj dionice i nakon toga spremna je za početak glavne faze: polimerizacije. [11]



*Slika 30 : Uvlačenje UV-lampi u liner [11]*

#### **f) Faza polimerizacije**

Vodi se računalnom (Slika 31). Paljenje lampi je programirano i ovisi o prethodno definiranim uvjetima. Cijelo vrijeme se bilježi temperatura ostvarena na stijenkama, brzina kretanja i sekvenca paljenja pojedinačnih lampi. Brzina kretanja UV kompozicije je 0,1 do 0,5m/min, što ovisi o promjeru, obliku i debljini linera. S obzirom na prethodni nadzor procesa polimerizacije i računalno vođen postupak, mogućnosti pogreške su gotovo zanemarive i svode se na statističke pogreške. Prosječno vrijeme polimerizacije za dionicu od 50metara promjera DN 500 je cca 90minuta. [11]



*Slika 31 : Proces polimerizacije vođen računalom [11]*

### **g) Faza hlađenja linera**

Nakon završetka polimerizacije linera, slijedi faza hlađenja (cca 1-1,5sat), nakon čega se može pristupiti rezanju krajeva linera (viškovi), vađenje pakera na oba kraja te uklanjanju opreme iz dionice. Rezanje viškova linera se obavlja ručnim pneumatskim alatima (brusilice). Višak materijala se prikuplja i odvozi na zbrinjavanje (spaljivanje). [11]

### **h) Uklanjanje unutrašnje zaštitne folije**

Liner je opremljen dodatnom zaštitnom folijom koja služi kao zaštita u fazi polimerizacije. Nakon završetka polimerizacije, ova folija se jednostavno uklanja iz dionice povlačenjem (Slika 32). [11]



*Slika 32 : Uklanjanje unutrašnje zaštitne folije [11]*

### **5.3. Završni radovi**

#### **a) CCTV inspekcija**

Odmah nakon završetka dionice, pristupa se CCTV inspekciji dionice. Svrha ove inspekcije je utvrditi stanje obloge po cijelom profilu. Pravilno ugrađen liner mora se prilagoditi obliku stare cijevi (faza kalibracije) i mora biti bez neravnina ili bilo kakvih površinskih oštećenja ili nabora (potpuno završena faza polimerizacije). [11]

#### **b) Ispitivanje vodonepropusnosti**

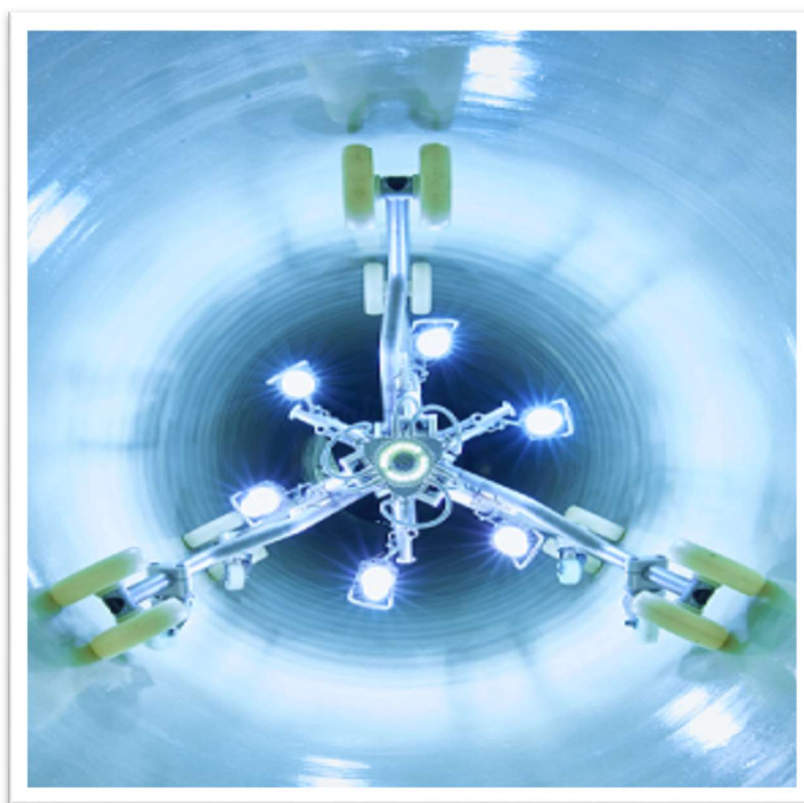
Nakon izvršene CCTV inspekcije obavlja se provjera vodonepropusnosti dionice. Dopušteno je koristiti obje ispitne metode ( voda ili zrak). Svrha ovog ispitivanja je provjera konzistentnosti obloge po cijelom profilu i ispunjavanje uvjeta vodonepropusnosti (čime se dokazuje odsutnosti bilo kakvih nepravilnosti u strukturi stijenke linera, koji se nisu mogli prethodno otkriti CCTV inspekcijom). [11]

#### **c) Otvaranje priključaka**

Nakon završenih snimanja i ispitivanja, pristupa se otvaranju priključaka na dionici koje su tijekom postupaka ugradnje linera bili privremeno izvan funkcije. Ovo se izvodi pomoću specijalnih robota, postupak frezanja. [11]

## 6. OSNOVNI PODACI O PROIZVODU

Brandenburger liner BB2.5 (Slika 33) tehnološki je napredno rješenje za sanaciju sustava odvodnje bez iskopa pomoću UV-tehnologije. Zbog primjene jedinstvene kombinacije materijala nudi iznimno veliku čvrstoću konačnog proizvoda. Mehaničke karakteristike proizvoda nude sasvim novu razinu optimizacije u primjeni kompozitnih staklo-plastičnih materijala. Dodatna vanjska dvoslojna zaštita linera jamči učinkovitu zaštitu osnovnog materijala linera prije, tijekom i nakon ugradnje, što čini kompletan sustav linera vrlo učinkovitim i sigurnim za primjenu. [12]



*Slika 33 : Brandenburger liner BB2.5 [12]*

### **Najznačajnije prednosti BB2.5**

- velika mehanička otpornost
- staklo-plastični kompozitni nosivi sloj sa dodatnom zaštitom
- dodatna zaštita osigurava dvostruku zaštitu linera

Poboljšana mehanička svojstva imaju pozitivan učinak na potrebnu debljinu stijenke, posebno kod velikih promjera i kod najolikih profila. Zahvaljujući izvrsnim strukturnim svojstvima linera, počevši već od debljine stijenke od 5 mm, moguće su uštede kod odabira potrebne debljine stijenke u odnosu na usporedivu klasičnu tehnologiju. Novi kompozitni materijal na bazi staklo-plastike sa integriranim kompozitnim osnovnim materijalom i povezanim zaštitnim vanjskim slojem čine osnovnu strukturu proizvoda BB2.5. Trajnost je dokazana testovima koji pokazuju trošenje manje od 0,1 mm u simuliranim uvjetima korištenja tijekom 50 godina na testu otpornosti na trošenje koji je obavljen u Darmstadtu. Posljedično, visoka otpornost na trošenje ima pozitivne učinke na potrebnu debljinu stijenke, što pozitivno utječe i na ekonomske aspekte projekta. Otpornost proizvoda BB2.5 na visokotlačno je značajno unaprijeđena, čime se ukupna pouzdanost projekta rehabilitacije diže na novu razinu. Liner bez poteškoća podnosi najviše tlakove pranja u 30 ciklusa pri  $550 \text{ W/m}^2$  (standard propisuje 3 ciklusa pri  $450 \text{ W/m}^2$ ) bez ikakvih oštećenja po površini linera. [12]

Osim daleko najveće velike brzine postupka UV-zračenja na tržištu, posebnost proizvoda je dodatna vanjska zaštita linera koja se standardno ugrađuje na sve proizvode od DN600 i veće. Ova zaštita dodatno izravnavala liner posebno kod velikih promjera, te dodatno štiti liner od mehaničkih oštećenja kod postupka uvlačenja i instalacije.



