

# Prednosti metode sanacije kanalizacije "bez iskopa" u zaštiti na radu i zaštiti okoliša

---

**Mance, Mateo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:232576>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-12**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mateo Mance

**PREDNOSTI METODE SANACIJE  
KANALIZACIJE „BEZ ISKOPA“ U  
ZAŠTITI NA RADU I ZAŠTITI OKOLIŠA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional under graduate study of Safety and Protection

Mateo Mance

**THE ADVANTAGES OF THE  
TRENCHLESS „ NO DIG“ TECHNOLOGY  
AT SAFETY AT WORK AND SAFETY  
ENVIROMENT**

FINAL PAPER

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mance Mateo

**PREDNOSTI METODE SANACIJE  
KANALIZACIJE „BEZ ISKOPA“ U  
ZAŠTITI NA RADU I ZAŠTITI OKOLIŠA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Zlatibor Tomas, predavač

Karlovac, 2016.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite  
(označiti)

Usmjerenje: ZNR

Karlovac, 20.09.2016.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Mance Mateo

Matični broj: 0415613047

Naslov: PREDNOSTI METODE SANACIJE KANALIZACIJE „BEZ ISKOPA“ U  
ZAŠTIT NA RADU I ZAŠTIT OKOLIŠA

Opis zadatka:

Uvodno opisati metode rekonstrukcije kanalizacijskih sustava, postuok popravka- renoviranja. Kroz raspravu staviti naglasak na sigurnost i zaštitu na radu i prednosti opisivanih metoda. Zaključno dati vlastito mišljenje u zaključku. Prilikom pisanja koristiti referentnu i stručnu literaturu te pravilno citirati sve izvore i autore.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum

srpanj/2016

kolovoz/rujan/2016

rujan/2016

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

## SAŽETAK

*Rad opisuje sanaciju kanalizacije metodom „bez iskopa“. Metoda obuhvaća radnje TV inspekcije, planiranje, donošenja odluka o stanju i stupnju sanacije kanalizacijskog sustava. Također pruža informacije za plan i odabir postupka sanacije. Ovim postupkom povećava se sigurnost pri izvedbi, zaštiti tla i voda. Radovi ovom metodom su prihvatljivi za prostore na kojima sanacija zahtjeva rješavanje imovinsko pravnih postupaka, posebne regulacije prometa te ishodaenje raznih dozvola prije iskopa.*

**KLJUČNE RIJEČI:** *Zaštita okoliša, zaštita voda i tla, sanacija, zaštita na radu, Karlovac*

## SUMMARY

*This paper describes the partial rehabilitation of sewage method " trenchless " . The method includes the acts of TV inspection, planning, decision-making on the state and degree of reparation of the sewerage system. It also provides information for planning and selecting the process of reparation. This process increases the safety of the performance, protection of soil and water. Work done by this method are eligible for placements where rehabilitation requires resolution of legal procedures , special traffic regulations and obtaining various permits prior to excavation .*

**KEYWORDS:** *Environmental protection, protection of water and soil, reparation, work safety, Karlovac*

# SADRŽAJ

## Stranica

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
SAŽETAK.....	II
SADRŽAJ.....	III
1. UVOD.....	1
2. SUSTAV ODVODNJE .....	2
3. METODE REKONSTRUKCIJE KANALIZACIJSKIH SUSTAVA.....	4
3.1. Prednosti metode sanacije "bez iskopa" .....	6
3.2. Postupak popravka .....	7
3.2.1. Nanošenje obloge (spray lining).....	8
3.3. Postupak renoviranja .....	9
3.3.1. Tijesna ugradnja cijevi (close-fit lining) .....	9
3.3.2. Metoda klizajuće obloge (slip lining) .....	11
3.3.3. Metoda sanacije u mjestu (cured in place pipe) .....	13
3.4. Postupak obnove .....	16
3.4.1. Metoda proboja .....	16
3.4.2. Gradnja mikrotunela .....	18
4. PLAN SANACIJE .....	21
5. SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU .....	22
5.1. Prednosti metode "bez iskopa" u zaštiti na radu i zaštiti okoliša .....	23
6. ZAKLJUČAK .....	24
7. LITERATURA.....	25

## 1. UVOD

Tehnologija se u području sanacije odnosno rekonstrukcije komunalnih instalacija doista mijenja i napreduje, tako da se rabe različite tehnike i materijali. U praksi u RH gotovo se u svim slučajevima obnavljanja i popravka 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.

Naime, primjena navedenog načina obavljanja kanalizacijskog cjevovoda uzrokuje poremećaj u lokalnom prostoru i samo iskorištavanje tog prostora.

Osim klasičnog načina obavljanja kanalizacijskih cjevovoda postoje nove metode koje ga u svjetskoj praksi sve više zamjenjuju. Te su metode u svjetskoj praksi poznate pod nazivom bezrazorne ili bezrovovske metode, odnosno izvorno „Trenchless Sewer Rehabilitation“. Te metode ne zahtijevaju iskop već je stara cijev „domaćin“ novoj cijevi ili oblozi. Metodama koje čine ovu tehnologiju ispravlja se defektnost cijevi s manje radova i manje ometanja i degradacije okoliše nego s tradicionalnim metodama kopanja i zamjene.

U RH uobičajeno je da je glavni razlog odabira neke metode isključivo cijena same investicije. Zbog toga potrebno je istražiti i sagledati sve moguće tehnološke postupke rekonstrukcije i sanacije cjevovoda koje se nude na svjetskom tržištu i nakon toga odabrati adekvatno rješenje ta neki problem, bilo to izgradnja ili rekonstrukcija postojećeg kanalizacijskog cjevovoda. [10]

Metode sanacije	Cijena radova temeljem troškovnika	Povećanje troškova nastalih zbog zastoja u prometu	Ukupna cijena investicije
Klasična metoda	2.997.116,00	1.015.186,00	4.012.302,00
Bezrovovska metoda	3.646.585,00	225.597,00	3.872.182,00

**Tablica 1.** Isplativost korištenja metode sanacije „ bez iskopa“ [3]



## 2. SUSTAV ODVODNJE

Sustav odvodnje je sustav objekata i mjera povezanih u funkcionalnu cjelinu s osnovnim ciljem sakupljanja, odvođenja i pročišćavanja otpadnih voda, te njihovog ispuštanja nakon pročišćavanja, na tehnički što ispravniji i ekonomičniji način.

Sustav odvodnje čine sljedeće glavne skupine objekata:

- Kanalizacijska mreža
- Građevine kanalizacijske mreže ( crpne stanice, ulazna i prekidna okna, preljevne građevine, itd.)
- Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda
- Ispusti

Vrste otpadnih voda u sustavu odvodnje:

- Kućanske – potrošne i fekalne
- Industrijske (tehnoške) – onečišćene i uvjetno čiste
- Oborinske (atmosferske) – od kiše, otopljenog snijega i od pranja ulica

Ovisno o načinu prihvaćanja i odvodnje otpadnih voda sustav odvodnje dijeli se na :

- Mješoviti ili skupni
- Razdjelni ili odvojeni (separantni)
- Polurazdjelni ili djelomično razdjelni
- Kombinirani sustav



SI. 1. Sustav odvodnje [1]

Za sustav odvodnje se može reći da je izlazna komponenta urbanog vodnog sustava, te kao takav utječe na ekosustav urbanog područja. Negativni utjecaj otpadnih voda na okoliš i podzemnu vodu potrebno je minimalizirati, te se to postiže pravilnom izgradnjom i upravljanjem sustavom odvodnje.

Sustav za pročišćavanje otpadnih voda nekad nije dovoljan za osiguranje od onečišćenja jer se dosta problema javlja u cjevovodnoj mreži koja predstavlja većinu sustava.

Zbog zastarjelosti cjevovoda, nepravilnog upravljanja i održavanja mreže javljaju se različite neželjene posljedice. Jedna od tih posljedica je curenje otpadnih voda u tlo i podzemnu vodu.

