

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,  
diferencialni 3.1 po VŠ-VSS

Kandidatka:

**Urška Brglez Noč**

# **Sodobne metode vzdrževanja in sanacije kanalizacijskih sistemov**

**Diplomska naloga št.: 292**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Jože Panjan

Ljubljana, 25. 9. 2007

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana **URŠKA BRGLEZ – NOČ** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:

**SODOBNE METODE VZDRŽEVANJA IN SANACIJE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV .**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 07.09.2007

Urška Brglez - Noč

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

<b>UDK:</b>	628.2(043.2)
<b>Avtor:</b>	Urška Brglez – Noč
<b>Mentor:</b>	izr. prof. dr. Jože Panjan
<b>Naslov:</b>	Sodobne metode vzdrževanja in sanacije kanalizacijskih sistemov
<b>Obseg in oprema:</b>	97 str., 12 pregl., 70 sl.
<b>Ključne besede:</b>	kanalizacijski sistem, kanalizacijska cev, metoda sanacije, sanacija

### **Izvleček**

Diplomsko delo obravnava in predstavlja sodobne metode vzdrževanja in sanacije kanalizacijskih sistemov, ki se uporabljajo pretežno za obnovo kanalizacijskih mrež javnega značaja.

V prvem delu je predstavljen kanalizacijski sistem kot sklop objektov, ki je namenjen zbiranju in odvajanju odpadnih in padavinskih voda z določenega območja. S ciljem zasnovati funkcionalno optimalen sistem, je potrebno kanalizacijsko omrežje že v zasnovi ustrezno načrtovati, tako da upoštevamo vse dejavnike, ki kakorkoli vplivajo na kakovostno delovanje kanalizacijske mreže. S kvalitetno izgradnjo, kakovostnim obratovanjem ter rednim vzdrževanjem celotnega sistema lahko dosežemo optimalen odvod odpadne in padavinske vode ob minimalnih stroških izgradnje, obratovanja in vzdrževanja.

Napredek in izboljšave so prisotne na vseh področjih, prav tako tudi na področju izvedbe kanalizacijskih sistemov od zasnove, izgradnje, do obratovanja in vzdrževanja. V nalogi so podrobneje predstavljene sodobne metode oziroma postopki, ki se uporabljajo za sanacijo kanalizacijskih kanalov, kar pomeni izvedbo obnove v samem kanalu brez izkopavanja in večjih posegov v prostor. Podrobno predstavljene metode sanacije kanalizacijskih sistemov v moji nalogi izvajajo domači izvajalci po licencah tujih podjetij. V zadnjem delu naloge je predstavljena stroškovna primerjava izvedbe sanacije trase kanalizacijskega kanala po sodobni in klasični metodi na dveh konkretnih primerih pokazala, da je kljub številnim prednostim sodobna metoda sanacije kanala ekonomsko opravičena v določenih primerih. Zato je potrebno pred vsakim posegom izdelati podrobno analizo stanja in stroškov obnove, kar pokaže najustreznejšo in najugodnejšo rešitev v obravnavanem primeru.

## BIBLIOGRAPHIC-DOKUMENTALISTIC INFORMATION

- UDK:** 628.2(043.2)
- Author:** Urška Brglez – Noč
- Supervisor:** izr. prof. dr. Jože Panjan
- Title:** Modern Methods for the Maintenance and Rehabilitation of Sewage System
- Notes:** 97 p., 12 fig., 70 pict.
- Key words:** sewage system, sewage pipe, method for the rehabilitation

### Abstract

The present degree thesis deals with modern methods for the maintenance and rehabilitation of sewage system, in particular with reference to public sewage networks.

In the first section of the thesis the sewage system is presented as a set of buildings used for the collection and drainage of waste waters and atmospheric waters from a defined area. The design of a functionally optimal system requires adequate planning that takes into consideration all factors that affect the quality of the operation of the sewage system. Optimal drainage of waste waters and the atmospheric waters accompanied by minimal construction, operation, and maintenance costs can only be realized through high quality construction and operation, and regular maintenance of the entire system.

Like in other sectors, progress and improvements have also been made in relation to sewage system, from their design, construction, operation, through maintenance. The thesis focuses on modern method or processes used for rehabilitation operation that exclude any digging and major spatial interventions. Domestic subcontractors that use the presented methods for the rehabilitations of sewage system operate under licences granted by foreign companies.