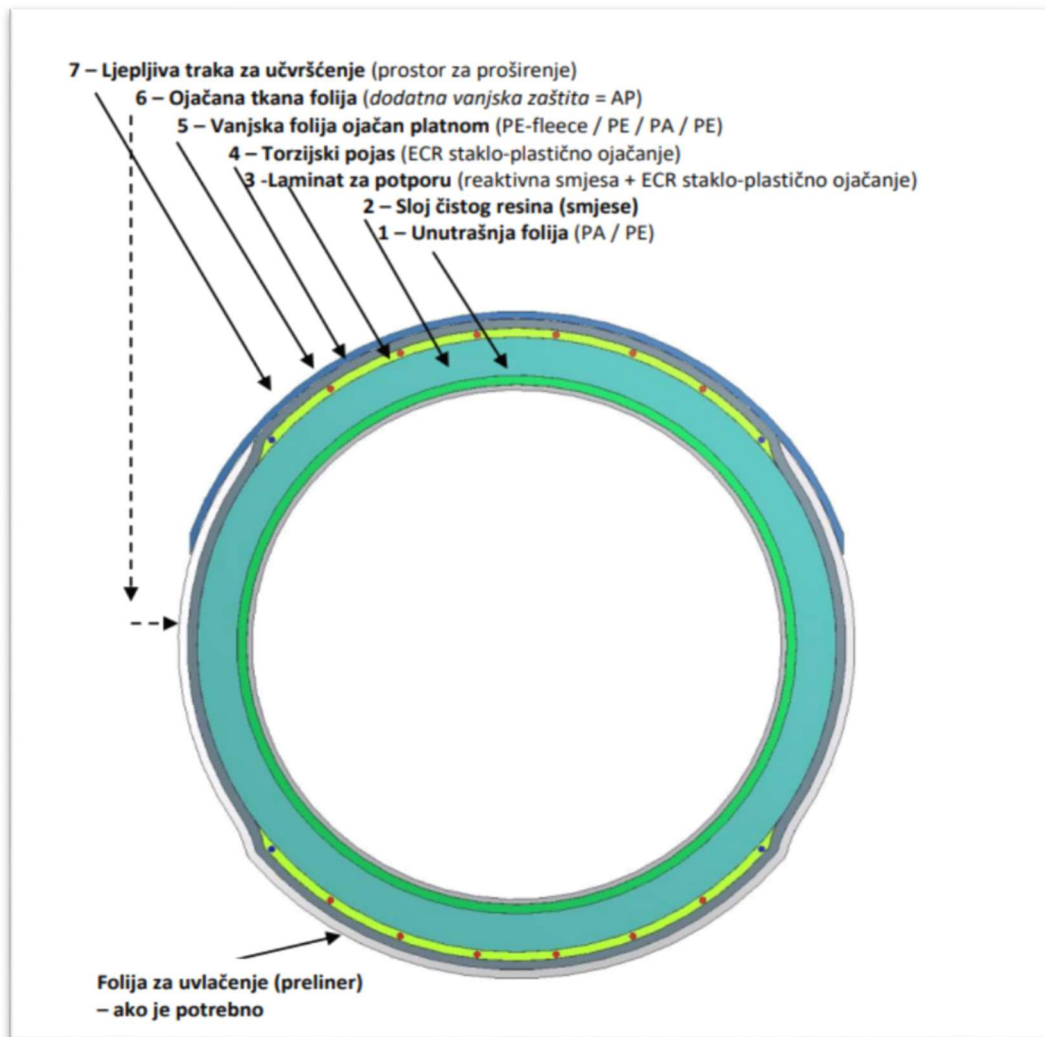
## 7. TEHNIČKI PODACI O PROIZVODU

Brandenburger je razvio inovativnu tehnologiju za obnovu cjevovoda početkom 90-tih godina u cilju optimalnog zadovoljavanja strogih zahtjeva za kvalitetnim načinom obnove sustava odvodnje koji će jamčiti životni vijek od barem 50 godina, koristeći se pri tome metodama sanacije koje će biti bolje od tada raspoloživih. U tu svrhu, korišteni materijali, proizvodni proces, UV-oprema kao i cijeli postupak rehabilitacije su optimalno harmonizirani. Rezultat takvog pristupa je proizvod Brandenburger Liner BB2.5 zasnovan na odabranim materijalima u kombinaciji sa visokokvalitetnim sirovinama koji nudi vrhunsko rješenje uz visoke standarde sigurnosti.

Brandenburger Liner BB2.5 preuzima opterećenje sa postojećom cijevi. Svaka cijev se mjeri i prema tome se dimenzionira odgovarajući liner za tu primjenu. Statički izračun potrebne nosivosti linera se provodi u ovisnosti o stanju stare cijevi i rubnih uvjeta za taj slučaj rehabilitacije. Verifikacija materijal

GFRP liner se proizvodi metodom namatanja, u stanju "spreman-za-instalaciju", zaštićen izvana kao i iznutra sa specijalnom folijom otpornom na zrak i vodu, konačno zapakiran u foliju otpornu na UV zračenje. Lineri se proizvode u standardnim dužinama, ukupno do 300 m dužine.

Koriste se smole osjetljive na UV-zračenje: Nezasićene poliesterske smole (UP) i vinil-ester smole (VE), koje se aktiviraju specijalnim UV-lampama s efektom polimerizacije (Slika 34). Karakteristike polimerizacije se mjere prema posebno razvijenoj metodi za ovu tehnologiju. Reakcija smjese je osigurana posebnim proizvodnim procesom razvijenim od strane proizvođača Brandenburger čime se osigurava pravilna uporaba i primjena. [13]



Slika 34 : Struktura GFRP linera [13]

Brandenburger Liner BB2.5 proizvodi od DN600 naviše kao standardni dodatak imaju dodatnu vanjsku zaštitu. Ovisno o uvjetima stare cijevi, ova dodatna zaštita se može koristiti i kao folija za uvlačenje ili kao puni preliner (dodatni zaštitni sloj glavnog linera). Lineri u dimenzijama manjim od DN 600 nemaju dodatne zaštitene slojeve za vanjsku zaštitu, tako da se kod njih mora obavezno koristiti folija za uvlačenje ili puni preliner. Dodatna vanjska zaštita se može naručiti i kao opcija za sve promjene do DN600. [13]