Takvi problemi se rješavaju slično kao i kod vodoopskrbnog sustava metodama analize s kojima se dobiju podaci o nepravilnostima, te se na temelju tih podataka olakšano upravlja sustavom i donose odluke o načinu sanacije ili rekonstrukcije. [1]

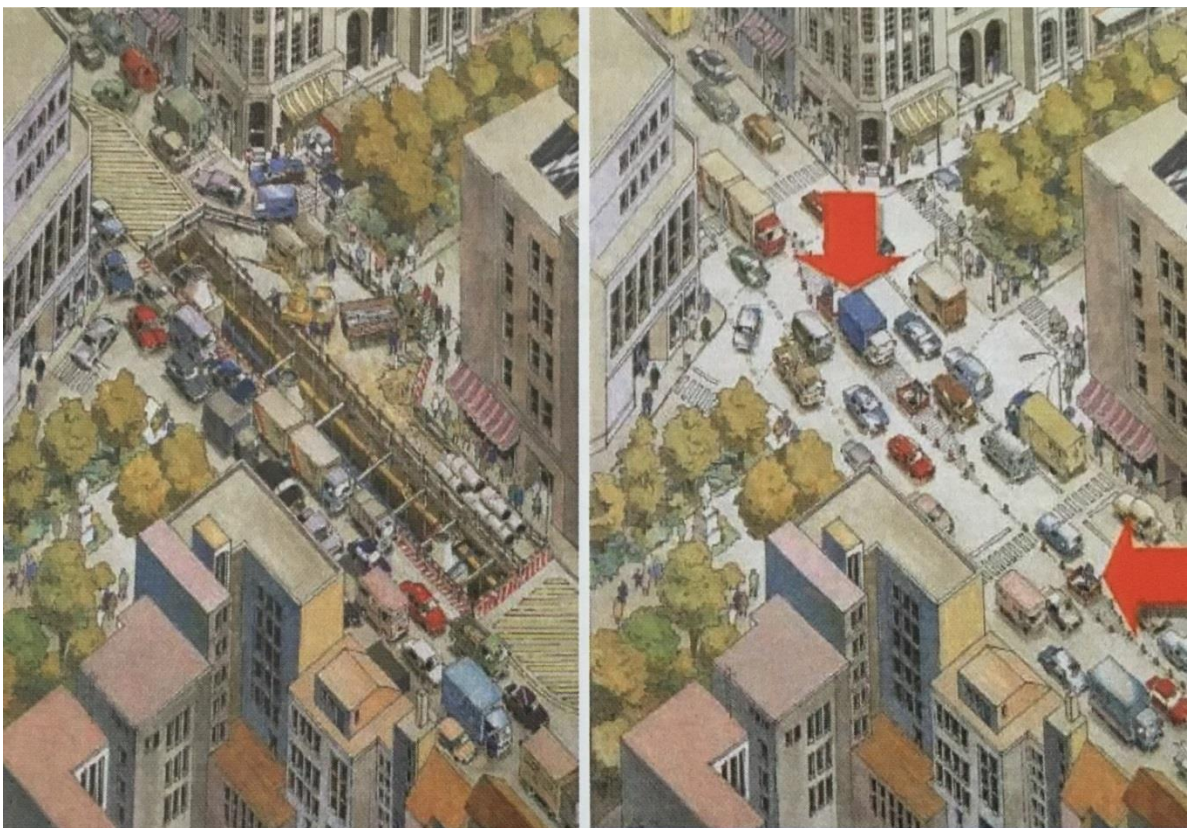
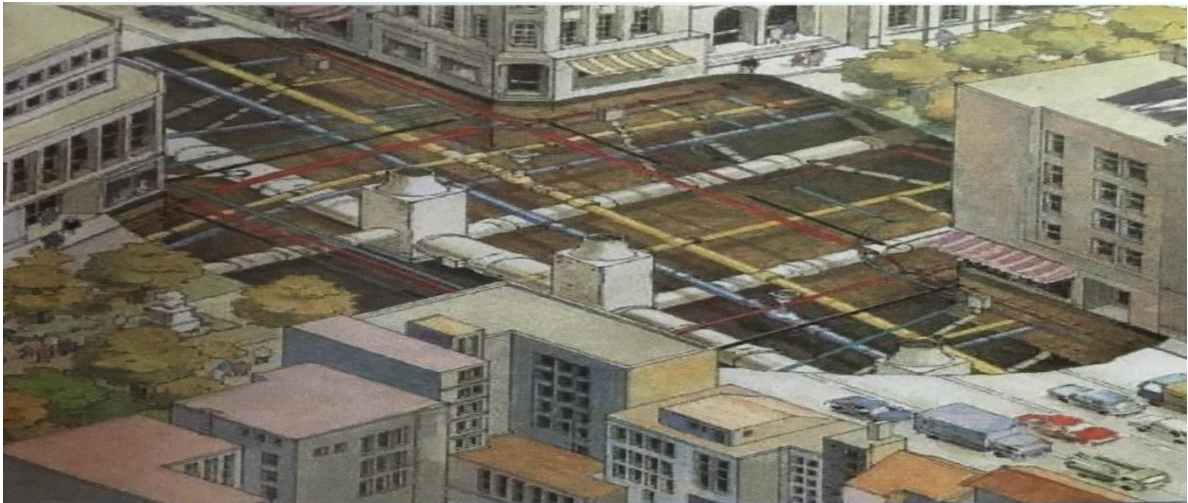
### **3. METODE REKONSTRUKCIJE KANALIZACIJSKIH SUSTAVA**

Metode sanacije „bez iskopa“ (eng „no dig“) prisutne su u Europi tijekom zadnjih tridesetak godina, dok su u Hrvatskoj u primjeni tek posljednjih godina. Radi se o metodama rekonstrukcije, popravka i/ili sanacije postojećih cjevovoda odvodnje koristeći metodologiju bez potrebe iskopa, ili sa vrlo ograničenim iskopom.

Nekonvencionalne (bezrovske) metode temelje se na principu sanacije bez iskopa, odnosno sanacija cjevovoda vrši se bez iskopa putem postojećih revizijskih okana ili sa minimalnim iskopima na početku sanacije. Razlog nastanka je potreba da se eliminira iskopavanje u gusto naseljenim urbanim sredinama koje uzrokuje i povećanje ukupnih troškova za vrijeme izvođenja radova.

Kod klasičnog načina obnove kanalizacijskog sustava vrši se iskop cijele dionice te kompletna zamjena cjevovoda novim. Takav način rekonstrukcije nailazi na sve veće neodobranje javnosti zbog narušavanja svakodnevnice te zakrčivanja prometnica.

U Europi trenutno se razvijaju programi, kojima se nastoji razviti niz alata kojima će se osigurati najekonomičniji sustav održavanja popravaka na sustavima komunalnih mreža, koje će zadovoljiti društvene, zdravstvene i ekonomske kriterije, te zahtjeve očuvanja okoliša. [3]



**SI. 2.** Prikaz korištenja metode „iskopa“ i metode „ bez iskopa“ na križanju [4]



### 3.1. Prednosti metode sanacije „bez iskopa“

Sanacija „bez iskopa“ koristi se zato što je sigurna i direktno može odvoditi otpadnu vodu u svrhu očuvanja zdravlja i okoliša. Također tom metodom možemo održavati zatvoreni sustav potrošača preko glavnog kanala do postrojenja za pročišćivanje, spriječiti prodiranje podzemne vode, otjecanje onečišćene vode te izbjeći predimenzioniranje postojenja za pročišćavanje. Mnoge su prednosti metoda sanacije bez iskopa, koje također možemo podijeliti na direktne i indirektne prednosti.

Ovom metodom možemo sanirati, popravljati, renovirati te obnavljati sustave odvodnje. Sanacija se koristi za ponovno uspostavljanje ili poboljšanje sustava odvodnje, popravak za otklanjanje mjesno ograničenih oštećenja, renoviranje za poboljšanje trenutne učinkovitosti cjevovoda i kanala za otpadne vode s potpunim ili djelomičnim korištenjem njihovog izvornog materijala, te obnova, koja služi za uspostavljanje novih cjevovoda i kanala za otpadne vode u postjećim ili drugim trasama, pri čemu nova postojenja uključujući funkciju izvornih cjevovoda i kanala za otpadne vode. [4]

Direktne prednosti metoda „bez iskopa“ su:

- Nema iskopa površine prometnice tj. ulice
- Nema iskopa i premještanja materijala tla
- Nema ometanja rada ostalih podzemnih instalacija
- Nema odlagališta
- Značajno smanjeno vrijeme ugradnje
- Izbjegavanje štete na okolnim građevinama
- Moguća ugradnja i prolaz ispod građevina, zgrada, željeznica, itd...