Based on two concrete examples, the comparative cost analysis of a modern and a conventional method for the rehabilitation of sewage systems presents in the final part of my thesis has shown that despite numerous benefits modern rehabilitation methods are economically justified in certain cases only. Therefore, before each intervention a detailed analysis of the situation and rehabilitation costs has to be made, leading to the most appropriate and convenient solution in each examined case.

## ZAHVALA

Nobena diplomska naloga se ne rodi sama – vsaka ima ničkoliko babic oziroma pomočnikov, ki ji pomagajo na svet. Zatorej se ob zaključku mojega visokošolskega študija prisrčno zahvaljujem vsem predavateljem in asistentom, ker so me „napotili po pravi poti” in mi tako omogočili opraviti delo.

Še posebej bi se rada zahvalila izr. prof. dr. Jožetu Panjanu za prevzem mentorstva ter za njegovo natančnost, vestnost in skrbno pozornost, s katero je bedel nad celotnim gradivom za to nalogo. Ob tej priložnosti mu posvečam naslednjo misel:

***„Zlahka bomo uspeli, če si bomo vsak dan naložili le tisto breme, ki nam je namenjeno za tisti dan. Tovor bo pretežak, če bomo včerajšnje breme nosili tudi danes in teži dodali jutrišnje breme, še preden si ga moramo naložiti.”***

(John Newton)

Hvala tudi g. Zoranu Galetu, direktorju podjetja Cevovodi d.o.o. Ljubljana za same temelje, smernice ter vse nasvete pri prvih korakih nastajanja moje diplomske naloge.

Z vso toplino bi se rada zahvalila mojim staršem, ki so mi ves čas študija (rednega in izrednega) stali ob strani ter mi pomagali vsak dan narediti lepši.

Hvala mojima dvema sinovoma Niku in Tevžu, ki sta z otroško potrpežljivostjo morala prenašati mojo odsotnost med delom. In naposled hvala mojemu možu Borutu, sopotniku in prijatelju, ki je skrbel, da domače ognjišče ni ugasnilo medtem, ko sem se ubadala s pisanjem naloge.

## KAZALO VSEBINE

<b>1.0</b>	<b>UVOD</b>	1
<b>2.0</b>	<b>SPLOŠNA OBRAVNAVA KANALIZACIJSKIH SISTEMOV</b>	2
2.1	Vloga kanalizacijskih sistemov	2
2.2	Stanje na področju komunalne opremljenosti v Sloveniji in v občini Jesenice	2
2.3	Splošne zahteve za izpolnjevanje tehnične zadovoljivosti kanalizacijskih sistemov	3
<b>3.0</b>	<b>KANALIZACIJA – GRADBENI ELEMENTI SISTEMA IN OBJEKTI</b>	4
3.1	Kanalizacijske cevi	4
3.1.1	Betonske in armiranobetonske cevi	5
3.1.2	Cevi iz umetnih mas	8
	<i>PVC cevi</i>	10
	<i>Polietilenske ( PE ) cevi</i>	11
	<i>Polipropilenske ( PP ) cevi</i>	12
3.1.3	Poliesterske cevi	12
3.1.4	Duktilne ( nodularne ) cevi	12
3.2	Revizijski jaški in komore	12
3.3	Cestni požiralniki	13
3.4	Podvodi	13
3.5	Razbremenilniki	13
3.6	Zadrževalni deževni bazeni	14
3.7	Črpališča	14
<b>4.0</b>	<b>KANALIZACIJSKI SISTEMI – NAČRTOVANJE, OBRATOVANJE, VZDRŽEVANJE</b>	15
4.1	Načrtovanje in zasnova kanalizacijskega sistema	15
4.1.1	Dejavniki pri zasnovi kanalizacijskega sistema	18