## 8. TROŠKOVNIK

Troškovnik je pisana specifikacija niza stavki koja daje pisani opis radova i iskaz količina (u jediničnim mjerama) potrebnih za izgradnju, popravak ili preinaku građevinske jedinice. Budući da su količine u dokaznici mjera okvirne, onda je i troškovnik dokument iz kojega se dobije okvirna cijena koštanja objekta. Stvarna vrijednost koštanja objekta dobit će se izradom okončane situacije. [14]

A.3-2.2		PRIKUPLJANJE I ODVODNJA OTPADNIH VODA S PODRUČJA AGLOMERACIJE KUTINA - FAZA 7 - CJELINA B1, B2, B3, B4					troškovnik iz ugovora		procjena troškova klasičnom metodom		troškovnik CIPP metodom	
R. br.	Primjena članka 14.5	Opis	Jed. mj.	Količina	Jed. Cijena eur	Ukupno	Količina	Jed. Cijena eur	Ukupno	Količina	Jed. Cijena	Ukupno
A.3-2.2.1		<b>KOLEKTORSKA MREŽA - CJELINA B1 NAPOMENA: Ukoliko tehničke specifikacije ili troškovnici sadrže ime robne marke, smatra se da su takvi nazivi isključivo u opisne svrhe te da je ponuditelj slobodan ponuditi bilo koju jednakovrijednu marku ili model koji odgovara zahtjevima naručitelja. Također ukoliko tehničke specifikacije i troškovnici sadrže određenu normu bez navoda „ili jednakovrijedno“ ponuditelj je slobodan ponuditi bilo koju jednakovrijednu normu koja odgovara zahtjevima naručitelja.</b>				<b>47.605,15</b>			<b>85.242,21</b>			<b>102.153,93</b>
A.3-2.2.1.1		<b>Pripremni radovi</b>				<b>99,54</b>			<b>298,62</b>			<b>99,54</b>
A.3-2.2.1.1.6	NE	Probni iskop za pronalaženje postojećih instalacija na površini zahvata (iskop i zatrpavanje dimenzija 0,6 x 2,0 x 1,5 m). Iskope obaviti većim dijelom ručno uz sve mjere opreza. Točan broj iskopa i količina iskopa odredit će se prema potrebi na licu mjesta u dogovoru s vlasnikom instalacija i nadzornim inženjerom. Obračun po komadu.	kom	3,00	33,18	99,54	9,00	33,18	298,62	3,00	33,18	99,54
A.3-2.2.1.2		<b>Zemljani radovi</b>				<b>16.583,51</b>			<b>20.738,90</b>			<b>1.032,09</b>
A.3-2.2.1.2.1	NE	Strojno rezanje postojećeg asfaltnog kolnika Stavka obuhvaća strojno rezanje postojećeg asfaltnog kolnika, bez obzira na debljinu, s jedne strane rova koji zadire u kolnik, te prethodno	m	74,60	1,06	79,08	125,00	1,06	132,50		1,06	0,00

		obilježavanje potrebne širine. Uključen sav potreban rad, materijal i pomoćna sredstva te transporti za izvedbu stavke. Obračun po m' izvedenih radova.										
A.3-2.2.1.2.2	NE	Raskopavanja postojeće pješačke staze Stavka obuhvaća raskopavanje postojeće asfaltirane pješačke staze bez obzira na debljinu, te odvoz neupotrebivog materijala na deponiju. Obračun po m3 iskopanog materijala.	m3	9,63	19,91	191,73	45,00	19,91	895,95	9,63	19,91	191,73
A.3-2.2.1.2.3	NE	Raskopavanja postojećeg kolnika Stavka obuhvaća raskopavanje postojećeg asfaltnog zastora bez obzira na debljinu, a širine za 25 cm šire obostrano od kanalskog rova te odvoz neupotrebivog materijala na deponiju. Obračun po m3 raskopanog asfaltnog sloja ceste.	m3	7,83	15,93	124,73	18,00	15,93	286,74		15,93	0,00
A.3-2.2.1.2.4	NE	Strojni iskop rova za polaganje cjevovoda. Strojni iskop rova u tlu C kategorije širina prema HRN EN 1610 ili jednakovrijedno, a dubine prema uzdužnom profilu. Uključeno i proširenje odnosno produbljenje kanala na mjestima okana, iskop građevinske jame za bušaću garniturute te planiranje dna kanala. Materijal potreban za zatrpavanje se odlaže sa strane, višak odvozi na deponiju. Eventualna oštećenja zbog neprimjerene zaštite i nestručnog rada idu na teret izvoditelja radova. Dno kanala isplanirati s točnošću +/-2 cm. Obračun po m3 iskopanog materijala.	m3	490,93	3,98	1.953,90	616,00	3,98	2.451,68	20,00	3,98	79,60
A.3-2.2.1.2.5	NE	Ručni iskop rova za polaganje cjevovoda Ručni iskop rova u tlu C kategorije, oko postojećih instalacija, dubine i širine rova prema normalnom i uzdužnom profilu te detalju rova. Eventualna oštećenja zbog neprimjerene zaštite i nestručnog rada idu na teret izvoditelja radova. Uključeno i planiranje dna kanala s točnošću +/- 2 cm Obračun po m3 iskopanog materijala.	m3	53,05	10,62	563,39	61,00	10,62	647,82	20,00	10,62	212,40

A.3-2.2.1.2.6	NE	Vađenje postojećih betonskih kanalizacijskih cijevi Vađenje postojećih kanalizacijskih cijevi na dijelovima trase gdje je predviđena rekonstrukcija mreže. U cijenu uračunati svi potrebni radovi na demontaži, utovaru, istovaru, transportu do mjesta predviđenog za zbrinjavanje takvog otpada te naknada za deponiranje. <i>Obračun po m' profila cijevi.</i>										
A.3-2.2.1.2.6.1	NE	<i>Unutarnji promjer 600 mm.</i>	m	147,00	14,60	2.146,20					14,60	0,00
kao A.3-1.1.1.2.9.7	NE	<i>DN 1000 mm.</i>	m				147,00	21,90	3.219,30			
A.3-2.2.1.2.7	NE	Izrada posteljice okna Nabava, dobava, doprema i polaganje u rov pjeskovitog ili sitnog šljunčanog (tucanik-drobljenac) materijala (0-16 mm) za izradu posteljice ispod okna uz mehaničko nabijanje do potrebne zbijenosti Ms=20 MN/m <sup>2</sup> . Materijal se razastire na dno rova u debljini 20 cm i poravnava prema niveleti okna. Posteljicu izvesti prema HRN EN 1610 ili jednakovrijedno. <i>Obračun po m<sup>3</sup> ugrađenog i zbijenog pijeska.</i>	m <sup>3</sup>	4,50	22,56	101,52	4,50	22,56	101,52	1,00	22,56	22,56
A.3-2.2.1.2.8	NE	Izrada posteljice cijevi. Nabava, dobava, doprema i polaganje u rov pjeskovitog ili sitnog šljunčanog (tucanik-drobljenac) materijala (0-16 mm) za izradu posteljice ispod cijevi uz mehaničko nabijanje do potrebne zbijenosti. Materijal se razastire na dno rova u debljini min 10 cm i poravnava prema niveleti cijevi. Posteljicu izvesti prema HRN EN 1610 ili jednakovrijedno. <i>Obračun po m<sup>3</sup> ugrađenog i zbijenog pijeska.</i>	m <sup>3</sup>	25,78	22,56	581,60	28,00	22,56	631,68		22,56	0,00