Indirektne prednosti metoda „bez iskopa“ su:

- Značajno manje ometanje prometa
- Smanjenje rizika zaštite na radu i očuvanja zdravlja
- Zaštita okoliša ( emisija štetnih plinova, otpad,...)
- Manje ometanje odvijanja obrta i gospodarskih djelatnosti u području obuhvata
- Manje buke
- Moguće izvođenje radova pri lošim vremenskim uvjetima

### 3.2. Postupak popravka

Postupak popravka su mjere za otklanjanje mjesno ograničenih oštećenja. Njihova upotrebljivost je dvije do petnaest godina. Takva tehnologija primjenjuje se ukoliko postoje puknuća, talog, prepreke, korozija, curenje. Ukoliko su oštećeni priključci, puknute cijevi, te štete zbog prodora vegetacije. Postupci kojima se koristimo u postupku popravka su [4]:

- Postupak injektiranja
- Postupak s robotima
- Metode s kratim oblogama
- Sustavi nagavka
- Spajanje priključaka
- Pojedinačno iskopavanje

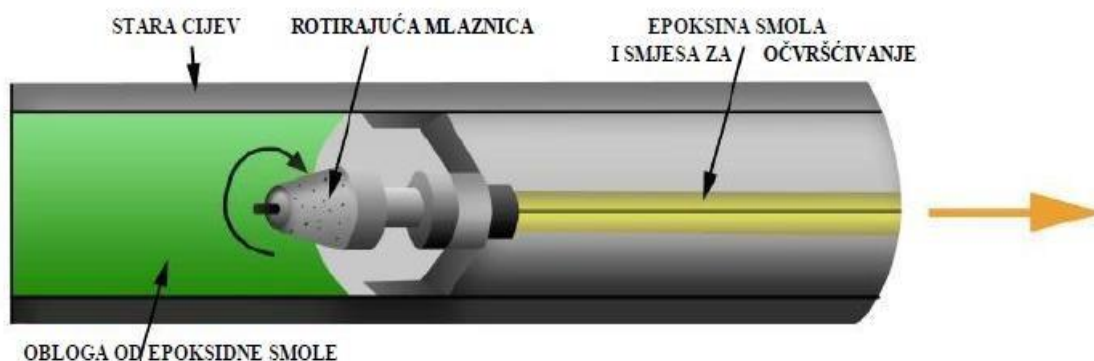


SI. 3. Postupak popravka: Sustavi naglavka [4]

### 3.2.1. Nanošenje obloge (spray lining)

Koristi se epoksidna smola, poliuretanska ili obloga od cementnog morta koja omogućava zaštitu od korozije metalnih cjevovoda ili sprječava prodor vode kroz pukotine u cjevi. Cjevovod mora biti temeljito očišćen i osušen prije nanošenja obloge kako bi bilo omogućeno dobro prijanjanje nove obloge.

Tanak sloj obloge (1-1.5 mm) se nanosi pomoću rotirajuće mlaznice koja se kreće od jednog kraja cijevi prema drugom. Debljina sloja kontrolira se brzinom kretanja mlaznice.



Sl. 4. Prikaz nanošenja obloge [3]

Vrijeme stvrdnjavanja obloge od epoksidne smole iznosi 16 sati, a poliuretanske 2 sata. Kod cementnih obloga to vrijeme znatno duže. Cementna obloga je jednostavnija za ugradnju i jeftinija dok su prednosti ostalih obloga tanji sloj nanošenja te bolja hidraulička svojstva[3].

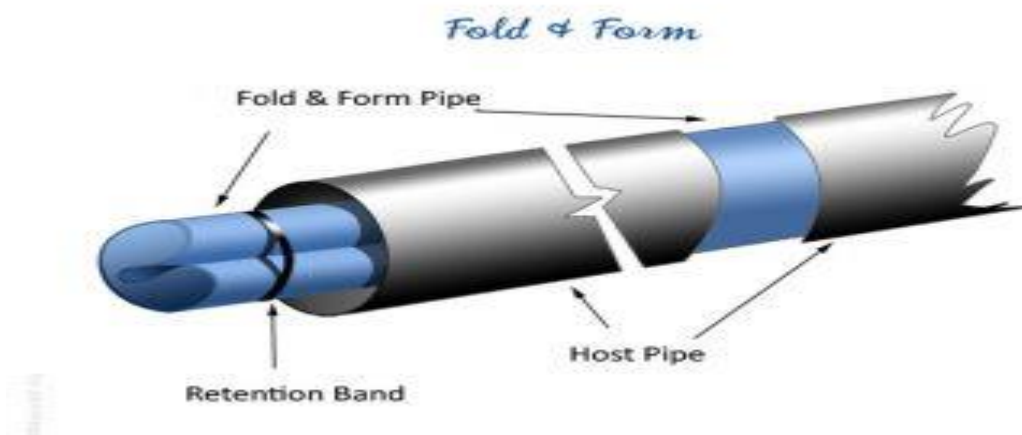
### 3.3. Postupak renoviranja

Postupak renoviranja mjere su za trenutne učinkovitosti cjevovoda i kanala za otpadne vode s potpunim ili djelomičnim korištenjem njihove izvorne supstance. Njihova upotrebljivost je 25 - 70 godina. Postupci kojima se koristimo u potupcima renoviranja su: [4]

- Metoda jedne cijevi
- Sanacija cjevovoda
- Tijesna ugradnja cijevi
- Metoda sanacije u mjesu (CIPP)
- Metoda motanih cijevi
- Metoda s brtvom na napuhavanje

#### 3.3.1. Tijesna ugradnja cijevi (close-fit-lining)

Postupak ugradnje cijevi sastoji se od uvlačenja nove, tvornički pripremljene cijevi u postojeću cijev kroz postojeća revizijska okna, zagrijavanja cijevi vrućom parom kako bi se ona vratila u prvobitni okrugli presjek, te hlađenja pomoću stlačenog zraka radi stvrdnjavanja obloge.



Sl. 5. Tijesna ugradnja cijevi [3]

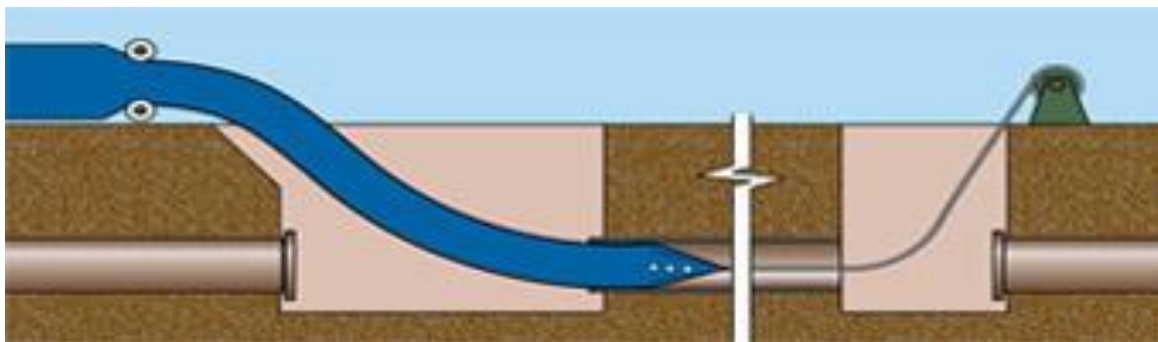


Postupak ugradnje nove cijevi je sljedeći  
(Slika 5) :

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



SI. 6. Ugradnja nove cijevi [3]



SI. 7. Tijesna ugradnja cjevovoda [3]

Ova metoda sanacije postojećeg cjevovoda značajno smanjuje vrijeme izgradnje i ukupne troškove nudeći niz prednosti u odnosu na klasičnu rekonstrukciju: [3]

- cijevi dizajnirane posebno za kanalizacijske sustave
- koriste se otporne i dugotrajne cijevi
- širok raspon veličina cijevi
- cijevi se mogu reciklirati
- brza i ekonomična ugradnja
- nema potrebe za prekopavanjem ulica
- nema štetnih utjecaja na okoliš prilikom rekonstrukcije (smrad)
- nema gubitaka vode