4.1.2	Principi zasnove kanalizacijskega sistema	18
4.1.3	Primerjava lastnosti materialov	19
4.2	Obratovanje	24
4.2.1	Redna kontrola	25
4.2.2	Čiščenje kanalov in objektov	26
4.2.3	Odprava škode	27
4.2.4	Posebne dejavnosti	28
4.3	Vzdrževanje kanalizacijskega sistema	29
4.3.1	Tekoča kontrola stanja	29
4.3.2	Detajlni računalniško vodeni pregledi s TV kamero	29
4.3.3	Sistematično čiščenje z manjšimi popravili	33
	<i>Postopki čiščenja cevovodov</i>	33
	<i>Izpiranje</i>	33
	<i>Rezkanje</i>	34
4.3.5	Večja popravila (obnova in rekonstrukcija)	35
<b>5.0</b>	<b>SANACIJE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV</b>	36
5.1	Poglavitni vzroki za poškodbe cevovodov	36
5.2	Metode sanacije kanalizacijskih sistemov	38
5.2.1	Klasična metoda	39
5.2.2	Sodobne metode sanacij	40
	<i>Kratka zgodovina</i>	41
	<i>Standardi na področju sanacij po sodobnih metodah</i>	42
5.2.2.1	Točkovna sanacija – sanacija z robotom	43
5.2.2.2	Točkovna sanacija – sanacija z valjastim balonom	45
5.2.2.3	Linijaska sanacija – metoda "relining" - postopek "cev v cevi"	49
	<i>Vnos cevi v obliki nogavice ( cevasti vložek )</i>	49
	<i>Vnos plastične cevi in zalitje z injekcijsko malto ( postopek Trolining )</i>	59
	<i>Vnos dvostenske fleksibilne cevi ( postopek Flexoren )</i>	62
	<i>Vnos cevi zvite v obliki črke U ( NU pipe postopek )</i>	65
	<i>Nanos notranje obloge iz specialne cementne malte</i>	66

5.2.2.4	Linijska sanacija – metoda z uvlačenjem nove cevi enakega ali večjega premera ( postopek "Spliting" )	67
5.2.2.5	Sanacija kanalizacijskih jaškov	71
<b>6.0</b>	<b>STROŠKOVNA PRIMERJAVA OBNOVE KANALIZACIJSKE TRASE PO KLASIČNEM POSTOPKU IN SODOBNEM POSTOPKU Z UVLAČENJEM BREZ POTREBNIH GRADBENIH DEL</b>	<b>73</b>
6.1	PRIMER 1 – Obnova kanalizacijske trase v občini Jesenice	73
6.1.1	Potek trase kanalizacije in opis stanja pred obnovo	73
6.1.2	Predhodna analiza stanja in rešitve	74
6.2	PRIMER 2 – Obnova kanalizacijske trase v občini Ajdovščina	80
6.2.1	Potek trase kanalizacije in opis stanja pred obnovo	80
6.2.2	Predhodna analiza stanja in rešitve ter primerjava	81
<b>7.0</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>87</b>
	<b>VIRI</b>	<b>89</b>
	<b>PRILOGI</b>	<b>91</b>



## KAZALO PREGLEDNIC

- Preglednica 1: Karakteristike betonskih in AB cevi – kontrole karakteristik cevi izvedene v skladu s SIST EN 1610
- Preglednica 2: Pregled pridobljenih slovenskih tehničnih soglasij za cevi za javno kanalizacijo in odvodnjavanje iz PVC, PE in PP materialov
- Preglednica 3: Značilnosti sestavljenega sistema, metode dokazovanja
- Preglednica 4: Dimenzije cevi in minimalne ter maksimalne debeline sten za PVC cev s homogeno steno za javno kanalizacijo in odvodnjavanje
- Preglednica 5: Dimenzije cevi in minimalne ter maksimalne debeline sten za PE dvoslojno cev s strukturirano steno za javno kanalizacijo in odvodnjavanje
- Preglednica 6: Primerjalna tabela lastnosti materialov kanalizacijskih cevi
- Preglednica 7: Obratovalne naloge lokalnega upravjalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – REDNA KONTROLA
- Preglednica 8: Obratovalne naloge lokalnega upravjalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – ČIŠČENJA
- Preglednica 9: Obratovalne naloge lokalnega upravjalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – ODPRAVA ŠKODE
- Preglednica 10: Obratovalne naloge lokalnega upravjalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – POSEBNE DEJAVNOSTI
- Preglednica 11: Primerjava stroškov obnove po sodobni in klasični metodi – primer 1
- Preglednica 12: Primerjava stroškov obnove po sodobni in klasični metodi – primer 2