A.3-2.2.1.2.9	NE	Zaštitni zasip cijevi Nabava, dobava, doprema i polaganje u rov pjeskovitog ili sitnog šljunčanog (tucanik-drobljenac) materijala (0-16 mm) koji će se ugrađivati kao obloga i zaštita cijevi debljine min 30 cm iznad tjemena cijevi. Spojna mjesta ostaviti slobodna dok se ne izvrši tlačna proba. Zasip izvesti prema HRN EN 1610 ili jednakovrijedno. Obračun po m3 ugrađenog zbijenog materijala.	m3	199,01	21,90	4.358,32	210,00	21,90	4.599,00		21,90	0,00
A.3-2.2.1.2.10	NE	Zatrpavanje zamjenskim materijalom. Nabava i doprema zamjenskog kamenog materijala (tucanik-drobljenac 0-63 mm) za zasip na dionicama koje prolaze prometnicama. Zasip u slojevima od 20 cm od gornje kote zasipa cijevi do nosivog sloja asfalta. Zbijanje pločastim vibratorima do Ms=80 MN/m <sup>2</sup> . Stavka obuhvaća i zatrpavanje građevnih jama za bušenja ispod prometnica i sanaciju uvlačenjem. Obračun po m3 ugrađenog zbijenog materijala.	m3	238,46	19,91	4.747,74	280,00	19,91	5.574,80	20,00	19,91	398,20
A.3-2.2.1.2.11	NE	Odvoz materijala iz iskopa na stalnu deponiju. Potpuno s utovarom i istovarom te planiranjem na deponiji. Obuhvaćen sav potreban rad, materijal, pomoćna sredstva i transporti za izvedbu stavke. Obračun po m3 zbijenog materijala.	m3	543,98	3,19	1.735,30	689,00	3,19	2.197,91	40,00	3,19	127,60
<b>A.3-2.2.1.3</b>		<b>Tesarski radovi</b>				<b>825,92</b>			<b>824,60</b>			<b>39,90</b>

A.3-2.2.1.3.1	NE	Razupiranje 100% površine bočnih strana iskopa rova upotrebom čelične ili drvene oplata (prema odabiru izvođača) i odgovarajućih razupirača, uključivo doprema potrebnog materijala, izrada, postavljanje, skidanje, prenos, čišćenje oplata i slaganje materijala. Razupiranje treba izvesti prema važećim propisima i to sa svim potrebnim osiguranjem u svrhu potpune zaštite od bilo kakvog zarušavanja te da ujedno omogućuje rad u rovu i ne ometa spuštanje cijevi u rov i montiranje. Stavka obuhvaća nabavu i dobavu potrebnog materijala za razupiranje rova, te sve radove na zabijanju, vađenju i premještanju te postavljanju i skidanju razupirača i oplata kao i sve potrebne radove i opremu za evakuaciju površinske i podzemne vode iz rova tijekom izvođenja radova te izradu obostrane zaštitne ograde duž svih otvorenih rovova, a sukladno Zakonu o zaštiti na radu (NN 154/14). Obračun po m2 razupiranja.	m2	620,99	1,33	825,92	620,00	1,33	824,60	30,00	1,33	39,90
<b>A.3-2.2.1.4</b>		<b>Monterški radovi</b>				<b>19.155,31</b>			<b>19.155,31</b>			<b>597,26</b>
A.3-2.2.1.4.1	DA	Gravitacijske kanalizacijske cijevi Stavka uključuje nabavu, dopremu, deponiranje pokraj rova i ugradnju - polaganje u rov na pripremljenu posteljicu gravitacijskih kanalizacijskih cijevi. U cijenu uključen utovar, transport, strojni i ljudski rad, spojevi cijev na cijev i cijev na okno. Cijevi se moraju polagati točno prema projektu i predviđenom padu nivelete. Stavka uključuje i sav spojni i brtveni materijal (za međusobno spajanje cijevi i spajanje cijevi i okana). U jediničnu cijenu uključiti svu potrebnu pripremu (rezanje cijevi, obradu krajeva i sl.) kao i sav ostali potreban rad i materijal. Obračun po m' ugrađene cijevi.										
A.3-2.2.1.4.1.1	DA	Unutarnji promjer 600 mm	m	147,00	69,68	10.242,96	147,00	69,68	10.242,96		69,68	0,00

A.3-2.2.1.4.2	DA	Kanalizacijska okna. Nabava, doprema i razvažanje duž iskopanog rova te ugradnja tvorničko izrađenih revizijskih okana (baze, prstenovi, konus izlazne dimenzije Ø 600 mm i završne tlačne ploče) sa ugrađenim penjalicama. Baze revizijskih okana moraju biti opremljene kinetama te svim potrebnim spojnim i fazonskim komadima, za izvedbu spojeva cijevi na revizijska okna u vodonepropustnoj izvedbi. Obračun po komadu ugrađenog okna.										
A.3-2.2.1.4.2.1	DA	Okno DN 1000 mm, prosječne dubine 2,00 m.	kom	7,00	889,24	6.224,68	7,00	889,24	6.224,68		889,24	0,00
A.3-2.2.1.4.3	DA	Poklopci za okna Nabava, dobava i ugradnja kompleta kanalizacijskih poklopaca Ø 600 mm (okrugli) s okvirom, od nodularnog lijeva, sukladno zahtjevima HRN EN 124 ili jednakovrijedno. U jediničnu cijenu uključen je i sav ostali potreban rad i materijal za postavljanje poklopaca. Obračun po komadu ugrađenog poklopca.										
A.3-2.2.1.4.3.1	DA	Nosivost 400 kN.	kom	9,00	298,63	2.687,67	9,00	298,63	2.687,67	2,00	298,63	597,26
<b>A.3-2.2.1.5</b>		<b>Betonski i armirano betonski radovi</b>				<b>3.649,80</b>			<b>24.074,49</b>			<b>165,90</b>
A.3-2.2.1.5.1	NE	Postavljanje parkovnih betonskih rubnjaka pješačke staze C30/37. Nabava, doprema i postavljanje betonskih rubnjaka za pješačku stazu, minimalne visine 250 mm, a širine 80 mm. Rubnjaci se postavljaju na pripremljenu nosivu podlogu te po pravcu niveliraju. Ugrađuju se s razmakom (spojnicom) u vlažni beton. Spojnice se zapunjavaju cementnim mortom. Jedinična cijena stavke sadrži: - nabavu, dobavu i ugradnju betonskih rubnjaka 1000/80/250 mm - nabavu, dobavu i ugradnju podložnog betona C16/20 - sav potreban rad i materijal - svu potrebnu oplatu s podupiranjem i	m	220,00	16,59	3.649,80	240,00	16,59	3.981,60	10,00	16,59	165,90