### 3.3.2. Metoda klizajuće obloge (slip lining)

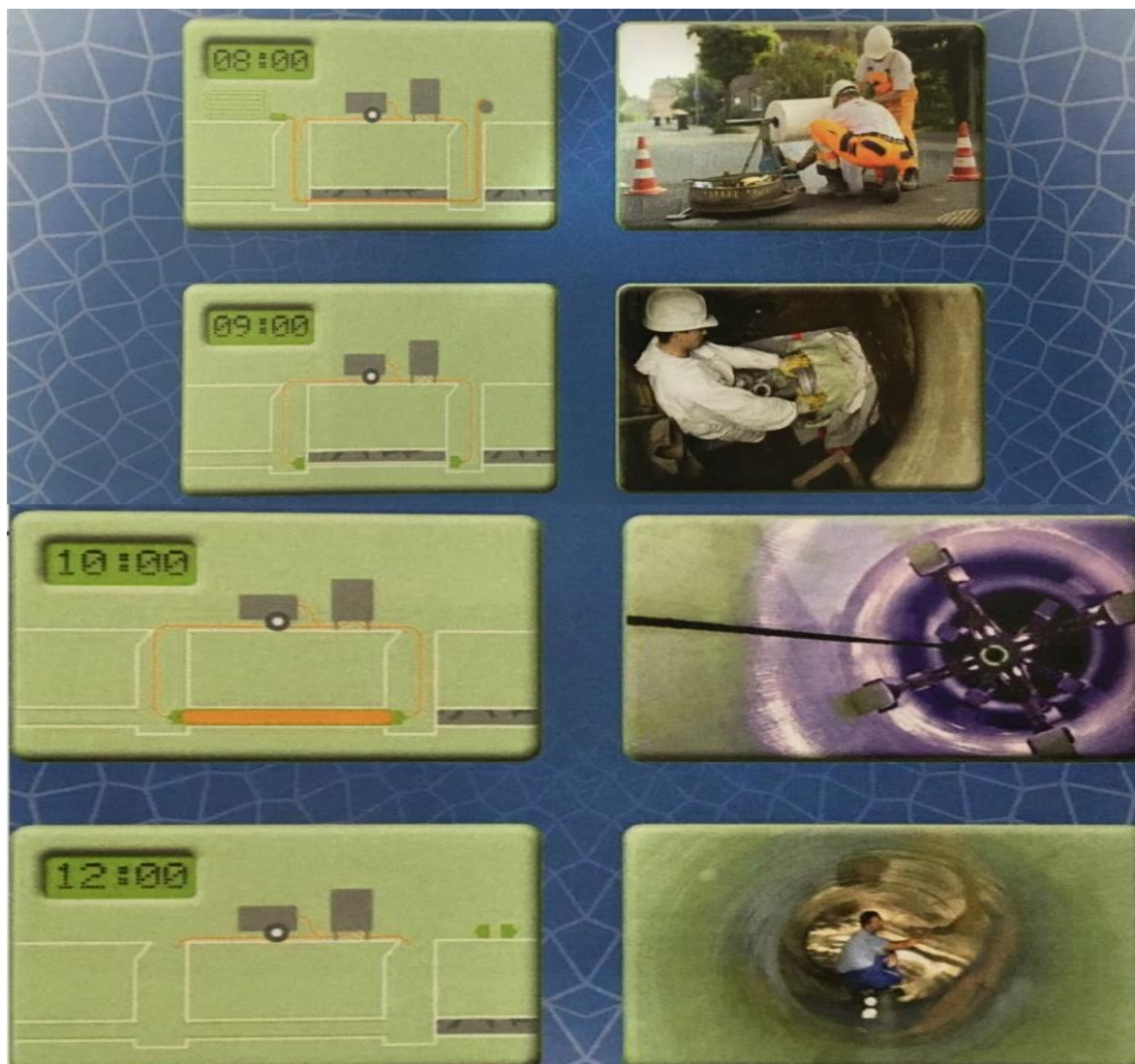
Iako metoda klizajuće obloge nije potpuna metoda „ bez iskopa“ , količine iskopa su bitno manje od klasičnih metoda zamjene cijevi. Pri izvođenju radova u staru cijev se uvlači klizajuća obloga manjeg promjera. Slobodni prstenasti otvor između stare i nove cijevi ispunjava se mortom koji sprječava istjecanje i osigurava konstruktivnu cjelovitost cijevi. Ukoliko prostor između cijevi nije popunjen mortom obloga se ne smatra konstruktivnom.

U najvećem broju metoda klizajuće obloge, okna se ne mogu koristiti za pristup opremi. U tim situacijama potrebno je iskopati jedan kratki prokop za uvođenje, za svaku dionicu koja se sanira.



SI. 8. Uvlačenje nove cijevi [3]



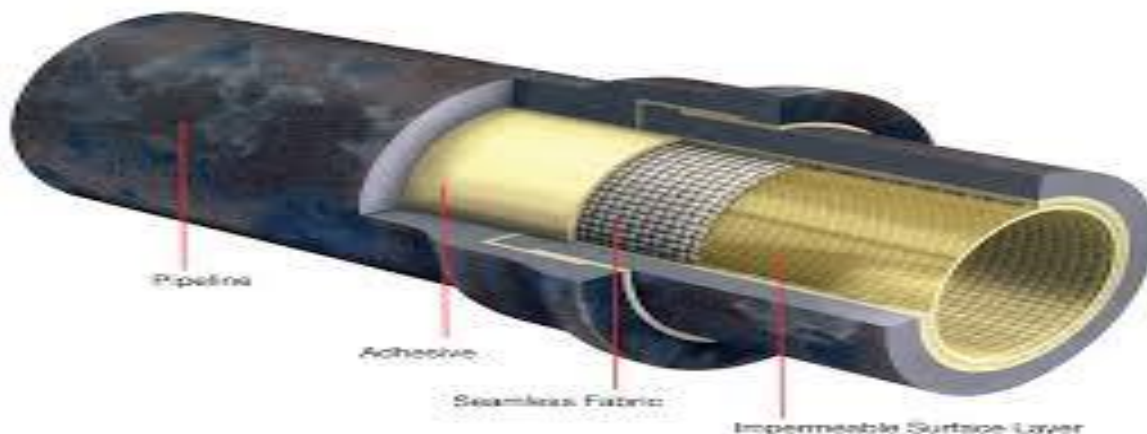


**Sl. 9.** Prikaz metode klizajuće obloge [4]

Metode klizajuće obloge uključuju kontinuiranu, segmentnu i spiralnu oblogu. Za sve tri metode lateralni priključci se izvode iskopom ili upravljanim robotom opremljenim alatom za rezanje. Kod kontinuiranog uklizavanja, nova cijev, spajana u kontinuirani odsječak, ulaže se u postojeću cijev na pogodnim lokacijama. Okno ili prokop koji se koristi za uvođenje nove cijevi mora omogućiti slobodno savijanje cijevi. Segmentna obloga se formira na mjestu pristupa. Postupak je moguće izvesti bez preusmjerenja postojećeg protoka. U mnogim primjenama postojeći tok vode pospješuje uvlačenju cijevi, jer smanjuje trenje. Spiralna obloga od posebnih limova s patentnim spojem spaja se ispred mjesta uvođenja i oblikuje u cijev, te potom umeće u postojeću staru cijev. [3]

### 3.3.3. Metoda sanacije u mjestu (cured in place pipe - CIPP)

Metoda CIPP se sastoji od ugradnje smolom impregnirane fleksibilne cijevi invertiranjem u postojeću cijev upotrebom tlaka vode. Nakon što se fleksibilna cijev invertira u postojeću cijev, smola se stvrdnjava upotrebom tople vode, te se time dobiva nova cijev u cijevi unutar jedne dionice otporna na koroziju.



SI. 10. Metoda sanacije u mjestu [3]

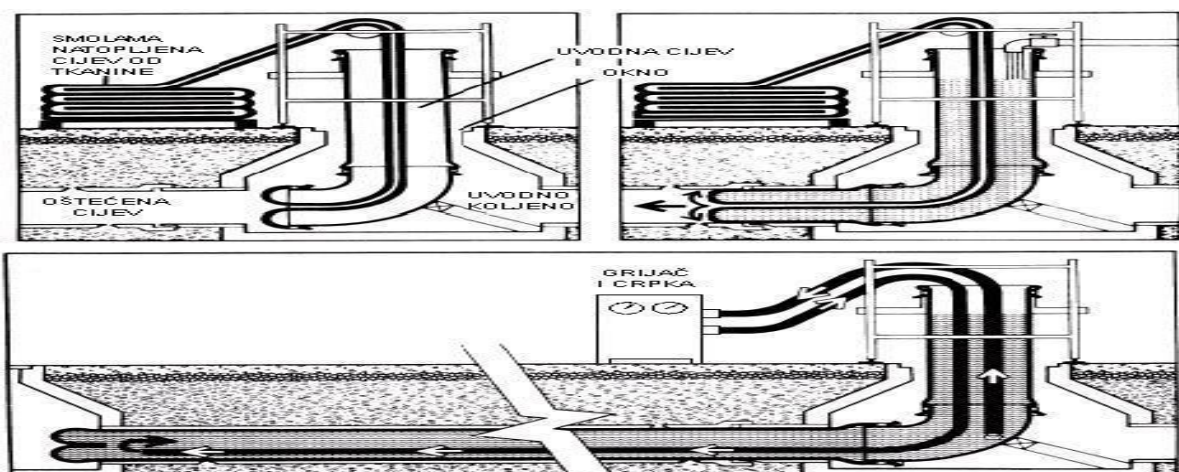
Faze cjelokupnog postupka su slijedeće:

- **Čišćenje kanalizacije** - prije početka čišćenja i inspekcije potrebno je ispitati stanje atmosfere u pristupnim šahtama i cijevi kako bi se utvrdilo postojanje otrovnih i zapaljivih para ili manjak kisika. Nakon što su uklonjene sve sigurnosne zapreke nastavlja se s čišćenjem kanalizacijske cijevi upotrebom visokotlačnih, vodom pogonjenih alata (kanal-jet) kako bi se uklonili svi kruti ostaci unutar cijevi. Potom se očišćena cijev vizualno pregledava upotrebom CCTV robota s ciljem utvrđivanja postojeće cijevi i pozicija lateralnih priključaka.