## KAZALO SLIK

- Slika 1: Prerez cevi in detajl stika dveh betonskih cevi NIVO
- Slika 2: Slikovni prikaz količin  $d_i$ ,  $e_4$  in  $e_5$
- Slika 3: Mobilna enota s TV kamero
- Slika 4: TV kamera
- Slika 5: Izmere, izpis karte, tehnično dokumentacijski sistem
- Slika 6: Pisno poročilo o pregledu kanalov s TV kamero-primer
- Slika 7: Stanje pred čiščenjem kanala
- Slika 8: Stanje po čiščenju kanala
- Slika 9: Rezkalna glava
- Slika 10: Cev pred popolno porušitvijo
- Slika 11: Porušeno dno
- Slika 12: Vzdolžna razpoka
- Slika 13: Razraščanje korenin – primer 1
- Slika 14: Razraščanje korenin – primer 2
- Slika 15: Obnavljanje cevovodov brez izkopov – proces ne moti vsakdanjika
- Slika 16: Primerjava gradbenih stroškov na tekoči meter ( klasična – sodobna metoda )
- Slika 17: Mobilna enota z opremo za upravljanje robota
- Slika 18: Robot A – 100-200 mm; robot B 200 – 600 mm
- Slika 19: Sanacija z robotom – priključek 1
- Slika 20: Sanacija z robotom – priključek 2
- Slika 21: Po sanaciji z robotom – obdelava priključka
- Slika 22: Shematski prikaz vstavitve "valjastega balona "
- Slika 23: Prikaz priprave "valjastega balona" za postopek sanacije
- Slika 24: Robot s priključkom in t.i. klobukom
- Slika 25: "Klobuk" pred vstavitvijo
- Slika 26: "Klobuk"po vstavitvi
- Slika 27: Prerez cevi z vgrajenim vložkom iz nerjaveče pločevine
- Slika 28: Prikaz primerov uporabe Quick lock sistema
- Slika 29: Vodni stolp na vstopnem jašku
- Slika 30: Cevast vložek Forever pipe

- Slika 31: Cevast vložek Indoor pipe
- Slika 32: Cevast vložek Forever pipe Carbonic
- Slika 33: Impregnacija vložka
- Slika 34: Shematski prikaz vstavitve impregniranega vložka
- Slika 35: Pritrditev in pričetek vnosa impregniranega vložka
- Slika 36: Shematski prikaz potiskanja vložka po cevi
- Slika 37: Notranjost vložka
- Slika 38: Shematski prikaz polimerizacije s segrevanjem vode
- Slika 39: Izdelava odprtin na mestu priključkov
- Slika 40: Stanje notranjosti cevi pred sanacijo – pred vstavitvijo impregniranega vložka
- Slika 41: Stanje notranjosti cevi pred sanacijo – po vstavitvijo impregniranega vložka
- Slika 42: Shematski prikaz postopka Trolining
- Slika 43: Osnovni sistem
- Slika 44: Preliner sistem
- Slika 45: Dvojni sistem
- Slika 46: Sistem samoizpiranja – vstavitev strukturirane linearne pete
- Slika 47: Shematski prikaz postopka "Flexoren"
- Slika 48: Detajl stika robov in koncev Flex cevi
- Slika 49: Izvedba priključka na Flex cev s priključnim kotom 45° in 90°
- Slika 50: Shematski prikaz NU "pipe" postopka
- Slika 51: Prerez vstavitve cevi v obliki črke "U"
- Slika 52: Shematski prikaz postopka sanacije z nanosom specialne cementne malte
- Slika 53: Popolnoma porušena kanalizacijska cev
- Slika 54: Priprava udarno razširjevalne glave
- Slika 55: Prikaz vstopne gradbene jame in vstavljanje razbijalne glave v porušeno kanalizacijsko cev
- Slika 56: Prehod razbijalne glave skozi obstoječi jašek brez deformacije jaška
- Slika 57: Pogled v kanalizacijsko cev med izvajanjem
- Slika 58: Uvlačenje nove cevi
- Slika 59: Stanje notranjosti kanalizacijskega jaška pred sanacijo
- Slika 60: Stanje notranjosti kanalizacijskega jaška po sanacijo
- Slika 61: Metoda obnove dna jaška s PE ploščami

- Slika 62: Kataster komunalne infrastrukture - označen je odsek kanalizacije potreben obnove
- Slika 63: Poročilo pregleda s TV kamero po izvedbi sanacije
- Slika 64: Trasa kanalizacije v naravi ( izstopni jašek )
- Slika 65: Vodni stolp s spremljajočimi transportnimi vozili
- Slika 66: Imregnirani vložek v vstopnem jašku
- Slika 67: Imregnirani vložek je v času transporta shranjen v boks z ledom
- Slika 68: Vstop imregniranega vložka v izstopnem jašku na parceli
- Slika 69: Notranjost transportnega vozila s kotlom
- Slika 70: Notranjost komandne kabine, v kateri se nadzoruje postopek polimerizacije