		razupiranjem, -crpljenje vode iz rova -sve potrebne pripomoći. Obračun po m'.										
kao A.3- 1.1.1.5.2	NE	Postavljanje cestovnih betonskih rubnjaka C30/37. Nabava, doprema i postavljanje cestovnih betonskih rubnjaka za pješačku stazu, minimalne visine 250 mm, a širine 150 mm i dužin 1000 mm. Rubnjaci se postavljaju na pripremljenu nosivu podlogu te po pravcu niveliraju. Ugrađuju se s razmakom (spojnicom) u vlažni beton. Spojnice se zapunjavaju cementnim mortom. Jedinična cijena stavke sadrži: -nabavu, dobavu i ugradnju betonskih rubnjaka 1000/150/250 mm. -nabavu, dobavu i ugradnju podložnog betona C16/20 -sav potreban rad i materijal -svu potrebnu oplatu s podupiranjem i razupiranjem, -crpljenje vode iz rova -sve potrebne pripomoći. Obračun po m' izvedenog.	m				145,00	21,24	3.079,80			
kao A.3- 1.1.1.5.3	NE	Prespajanje postojećih slivnika na novu cijev jahačem. Stavka podrazumijeva prespajanje postojećih slivnika cestovne odvodnje na novoizvedeni kanal. Stavka uključuje nabavu, dobavu sveg potrebnog materijal i sav potreban rad s osiguranjem vodonepropusnosti. Obračun po komadu.	kom				4,00	199,08	796,32			

kao A.3- 1.1.1.5.4	NE	Izrada slivnika Stavka obuhvaća vađenje tijela postojećeg slivnika i odvoz na deponiju te izvedba novih slivnika s taložnicom za prihvat vode preko rešetke i priključkom u revizijsko okno ili priključkom na kanalizacijsku cijev. Stavka obuhvaća: iskop rova s postojećim slivnikom, utovar i odvoz materijala, nabavu, dobavu te ugradnju novog tijela slivnika od korugiranih PEHD cijevi $\Phi$ 500 mm L=1.9 m s PEHD stopom za osiguranje vodonepropusnosti, betoniranje dna taložnice u debljini 20 cm i obloge cijevi u debljini 10 cm betonom C 25/30, nabavu i ugradnju ljevanoželjezne rešetke 40/40 cm nosivost 250 kN, priključne cijevi $\Phi$ 160 mm u duljini cca 2,0 m (kod priključenja na kanalizaciju sa suprotnu stranu ceste ili u sredini ceste potrebno je cijev obložiti betonom 25/30 debljine 15 cm cca 11 kom) s PEHD koljenom DN 160 mm 90° radi sprječavanja širenja mirisa i elastičnim umetkom, pješćana posteljica priključka debljine 10 cm, obloga pijeskom (sitnim šljunkom) 30 cm iznad tjemena priključne cijevi te sav materijal potreban za spoj priključka na revizijsko okno ili kanalizacijsku cijev. Stavkom je obuhvaćeno i zatrpavanje rova zamjenskim materijalom. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i nabavu, dopremu i ugradnju potrebnog materijala za izvršenje stavke. Obračun po komadu izvedenog slivnika.	kom				4,00	345,08	1.380,32			
A.3- 2.2.1.6.1.1	NE	<i>Izrada nosivog sloja od asfaltbetona AC 16 base 50/70, d=5 cm. Stavka uključuje sve troškove nabave i dobave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, opremu i sve ostalo potrebno za potpuno izvođenje radova. Izvedba i kontrola kakvoće prema HRN EN 13108-1 ili jednakovrijedno i TUAK (HC d.o.o. Zagreb, lipanj 2015). Obuhvaćeni prijelazi cjevovoda preko</i>	m2	161,00	8,03	1.292,83	161,00	8,03	1.292,83		8,03	0,00

		<i>cesta prekopom.</i> <i>Obračun po m2 izvedenog sloja.</i>										
A.3- 2.2.1.6.1.2	NE	<i>Izrada habajućeg sloja od asfaltbetona AC 8 surf 50/70, d=3 cm. Stavka uključuje sve troškove nabave i dobave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, opremu, špricanje emulzijom i sve ostalo potrebno za potpuno izvođenje radova. Izvedba i kontrola kakvoće prema HRN EN 13108-1 i tehničkim svojstvima ili jednakovrijedno i TUAK (HC d.o.o. Zagreb, lipanj 2015). Obuhvaćeni prijelazi cjevovoda preko cesta prekopom.</i> <i>Obračun po m2 izvedenog sloja.</i>	m2	193,00	6,84	1.320,12	193,00	6,84	1.320,12		6,84	0,00
A.3-2.2.1.6.2	NE	<a href="#">Asfaltiranje kolnika</a>										
A.3- 2.2.1.6.2.1	NE	<i>Izrada nosivog sloja od asfaltbetona AC 22 base debljine 8 cm kolnika oštećenog iskopom u širini rova. Prije ugradnje očistiti spojeve sa starim asfaltom i premazati ih bitumenskom emulzijom.</i> <i>Stavka uključuje sve troškove nabave i dobave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, opremu i sve ostalo potrebno za potpuno izvođenje radova. Izvedba i kontrola kakvoće prema HRN EN 13108-1 ili jednakovrijedno i TUAK (HC d.o.o. Zagreb, lipanj 2015). Obračun po m2 ugrađenog sloja.</i>	m2	33,00	13,01	429,33	280,00	13,01	3.642,80		13,01	0,00
A.3- 2.2.1.6.2.2	NE	<i>Izrada habajućeg sloja od asfaltbetona AC 11 surf debljine 4 cm kolnika. Prije ugradnje očistiti spojeve sa starim asfaltom i premazati ih bitumenskom emulzijom.</i> <i>Stavka uključuje sve troškove nabave i dobave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, opremu, špricanje emulzijom i sve ostalo potrebno za potpuno izvođenje radova. Izvedba i</i>	m2	81,27	6,84	555,89	450,00	6,84	3.078,00		6,84	0,00

		kontrola kakvoće prema HRN EN 13108-1 i tehničkim svojstvima ili jednakovrijedno i TUAK (HC d.o.o. Zagreb, lipanj 2015). Obračun po m2 izvedenog sloja.										
A.3-2.2.1.6.3	NE	Ugradnja nosivog sloja stabiliziranog cementom.										
A.3-2.2.1.6.3.1	NE	Nabava, doprema i ugradnja sloja cementne stabilizacije debljine 20 cm na mjestu kolnika oštećenog iskopom, u širini rova. Sloj se nanosi na prethodno zbijenu tamponsku podlogu. U cijenu uključena dobava materijala te prijenos do mjesta ugradnje i ugradnja. Rad obuhvaća izradu cementne stabilizacije strojevima na licu mjesta ili u betonarama. Količina cementa kreće se od 50-60 kg/m <sup>3</sup> kamene mješavine ili prirodnog šljunka. Svježu masu treba razastirati i nabijati u slojevima od 20 cm do potrebne visine. Zbijanje pločastim vibratorima. Obračun po m3 ugrađenog sloja.	m3	7,00	53,09	371,63	24,00	53,09	1.274,16		53,09	0,00
A.3-2.2.1.6.3.2	NE	Nabava, doprema i ugradnja cementne stabilizacije za izradu plašta oko okana koja zadiru ili se nalaze u prometnici. Plašt se izvodi u debljini minimalno 50 cm oko okna. Obračun po m3 materijala za plašt okna.	m3	25,37	53,09	1.346,89	56,00	53,09	2.973,04	4,00	53,09	212,36
A.3-2.2.1.6.4	NE	Strojno glodanje/frezanje asfalta. Glodanje se vrši radi skidanja habajućeg sloja i poravnanja. Stavka uključuje strojno glodanje (frezanje) postojećeg kolnika specijalnim strojevima u debljini habajućeg sloja te prijevoz i odvojeno zbrinjavanje otpadnog i upotrebljivog materijala na odlagalište. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i materijal. Obračunava po m2 asfaltirane površine.	m2	80,00	2,79	223,20	450,00	2,79	1.255,50		2,79	0,00
<b>A.3-2.2.1.7</b>		<b>Ostali radovi</b>				<b>7.291,07</b>			<b>20.150,29</b>			<b>14,88</b>