SI. 11. Robot za pregled cijevi [3], [6]

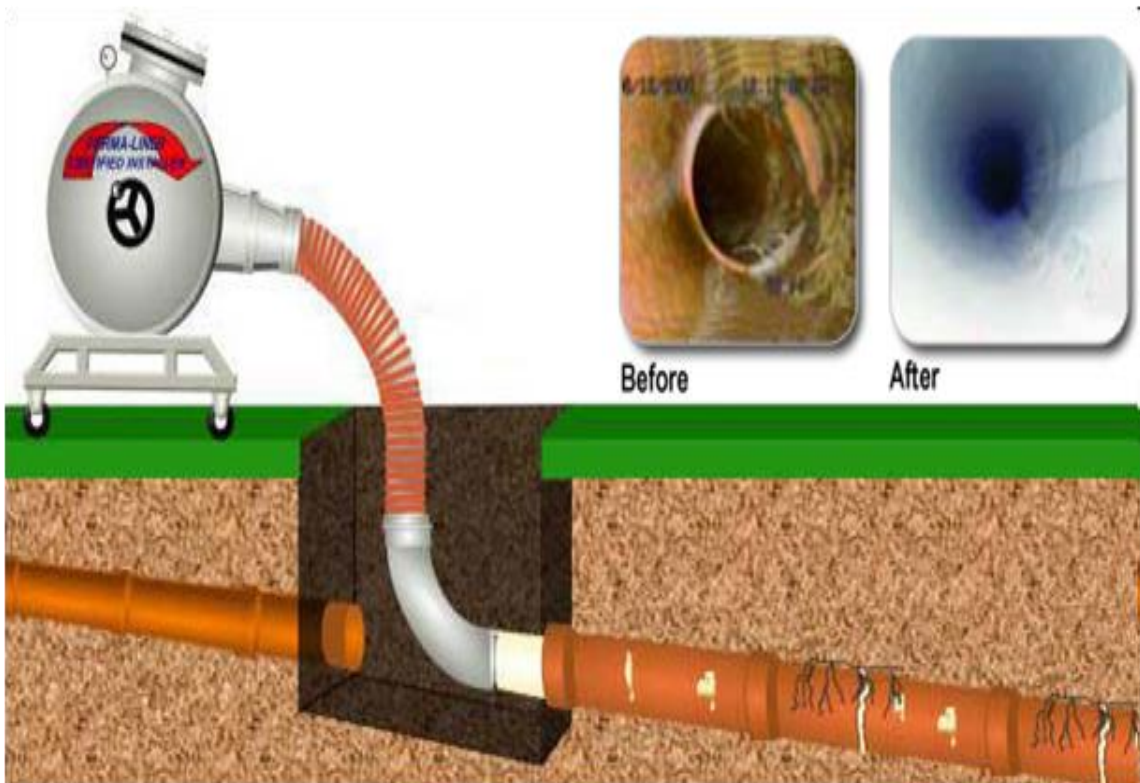
- **Dimenzioniranje fleksibilne cijevi** - nakon čišćenja i vizualnog pregleda cijevi pristupa se preciznom mjerenju promjera, duljine i dubine cijevi kako bi se odredile konačne karakteristike fleksibilne cijevi. U obzir se uzima: prisutnost podzemnih voda, opterećenost prometom nadzemne prometnice, temperatura i vrsta efluenta, položaj pojedinih dionica cijevi. Sama metoda omogućava prolaz kroz nekoliko šahti tako da omogućuje sanaciju nekoliko dionica u jednom potezu, a time i značajnu vremensku uštedu.
- **Vakumska impregnacija fleksibilne cijevi** - fleksibilna cijev puni se smolom u količini dovoljnoj da ispuni sve praznine unutar cijevi kako bi se dobio željeni promjer i debljina stjenke. Priprema smole uzima u obzir i kemijsku otpornost koju nova cijev mora imati nakon ugradnje. Impregnirana fleksibilna cijev se skladišti na kontroliranoj temperaturi, kako bi se izbjeglo nekontrolirano otvrdnjavanje, te se potom u hladnjači prevozi na mjesto ugradnje.
- **Invertiranje fleksibilne cijevi u postojeću cijev** - nakon čišćenja i inspekcije cijevi, te impregnacije fleksibilne cijevi pristupa se ugradnji fleksibilne cijevi. Dionica predviđena za obnavljanje se isključuje iz redovnog rada čime se omogućuje nesmetano obnavljanje, te nesmetan rad kanalizacije za vrijeme izvođenja obnavljanja. Lateralni priključci se također zatvaraju kako ne bi ometali izvođenje radova. Fleksibilna cijev se potom invertira u postojeću cijev upotrebom postojeće šahte i primjenom hidrostatskog tlaka vode. Postojeća cijev pritom služi kao vodilica za fleksibilnu cijev.



SI. 12. Metoda sanacije u mjestu [3]



- **Otvrdnjavanje cijevi** - po završetku inverzije fleksibilne cijevi u postojeću cijev slijedi postupak otvrdnjavanja cijevi toplom vodom. Upotrebom termoenergetske jedinice voda se zagrijava na potrebnu temperaturu i cirkulira sve dok fleksibilna cijev u potpunosti ne otvrdne. Nakon što cijev otvrdne, upotrebom specijalnih robota otvaraju se lateralni priključci. Dobivena cijev je u potpunosti nosiva te mehaničkim svojstvima odgovara zahtjevima uporabe u kanalizaciji. [3]



SI. 13 Prikaz prije i poslije korištenja metode sanacije u mjestu [3]

### 3.4. Postupak obnove

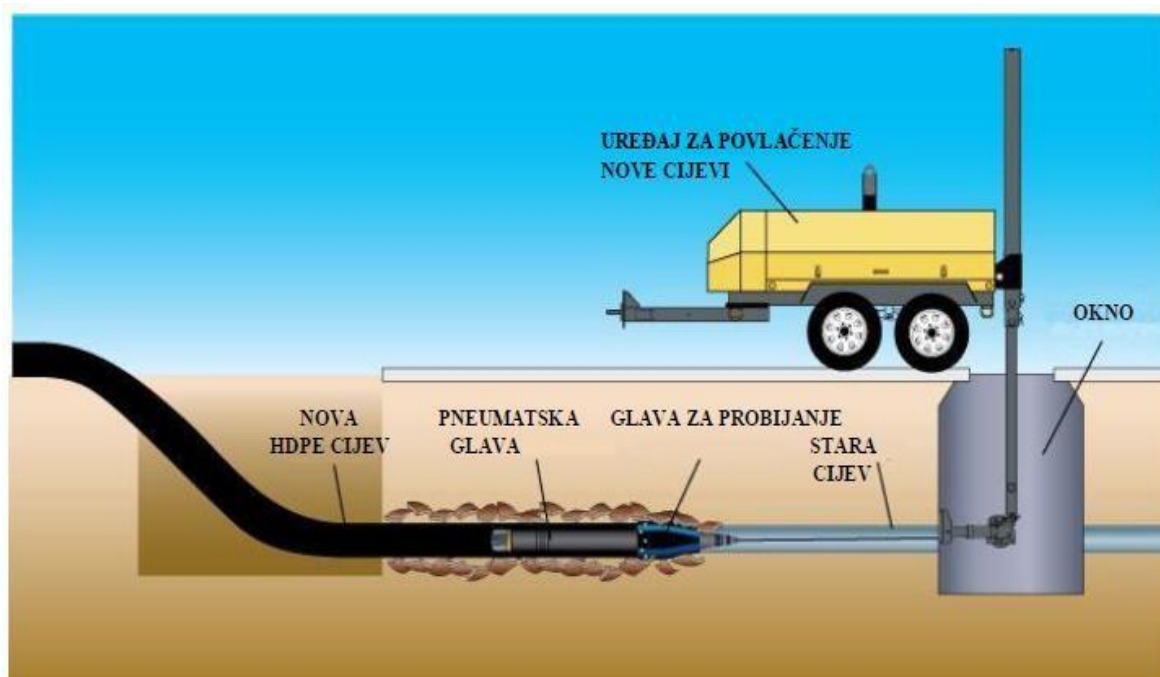
Postupak obnove koristi se uspostavljanje novih cjevovoda i kanala za otpadne vode u postojećim ili drugim trasama, pri čemu nova postrojenja uključuju funkciju izvornih cjevovoda i kanala za otpadne vode. Upotrebljivost je 50-80 godina. Metode kojima se koristimo pri postupku obnove su: [4]

- metoda proboja
- gradnja mikrotunela

#### 3.4.1. Metoda proboja (pipe bursting)

Poznata i pod nazivom metoda linijske ekspanzije, ali najčešće se koristi izvorni engleski naziv (pipe bursting) zbog neadekvatnih hrvatskih naziva.

Stara cijev istiskuje se alatom za probijanje. Kod linijske ekspanzije stara se cijev koristi kao vodilica ekspanzijskoj glavi (dio opreme za probijanje). Glava se povlači kabelom i povećava površinu za novu cijev gurajući postojeću cijev radijalno van do sloma..

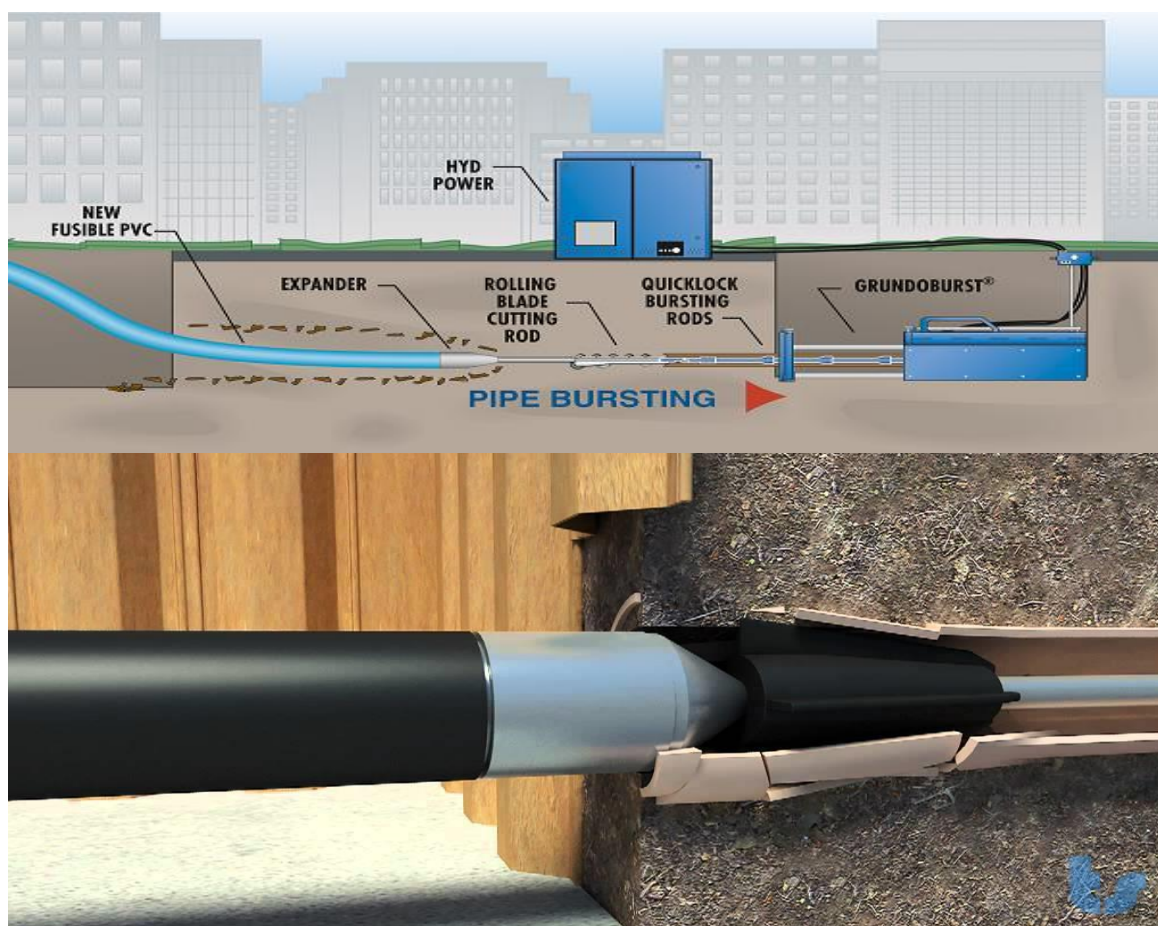


Sl. 14. Metoda proboja [3]

Na probojnom alatu koriste se različite vrste glava kao što su dinamičke i statičke. Statičke glave koje nemaju pokretnih unutarnjih dijelova, proširuju postojeću cijev samo guranjem probojnog alata, dok dinamičke glave proizvode dodatne pneumatske ili hidrauličke učinke na plohama dodira. Pneumatske glave pulsiraju promjenom unutarnjeg tlaka, a hidrauličke povećavaju i smanjuju glavu. Dok dinamička glava pulsira (ili se povećava i smanjuje), naprava za probijanje se povlači kroz postojeći cjevovod pri tom ga drobeći i uvlačeći novu cijev neposredno iza stare.

Dinamičke se glave koriste za teška tla i čvrste cijevne materijale. Pošto dinamičke glave mogu pokrenuti okolno tlo i stvoriti dodatne tlakove i slijeganja, radije se u praksi koriste statičke glave gdje god je to moguće.

Za vrijeme probijanja potrebno je protok u dionici cijevi koja se obnavlja preusmjeriti crpljenjem kroz privremeni mimoilazni vod. Nakon što je uvlačenje završeno, bočni priključci se ponovno spajaju uz pomoć robota opremljenog alatima za rezanje.



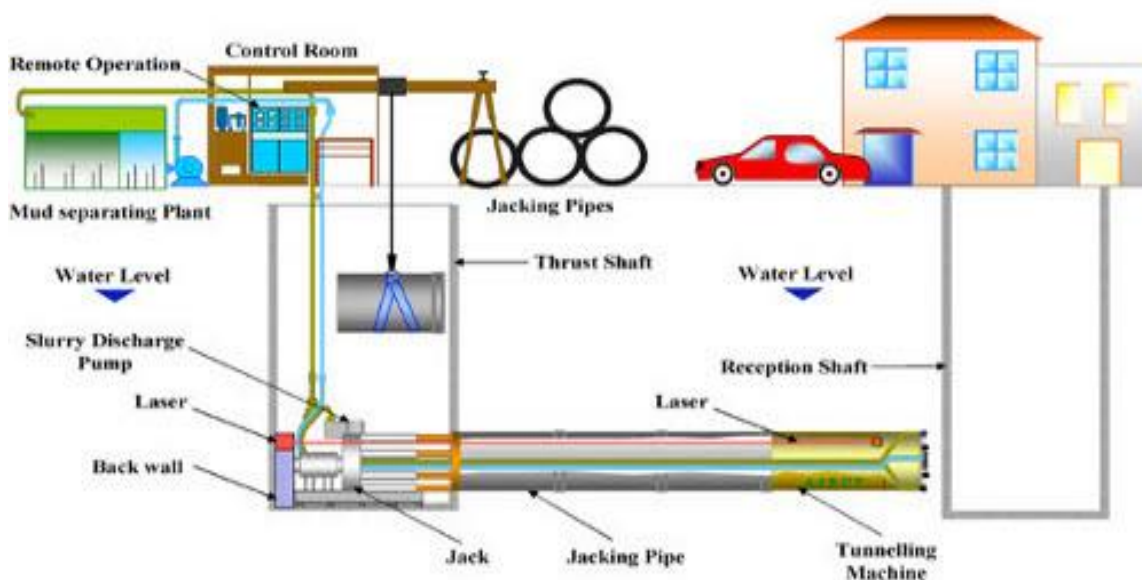
Sl. 15. Metoda proboja [4]



### 3.4.2. Gradnja mikrotunela (microtunneling)

Gradnja mikrotunela omogućuje da se bez ikakvog vidljivog iskopa postavi cjevovod na bilo koju dubinu. Što je još važnije, na ekstremno teškim mjestima kao što je postavljanje cijevi ispod korita rijeka, ispod zgrada, željezničkih pruga i ostalih prometnica.

Najveća prednost ove tehnologije je to što ne dovodi do prekida prometa ili privremenog mijenjanja korita rijeke dok se izvode radovi. Postupak mikrotuneliranja je efikasna metoda, koja čuva čovjekovu okolinu, i predstavlja alternativu uobičajenom kopanju i građenju kanala. Čak i u uvjetima, gdje nema puno prostora, može se izgraditi novi kanal bez većeg ometanja prometa.