kao A.3- 1.1.1.7.1	NE	Izmještanje stupova javne rasvjete (čelični stupovi). Rad obuhvaća izmještanje napojnog kabela, demontažu stupa, iskop i odvoz betonskog temelja, izradu novog temelja te ponovnu montažu stupa, uz obaveznu prisutnost predstavnika vlasnika instalacije. Obračun po kom.	kom				4,00	995,42	3.981,68			
kao A.3- 1.1.1.7.4	NE	Izmještanje postojećih stupova semaforne signalizacije. Rad obuhvaća izmještanje napojnog kabela, demontažu stupa, iskop i odvoz betonskog temelja, izradu novog temelja te ponovnu montažu stupa uz obaveznu prisutnost predstavnika vlasnika instalacije. Obračun po kom.	kom				2,00	1.260,87	2.521,74			
A.3-1.1.1.7.8	NE	Prelaganje instalacija vodovoda/plinovoda koje kolidiraju s trasom kanalizacije kao i zaštita postojećih instalacija, a sve prema uputama vlasnika instalacija. Postojeća vodoopskrbna PVC, PEHD cijev DN 110 - 160 mm. U stavci uključiti: - uklanjanje postojeće cijevi te nabava, dobava i ugradnja novih cijevi za radni tlak do 16 bara, sa svim potrebnim brtvenim i spojnim materijalom te elementima za izvedbu spoja na postojeću vodovodnu cijev - ručni iskop s razupiranjem rova širine 80 cm i dubine do 150 cm, s izvedbom posteljice i obloge cijevi od pijeska 0-4 mm (utrošak pijeska 0,4 m <sup>3</sup> /m cjevovoda), zatrpavanje rova materijalom iz iskopa te odvozom viška materijala na deponiju. Projektant je predvidio dužinu potrebnog prelaganja postojećih instalacija prema dostupnim podlogama, a obračun se radi prema stvarno izvršenim radovima ovjerenim od strane nadzornog inženjera. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i materijal.	m				125,00	27,87	3.483,75			

		Radove izvoditi uz prisutnost vlasnika instalacija i Nadzornog inženjera. Sanacija svih eventualnih dodatnih oštećenja obveza je Izvođača. Obračun po m' prelaganja instalacije.										
A.3-2.2.1.7.1	NE	Zaštita postojećih plinskih instalacija na mjestima križanja s projektiranom kanalizacijom kroz čitavu širinu prekopa, sukladno uvjetima vlasnika instalacija. Za svaku zaštitu instalacije, u jediničnu cijenu uključiti: odgovarajuću zaštitnu kolonu (za jedan nazivni promjer veći od postojećeg cjevovoda, polucijevi od tvrdog PVC-a DN 63 - DN 160 mm ili betonsku kanalicu, odnosno prema uvjetima vlasnika instalacije) duljine 2 m, traku upozorenja, ručni iskop 3 m <sup>3</sup> materijala u tlu "C" kategorije, dobavu dopremu i ručnu ugradnju s nabijanjem 2 m <sup>3</sup> pijeska granulacije 0-4 mm, zatrpavanje rova materijalom iz iskopa te odvoz viška materijala na deponiju. Projektant je predvidio broj križanja prema dostupnim podlogama, a obračun se radi prema stvarno izvršenim radovima ovjerenim od strane nadzornog inženjera. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i materijal. Obračun po komadu.	kom	2,00	37,16	74,32	10,00	37,16	371,60		37,16	0,00

A.3-2.2.1.7.2	NE	Zaštita postojećih podzemnih elektroenergetskih i telefonskih kabela na mjestima križanja s projektiranom kanalizacijom kroz čitavu širinu prekopa, sukladno uvjetima vlasnika instalacija. Za svaku zaštitu instalacije, u jediničnu cijenu uključiti: odgovarajuću zaštitnu kolonu (polucijev od tvrdog PVC-a DN 63 - DN 160 mm sa ugradnjom pijeska i kabela u polucijev, odnosno prema uvjetima vlasnika instalacije) duljine do 3 m, traku upozorenja, ručni iskop 3 m <sup>3</sup> materijala u tlu "C" kategorije, dobavu dopremu i ručnu ugradnju s nabijanjem 2 m <sup>3</sup> pijeska granulacije 0-4 mm, zatrpavanje rova materijalom iz iskopa te odvoz viška materijala na deponiju. Projektant je predvidio broj križanja prema dostupnim podlogama, a obračun se radi prema stvarno izvršenim radovima ovjerenim od strane nadzornog inženjera. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i materijal. <b>Obračun po komadu.</b>	kom	2,00	46,45	92,90	8,00	46,45	371,60		46,45	0,00
A.3-2.2.1.7.3	NE	Izrada provizorija od čeličnog lima za omogućavanje prolaza vozila i pješaka za vrijeme radova, sa naknadnom demontažom, višekratnom upotrebom prema potrebi i odvozom nakon završetka radova. U stavku uključiti sav rad i materijal potreban za izvedbu radova. <b>Obračun po komadu.</b>										
A.3-2.2.1.7.3.1	NE	<i>Provizorija za prolazak vozila.</i>	kom	2,00	663,61	1.327,22	4,00	663,61	2.654,44		663,61	0,00
A.3-2.2.1.7.3.2	NE	<i>Provizorija za prolazak pješaka</i>	kom	2,00	398,17	796,34	4,00	398,17	1.592,68		398,17	0,00

A.3-2.2.1.7.4	NE	Izvedba asfaltnih/betonskih/makadamskih površina na mjestima križanja trase kanalizacije s prilazima parcelama, prosječne duljine cca 5 m i širine 1,5 m. Stavka uključuje: (a) strojno razbijanje/prekop prilaza, (b) vraćanje prilaza u prvobitno stanje: - izrada završnog sloja ovisno o prvobitnom stanju. Izvoditelj s nadzornim inženjerom treba prije početka radova evidentirati sve prilaze koje treba rušiti (kućni broj, vrsta izvedbe, profil, dužina i sl.) te isto dokumentirati fotografijama. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i materijal, sva strojna rezanja, razbijanja i uklanjanja asfaltnih/betonskih/makadamskih površina te utovar, transport i odvojeno zbrinjavanje otpadnog i upotrebljivog materijala na odlagalište. Obračun se radi prema stvarno izvršenim radovima (izvedenim novim prilazima) ovjerenim od strane Inženjera. Obračun po komadu križanja.										
A.3-2.2.1.7.4.1	NE	Završni sloj od asfalta, AC 16 surf 50/70, debljine 5,0 cm	kom	10,00	238,90	2.389,00	10,00	238,90	2.389,00		238,90	0,00
A.3-2.2.1.7.4.2	NE	Završni sloj od betona, C25/30, XF2, debljine 8,0 cm	kom	7,00	238,90	1.672,30	7,00	238,90	1.672,30		238,90	0,00
A.3-2.2.1.7.5	NE	Nabava, doprema i ugradnja privremenog sloja od drobljenog kamenog materijala (bez vapnenačkih primjesa) granulacije 4-16 mm u debljini asfalta na tamponski sloj kolničke konstrukcije. Stavka obuhvaća i uklanjanje privremenog sloja prije asfaltiranja i odvoz neuporabljivog materijala na deponiju.	m3	10,00	31,85	318,50	12,00	31,85	382,20		31,85	0,00



A.3-2.2.1.7.6	NE	<p>Obnova kompletne horizontalne i vertikalne signalizacije na cestama u cijeloj zoni obuhvata iscrtavanjem horizontalne signalizacije na asfaltiranoj površini (izvodi se bijelom dvokomponentnom bojom na bazi sintetskih smola) te privremenim uklanjanjem postojećih prometnih znakova, reklamnih panoa (neovisno o veličini) i smjerokaznih stupića, koji se nađu na trasi kanalizacije koja prolazi uz javnu cestu, s odlaganjem na privremeno odlagalište. Nakon završenih zemljanih radova znakove vratiti na točne pozicije s kojih su skinuti. U cijenu stavke uključen je potreban beton za izradu temelja, kao i svi potrebni radovi, materijali, pomoćna sredstva i transporti.</p> <p>Obračun je prema stvarno izvedenim radovima (linije, ostale oznake - strelice za oznaku smjera kretanja, pješački prijelazi i sl., uklonjenog i ponovno postavljenog prometnog znaka) uz odobrenje nadzornog inženjera. U jediničnu cijenu uključiti sav potreban rad i materijal.</p>											
A.3-2.2.1.7.6.1	NE	<i>Horizontalna signalizacija: Obračun po m'.</i>											
A.3-2.2.1.7.6.1.1	NE	<i>Puna linija.</i>	m	15,00	0,93	13,95	120,00	0,93	111,60		0,93	0,00	
A.3-2.2.1.7.6.1.2	NE	<i>Isprekidana linija.</i>	m	15,00	0,66	9,90	15,00	0,66	9,90		0,66	0,00	
A.3-2.2.1.7.6.1.3	NE	<i>Pješački prijelaz (zebra).</i>	m <sup>2</sup>	15,00	3,32	49,80	15,00	3,32	49,80		3,32	0,00	
A.3-2.2.1.7.7	NE	Sanacija i uređenje bankina kamenim materijalom (drobljeni kamen 0-32 mm) debljine 20 cm i širine 0,5-1,0 m prema postojećem stanju. U jediničnu cijenu uključiti sve potrebne nabave, dobave, rad i materijal. Obračun po m' izvedene bankine.	m	147,00	3,72	546,84	150,00	3,72	558,00	4,00	3,72	14,88	

SOLMEX - HIS		SOLMEX - HIS										100.204,36	
<b>A - PRIPREMNI RADOVI</b>		<b>A - PRIPREMNI RADOVI</b>											
<b>A.1.</b>		Mobilizacija i uspostava gradilišta: dovoz opreme, mehanizacije, uspostava gradilišta	kom								1,00	1.800,00	1.800,00
<b>B - SANACIJA CJEVOVODA UV-CIPP METODOM - ukupno</b>		<b>B - SANACIJA CJEVOVODA UV-CIPP METODOM - ukupno</b>											
<b>B.1.</b>		Priprema dionice za ugradnju CIPP linera. Stavka uključuje detaljno visokotlačno pranje i vakuumsko čišćenje dionice sa zbrinjavanjem prikupljenog taloga. Čišćenje obaviti specijalnim alatima za uklanjanje naslaga i korijenja koje je prodrlo u glavnu cijev na spojevima. Nakon čišćenja površina mora biti potpuno čista, bez zaostalih naslaga i bez stršećeg korijenja.	m								125,40	58,00	7.273,20
<b>B.2.</b>		Strojna i mehanička priprema za uvlačenje linera. Stavka uključuje freziranje svih stršećih priključaka, nepravilnih spojeva, izravnjavanje radijalnih pomaka na spojevima cijevi, uklanjanje viška materijala i svih drugih prepreka na stijenkama cjevovoda koji mogu smetati kod uvlačenja novog linera. Obračun po metru	m								125,40	132,00	16.552,80
<b>B.3.</b>		Uvlačenje i ugradnja linera. Stavka obuhvaća dobavu materijala i svih pomoćnih stavki potrebnih za uvlačenje, pripremu, kalibraciju i završnu ugradnju linera. Polimerizacija se obavlja unosom topline pomoću UV-lampi uz stalno praćenje svih parametara procesa. Stavka obuhvaća sve potrebne radove na ugradnji linera	m								125,40	467,00	58.561,80

B.4.		Završni radovi nakon ugradnje linera: uklanjanje viškova materijala, uređivanje spojeva linera i okna, čišćenje linera i odvoz i zbrinjavanje viškova materijala i otpada sa gradilišta. Obračun po dionici	dionica							4,00	578,00	2.312,00
<b>C-SANACIJA, ZAMJENA I IZRADA MONOLITNIH OKANA</b>			<b>C-SANACIJA, ZAMJENA I IZRADA MONOLITNIH OKANA</b>									
C.1.	Kao Izmjena 3.1. Monolitno bet.okno	Mijenjaju se okna: E21 i E23. Obračun po kom. Izvedba monolitnih betonskih okana. Betoniranje zidova i arm.bet.ploče rev.okna vodonepropusnim betonom C30/37 V-4 razred izloženosti XF3, uključivo izrada. Postava i skidanje oplata, te dobava, prijenos i ugradnja betona. U stavku je uključen sav potrebni materijal: beton, oplata i armatura, te radovi na izradi okana nad postojećim saniranim cjevovodom u stavku uključene penjalice i poklopci uz posebnu pažnju kod obrade kinete ,te izadu vodonepropusnih spojeva i propusta.	kom							2,00	4.731,57	9.463,14
C.2.		Sanacija postojećih okana. Stavka obuhvaća pripremu svakog pojedinačnog okna za sanaciju, nanošenje polimercemetnog sanacijskog sloja ručnom ili strojnom metodom, te nanošenje završnog vodoonepropusnog sloja. Saniraju se okna: E20 i E22. Obračun po kom	kom							4,00	788,00	3.152,00
<b>D-ZAVRŠNI RADOVI</b>			<b>D-ZAVRŠNI RADOVI</b>									
D.1.		CCTV inspekcija dionca nakon radova sanacije. Stavka uključuje izradu izvještaja o CCTV inspekciji prema HRN EN 13508-2	m							125,40	1,10	137,94