SI. 16. Polaganje cijevi tehnikom mikrotuneliranja [3]

Prednosti mikrotuneliranja:

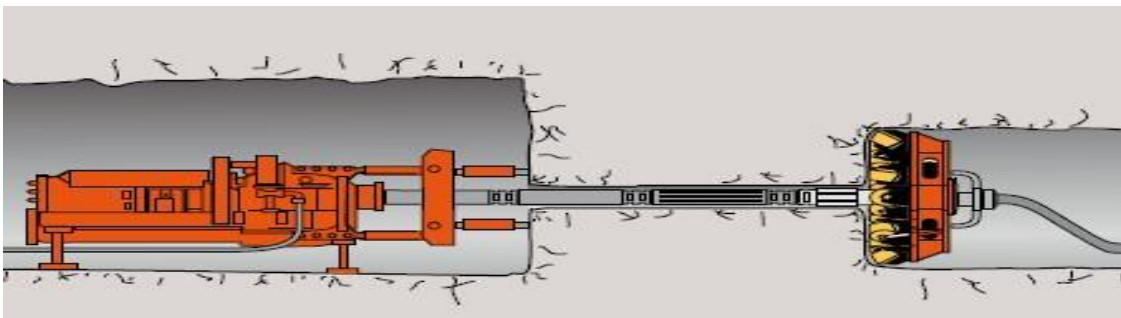
- znatno se smanjuje opterećenje okoline prašinom i bukom
- uvelike reducira količine iskopa
- trajanje izgradnje se znatno skraćuje
- tok gradnje ne ovisi o vremenskim uvjetima
- neograničava se uobičajeni promet
- nema snižavanja nivoa podzemnih voda,
- građani bolje prihvaćaju radove na cjevovodu,
- opasnost od oštećenja okolnih zgrada i drugih podzemnih instalacija je veoma mala.

Bušenje i utiskivanje cijevi počinje iz ulazne i završava u izlaznoj rupi. Udaljenost između rupa može biti i veća od 1500 metara, ovisno o promjeru cijevi, a polažu se cijevi od 250 do 3500 milimetara.

Postupak bušenja prati se kompjutorski iz komandnog kontejnera, a u bušećoj glavi su uređaji za navođenje, poput lasera, kamere i drugih koji položaj glave prate i satelitski.

Tehnike strojnog građenja mikrotunela mogu se svrstati u dvije skupine:

- Strojevi koji rade na principu bušenja. Pogonska stanica je stabilna, a kreće se samo rezna glava (slika 12.).
- Strojni iskop punog profila (full face machines). Pogonska stanica se kreće zajedno sa reznom glavom. Isti princip rada kao i kod strojeva za iskop velikih tunela.



**SI. 17.** Bušenje mikrotunela [3]



**SI. 18.** Strojni iskop punog profila [3]

Podgrađivanje mikrotunela najčešće se vrši prefabriciranim elementima koji se potiskuju hidrauličkim prešama. Oko cijevi koje se utiskuju pod velikim pritiskom injektira se bentonitna suspenzija za smanjenje trenja između cijevi i tla.

Mreže računa tako da usporedi potražnju koju mreža može zadovoljiti kada je neka od cijevi u kvaru i ukupnu potražnju koju isporučuje netaknuta mreža (bez kvarova). Dalje se na temelju važnosti svakoj od cijevi pridaje težinski koeficijent. Na slici 30. je prikazana cjevovodna mreža vodoospkrbnog sustava i prikaz rizika nastanka kvarova na svakoj od cijevi. [3]

## 4. PLAN SANACIJE

Pri izradi plana sanacije potrebno je odrediti ciljeve i zahtjeve, pod time podrazumijevamo poštivanje izravnih i neizravnih troškova, redovita ponovna ulaganja u svrhu smanjenja gubitka sredstava, smanjiti potrebe za održavanje te sačuvati imovinu mrežnog operatera.

Potrebno je odrediti stručne suradnike, komunalno poduzeće za vodoopskrbu, poduzeće koje vrši sanaciju, inženjerski ured, mrežnog operatera, te ostale javne službe.

Zahtjevi planiranja moraju zahtijevati učinkovitost sanirnog sustava. Hidraulička učinkovitost ne smije biti smanjena, stabilnost mora biti osigurana, rad u održavanje nakon sanacije ne smiju biti ograničeni, odabir materijala mora udovoljavati kemijskim zahtjevima, ne smije biti štetnih utjecaja na okoliš (ekološka prikladnost), u obzir treba uzeti zadržavanje vrijednosti tj razmatranje s obzirom na cijenu ( održivost)

Potrebne su informacije o stanju kanala (položaj, dimenzije, oblik, materijali...) , stanju izgradnje (rezultati TV inspekcije, rezultati ispitivanja propustnosti...) , hidraulici (karakteristike učinkovitosti, povijest događaja uspora) i okolišu (uvijeti tla, razine podzemnih voda, zaštitno područje podzemnih voda, informacije o okolnoj strukturi (voda, plin, toplinska energija...), korištenju površine (stanje prometnih površina, tijek prometa, podaci o stanarima i tvrtki...), te ostalim ograničenjima koje dobivamo od investitora.

Odabrati ispravan postupak radi ograničenja i uvijeta gradnje poput pozicija u prometnom prostoru (obilazak, jednostrano zatvaranje, sigurnost u prometu), prostornih uvijeta (površine za građevinske uređaje, zaštita zelenih površina) , dostupnosti (pripremni radovi za upotrebu tehnike, kamioni, itd...), osiguranja odvodnje (zadržavanje kanalizacije ovisno o tehnici, koncept osiguranja odvodnje), te podzemnih voda( vrsta i veličina utjecanja podzemne vode). [4]

## 5. SIGURNOST I ZAŠTITA NA RADU

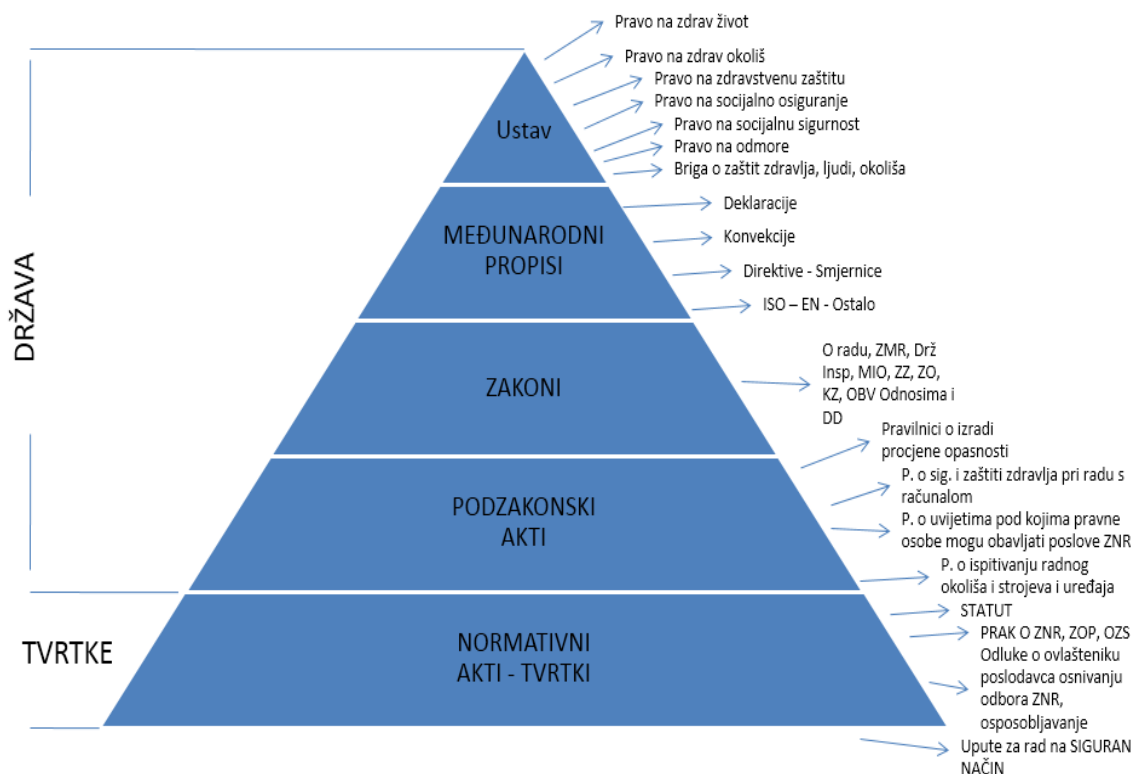
Zaštita na radu je interdisciplinarno područje čije su sastojnice skup tehničkih, zdravstvenih, pravnih, pedagoških, andragoških, radno-socijalnih i drugih gospodarskih djelatnosti.