D.2.		2 Ispitivanje vodonepropusnosti svih saniranih dionica. Stavka uključuje izradu ispitnog izvještaja prema HRN EN 1610:2015	m							125,40	1,20	150,48
D.3.		Ispitivanje vodonepropusnosti saniranih okana. Stavka uključuje izradu ispitnog izvještaja prema HRN EN 1610:2015	m							2,00	25,00	50,00
D.4.		Ispitivanje kvalitete ugrađenog linera od strane neovisnog ispitnog laboratorija. Ispitivanje se vrši na uzroku materijala koji se uzima po odabiru nadzornog inženjera i šalje se na ispitivanje u neovisni laboratorij. Obračun po broju ispitivanja.	m							1,00	750,00	750,00
D.5.		izrada i predaja tehničke dokumentacije nakon obavljenih sanacijskih radova. Stavka uključuje: (1) dokumentaciju o ispitivanju vodonepropusnosti dionice nakon ugradnje linera za sve dionice, (2) dokumentaciju CCTV inspekcije za sve dionice; te dokumentaciju kojom se dokazuje kvaliteta ugrađenog linera a koja se sastoji od: (3) protokola ugradnje sa zapisima o ostvarenim parametrima procesa ugradnje koji moraju odgovarati specifikacijama proizvođača linera za svaku pojedinačnu dionicu i (4) izvještaji o ispitivanju izdani od strane neovisnih laboratorija kojima se dokazuju ostvarene mehaničke karakteristike završno ugrađenog linera koji moraju odgovarati specifikacijama proizvođača materijala (uzma se po 1 uzorak na svakih 500 m ugrađenog linera)	kom							1,00	1,00	1,00

## 9. ZAKLJUČAK

Voda predstavlja najvažniji i najdragocjeniji prirodni resurs i zato se prema njoj moramo odnositi odgovorno i s puno pozornosti. Ljudima voda nije samo vitalna potreba, već i resurs koji iskorištavamo u svakodnevnom životu. Nažalost, način na koji koristimo i raspolažemo ovim dragocjenim resursom ne utječe samo na naše zdravlje, već i na cijeli život koji ovisi o vodi. Onečišćenje, prekomjerno iskorištavanje, fizičke promjene vodenih staništa i klimatske promjene sve više smanjuju kvalitetu i dostupnost vode. Europa je posljednja četiri desetljeća ostvarila znatan napredak u pogledu regulacije kvalitete vode i pročišćavanja svojih otpadnih voda. Rekonstrukcija odvodnje aktualna je tema za općine i gradove diljem svijeta, a posebnu težinu ima u Republici Hrvatskoj koja je kao najmlađa članica Europske unije pod ogromnim pritiskom zbog dovršetka naloženih direktiva u kratkom vremenskom roku.

Tehnologija izgradnje i obnove javne infrastrukture prolazi kroz velike promjene i napredak pa se koriste različite tehnike i materijali. Uz klasične metode obnove kanalizacijskog sustava, u svijetu raste interes i za nove metode obnove i izgradnje kanalizacijskog sustava. Kada je potrebno brzo i učinkovito sanirati cijele dionice sustava odvodnje, uz minimalan hidraulički utjecaj i minimalan utjecaj na lokalno stanovništvo i promet, UV-CIPP metoda je optimalno rješenje sanacije. UV-CIPP sanacija predstavlja tehnološki iskorak, koji se na zapadno-europskom tržištu primjenjuje već 20 godina. U Republici Hrvatskoj trenutno i nisu previše popularne „bez rovovske metode izvođenja kanalizacijskih sustava“ najviše zbog cijene što se može vidjeti po samom troškovniku iz Aglomeracije Kutina, te se primjenjuju samo na mjestima u kojima nije moguća sanacija sustava tradicionalnom metodom, no nadajmo se kako će se to u budućnosti drastično promijeniti.

Kod Aglomeracije Kutina gotovo sve dionice izvedene su tradicionalnom metodom osim ulice Vladimira Nazora koja je jedna od glavnih ulica u gradu Kutini, te zbog potrebe zatvaranja dijela ulica i posebno raskrižja u kojem bi uzrokovali značajne poremećaje u prometu, naručitelj je zatražio istražne radove na toj dionici dugoj 137 metara u kojoj se donijela odluka o sanaciji CIPP metodom iako je razlika u cijenama gotovo 17.000€.

## 10. LITERATURA

1. Malbaša, Zvonimir : Obnova sustava odvodnje grada Sinja, Diplomski sveučilišni studij građevinarstva, Split, 2015.
2. IND-EKO: Korištenje CIPP cijevi za sanaciju tlačnih cjevovoda bez iskopavanja, <http://ind-eko.hr/cipp/>, pristup 28.04.2023.
3. Hrvatska enciklopedija: Odvodnja  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=44786>, pristup 20.06.2023.
4. Goran Volf predavanja: Sustavi odvodnje u urbanim sredinama, pristup 24.04.2023.
5. Mance, Marko: Prednosti metode sanacije kanalizacije „bez iskopa“ u zaštiti na radu i zaštiti okoliša, Sveučilište u Karlovcu, 2016.
6. Hrvatska enciklopedija: Kanalizacija  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=30151>, pristup 24.04.2023.
7. Goran Volf predavanja: Nove metode u izgradnji i rekonstrukciji kanalizacijskih sustava, pristup 24.04.2023.
8. Vilkograd: Mikrotuneliranje je tu, <https://www.vilkograd.com/mikrotuneliranje-je-tu/?lang=hr>, pristup 28.04.2023.
9. Moslavina Kutina : Poboljšanje vodnokomunalne infrastrukture Aglomeracije Kutina  
<https://moslavina-kutina.hr/EU-projekti/Agglomeracija-Kutina/O-projektu>
10. Projektna dokumentacija preuzeta od tvrtke HIS : Ocjena stanja sustava odvodnje Ulice Vladimira Nazora.

11. Projektna dokumentacija preuzeta od tvrtke Solmex : Postupak sanacije sustava odvodnje UV-CIPP tehnologijom.
12. Projektna dokumentacija preuzeta od tvrtke Solmex : Osnovni podaci o proizvodu Brandenburger liner 2.5
13. Projektna dokumentacija preuzeta od tvrtke Solmex : Tehnički podaci o proizvodu Brandenburger liner 2.5
14. Ivana Luetić : Izrada troškovnika obiteljske kuće, Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split 2015.
15. Solmex : Bezrovovska sanacija odvodnje UV-CIPP metodom,  
<https://solmex.hr/odrzavanje-i-sanacija/bezrovovska-sanacija-odvodnje-uv-cipp-metodom/>, pristup 28.04.2023.
16. Zmaj-Tin: CCTV snimanje cjevovoda robot kamerama, <https://www.zmaj-tin.hr/ispitni-laboratorij/cctv-snimanje-cjevovoda-robot-kamerama/> ,pristup 28.04.2023.
17. Virovitičko-podravaska županija: Suvremno čišćenje kanalizacije u Orahovici,  
<https://www.vpz.hr/2013/03/08/suvremeno-ciscenje-kanalizacije-u-orahovici/>, pristup 28.04.2023.
18. GreenPak: UV CIPP obloga i popravak, <http://hr.gvacpack.com/cipp-linner/cipp-cured-in-place-pipes-uv-cipp-lining.html> , pristup 28.04.2023.
19. BalVan: Sanacija cijevi bez iskopa, <https://balvan-bb.hr/usluge/sanacija-cijevi-bez-iskopa/> ,pristup 28.04.2023.

20. C&L Water solutions: Slip lining, <https://www.clwsi.com/services/slip-lining/>,  
pristup 28.04.2023.