Zaštitom na radu unutar europske unije bavi se europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu (eu-osh). Njihov cilj je promoviranje važnosti zaštite kroz pristup prevencije opasnosti i eliminiranja rizika na radnom mjestu.

Agencija se bavi istraživanjem opasnosti i predlaganjem mjera poboljšanja zaštite na radu na radnom mjestu, dok u svom radu sudjeluju sa vladama zemalja članica, organizacijama radnika i zaposlenika, regulativnim eu tijelima i privatnim tvrtkama.

Uvođenjem zakonodavstva na europskoj razini postavljeni su minimalni standardi zaštite radnika, no tim se zakonodavstvom države članice ne sprečavaju da zadrže ili uvedu i strože mjere.

Zaštita na radu u zemljama europske unije prvi puta je uređena direktivom **89/391 eec** koja je prihvaćena **1989. Godine** s ciljem poboljšanja zaštite i zdravlja radnika na radnom mjestu. [7], [8]



SI. 19. Piramida sigurnosti i zaštite[5]

## 5.1 Prednosti metode „bez iskopa“ u zaštiti na radu i zaštiti okoliša

Korištenjem metoda iskopa tlo je često kontaminirano i zahtjeva specijalnu opremu i osoblje za odlaganje i čišćenje. Također korištenjem raznih strojeva i motornih vozila, te gužvi koje nastaju radi zastoja prometa dolazi do velikog onečišćenja zraka. Otvoreni kanali mogu se napuniti vodom, što uzrokuje eroziju tla i otjecanje zagađenih krutih tvari u potoke, rijeke i kanalizacije. Korištenjem teške opreme stvara se buka koja može izazvati mnoge prekide na radu u bolnicama, školama, poduzećima i smetnje stanovnicima u blizini.

Korištenjem metoda „bez iskopa“ tlo je gotovo u potpunosti netaknuto i zbog toga, nikada se neće zagađiti. Promet se ne treba zaustavljati, što znači da neće doći do povećanog zagađenja zraka zbog gužvi koje nastaju korištenjem metoda iskopa. Također, nisu potrebni veliki strojevi za ugradnju koji mogu uvelike onečistiti zrak. Korištenje metode „bez iskopa“ znači da nema kopanja rovova, ostavljajući potoke, kanalizacije i rijeke sigurne od zagađenja. Također takve metode ne zahtjevaju veliku, tešku ili glasnu opremu, minimalizirajući ometanje i smetnje u potpunosti.

Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu (EU OSHA) procjenjuje da gotovo 63 radnika pogine svake godine pri radu na sanaciji kanalizacije, koristeći se metodama iskopa - što je 117% više nego općenito radnika na gradilištima. Koristeći se metodama „bez iskopa“, ozljede su gotovo u potpunosti eliminirane jer nema potrebe za kopanjem, mjerenjem plinova u kanalizaciji, nisu potrebni planovi evakuacije, ljudi ne ulaze u kanalizacijske sustave, također, materijali koji se koriste pri radovima nisu opasni ni za radnike, ni za okoliš, bez mirisa su i ne zapaljivi. Životni vijek radnika je duži, zdraviji i bolji. [5], [7], [9]

## 6. ZAKLJUČAK

Voda je naslijeđe koje treba čuvati, štititi i racionalno koristiti. Da bi se voda zaštitila potrebno je podzeti radnje kako bi se smanjilo što više faktora koji utječu na njeno zagađenje, a ukoliko to nije moguće, potrebno ju je tako zagađenu sporovesti od mjesta nastanka zagađenja do mjesta na kojima će se pročistiti bez njezinog direktnog ili indirektnog utjecaja na vanjski okoliš, kao i vanjskog okoliša na nju.

Metode obnavljanja kanalizacije „bez iskopa“ nisu ograničene samo na urbane sredine. Potreba za takvim metoda javlja se i u industrijskim kompleksima gdje bi obnavljanje kanalizacije klasičnim metoda iziskivalo ogromne troškove iskopa, zbog izrazito složene infrastrukture, te dodatne troškove zbog stajanja cijelog postrojenje za vrijeme sanacije, ugrožavalo sigurnost i zdravlje radnika te onečišćenje okoliša.

Sanacija kanalizacije metodom „bez iskopa“ pogodan je način brzog rješavanja vodonepropusnosti kanala, odvodnje koji iziskuje pribavljanja minimum dozvola za izvršenje radova. Time su eliminirani mnogi administrativni problemi, eliminiran je problem vezan uz propisane uvjete iskopa kanala ,a rizici povreda na radu i onečišćenje okoliša svedeni su na minimum. Radove u većini slučajeva nije potrebno prijavljivati nadležnim službama.

## 7. LITERATURA

- [1] Sustavi odvodnje, [https://www.grad.unizg.hr/download/repository/2.2. Sustavi odvodnje%5B6%5D.pdf](https://www.grad.unizg.hr/download/repository/2.2.Sustavi_odvodnje%5B6%5D.pdf), pristupljeno 22.08.2016.
- [2] Sustavi odvodnje, <http://info.grad.hr/res/odbfiles/1823/predavanja/2.2-pi.pdf>, pristupljeno 22.08.2016.
- [3] **Turković D:** Nove metode u izgradnji i rekonstrukciji kanalizacijskih sustava, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Seminarski rad, 2014., pristupljeno 22.08.2016.
- [4] **Petričić S., S. Schnake, M. Lebek:** Metode sanacije kanala, TCC, Karlovac, ppt prezentacija, 14.08.2013.
- [5] Pipe Patch, <http://www.s1eonline.com/pipepatch/health-safety-and-environmental-concerns>, pristupljeno 09.09.2016.
- [6] **Tomas Z., Ožura M. :** Sustav kodiranja optičkog nadzora prema HRN EN 13508-2/AC u cilju zaštite okoliša pri gospodarenju vodenim resursima, 583-591 (U : J Taraoli, ur.) : Zbornik radova 8. Međunarodna znanstvena i stručna konferencija Menadžment i sigurnost, Trakošćan 13 : 14.06.2013.
- [7] Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14)
- [8] Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima (NN 50/2008)
- [9] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za građevine odvodnje otpadnih voda, kao i rokovima obvezne kontrole ispravnosti građevina odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda, (NN, 3/2011)
- [10] **Tomas Z., Ožura M. :** „Prednosti metode sanacije kanalizacije „bez iskopa“ u zaštiti na radu i zaštiti okoliša“, 74-79 (Ur. S. Kirin) Zbornik radova V. međunarodni stručno- znanstveni skup, ZAŠTITA NA RADU I ZAŠTITA ZDRAVLJA, Zadar 17.-20.09. 2014.



## **POPIS SLIKA:**

<b>SI. 1.</b> Sustav odvodnje .....	3
<b>SI. 2.</b> Prikaz korištenja metode „iskopa“ i metode „ bez iskopa“ na križanju.....	5
<b>SI. 3.</b> Postupak popravka: Sustavi naglavka .....	7
<b>SI. 4.</b> Prikaz nanošenja obloge .....	8
<b>SI. 5.</b> Tijesna ugradnja cijevi.....	9
<b>SI. 6.</b> Ugradnja nove cijevi.....	10
<b>SI. 7.</b> Tijesna ugradnja cijevovoda.....	10
<b>SI. 8.</b> Uvlačenje nove cijevi .....	11
<b>SI. 9.</b> Prikaz metode klizajuće obloge.....	12
<b>SI. 10.</b> Metoda sanacije u mjestu .....	13
<b>SI. 11.</b> Robot za pregled cijevi.....	13
<b>SI. 12.</b> Metoda sanacije u mjestu .....	14
<b>SI. 13</b> Prikaz prije i poslije korištenja metode sanacije u mjestu.....	15
<b>SI. 14.</b> Metoda proboja .....	16
<b>SI. 15.</b> Metoda proboja .....	17
<b>SI. 16.</b> Polaganje cijevi tehnikom mikrotuneliranja.....	18
<b>SI. 17.</b> Bušenje mikrotunela.....	19
<b>SI. 18.</b> Strojni iskop punog profila.....	20
<b>SI. 19.</b> Piramida sigurnosti i zaštite .....	22

## **POPIS TABLICA:**

<b>Tablica 1.</b> Isplativost korištenja metode sanacije „ bez iskopa“ .....	1
--	---