## **KAZALO PRILOG**

Priloga A: Predračun–obnova kanalizacijske trase v občini Jesenice po klasični metodi

Priloga B: Predračun–obnova kanalizacijske trase v občini Ajdovščina po klasični metodi

## 1.0 UVOD

K pisanju diplomskega dela z naslovom "Sodobne metode vzdrževanja in sanacije kanalizacijskih sistemov" me je na podlagi večletne prakse vzpodbudilo predvsem dejstvo, da premalo pozornosti posvečamo projektiranju, kot tudi kvalitetni izvedbi kanalizacijskih sistemov ter njihovi umestitvi v prostor ali drug tehnični objekt.

Napake se lahko pojavljajo že v sami zasnovi, kar se kaže skozi vso njihovo obratovalno dobo. V fazi obratovanja pa se te napake rešujejo predvsem s sanacijami odsekov oziroma daljših tras kanalizacije.

Namen moje diplomske naloge je raziskati in predstaviti čimveč metod sanacije po sodobnih postopkih, z okolju prijazno tehnologijo in materiali, časovno kratkimi posegi, izvedbo brez izkopov ter prihrank (nižji stroški).

Vendar sem skozi raziskovanje "trga" izvajanja sanacij kanalizacijskih sistemov po sodobnih postopkih v slovenskem prostoru naletela na kar nekaj ovir in zadržkov. Dobila sem občutek, da posegam v neko globoko skrivnost posameznih izvajalcev, saj so bili pri dajanju informacij zelo skopi. Nudili so le osnovne podatke, dostopne vsem državljanom, ki se zanimajo za to področje gradbeništva.

Naloga podrobno predstavlja najbolj pogoste postopke sanacij kanalizacijskih sistemov, ki jih trenutno domači izvajalci uporabljajo za saniranje. Kratko pa so predstavljeni tudi nekateri postopki, ki se uporabljajo v evropskem prostoru. Poleg tega naloga zajema dva primera stroškovne primerjave izvedbe sanacije po klasični in sodobni metodi.

## **2.0 SPLOŠNA OBRAVNAVA KANALIZACIJSKIH SISTEMOV**

### **2.1 Vloga kanalizacijskih sistemov**

Oskrba z vodo, odvod in čiščenje odpadne vode sta zaporedna ter močno povezana procesa, v odnosu narava – človek pa ne le zaporedna, temveč tudi sklenjena. Vodo, ki jo je potrebno dovesti do potrošnika, je potrebno po uporabi tudi odvesti in očistiti do takšne stopnje, da jo je možno neškodljivo vračati v okolje. Oskrba s pitno in porabno vodo, odvajanje in čiščenje odpadne vode ter gospodarjenje z odpadki spadajo v isti sklop in so kar najtesneje povezani s hidrotehniko ter z urejanjem bivalnega in proizvodnega okolja. Končni cilj ukrepov na tem področju mora biti ohranitev ravnotežja v celotnem naravnem okolju, ki ga človekova dejavnost vse bolj ogroža. Narava in človek ostaneta v harmoniji le, če človek pozna naravne sposobnosti okolja in poskrbi za to, da jih ne preobremeni.

Kanalizacijski sistemi - cevovodi so inženirski objekti, katerih stabilnost, funkcionalnost, obratovalna sposobnost in trajnost temeljijo na skupnem delovanju temeljnih tal, posteljice, vgrajenih gradbenih elementov cevovoda in zasipa cevi. Predstavljajo objekte, ki jih moramo obravnavati dejansko kot objekt v sistemu.

Urejen in dobro delujoč kanalizacijski sistem je pogoj za normalno zdravo življenje v vsakem naselju, kjer je zagotovljena oskrba z vodo in kjer je stanovanjski standard usklajen s sodobnimi zahtevami.

### **2.2 Stanje na področju komunalne opremljenosti v Sloveniji in v občini Jesenice**

Vse vrste vplivov, ki spreminjajo kemijske, biološke, fizikalne in tudi hidromorfološke elemente vode, štejemo za vplive, ki obremenjujejo vodo in s tem vplivajo na njeno stanje. Nepremišljeni posegi v okolje, onesnaževanje rek in vodnih virov so le vrh ledene gore. Nezgrajenost sistemov za odvajanje in čiščenje odpadnih voda je še en odraz našega malomarnega odnosa do okolja, še posebej do vode.

Priključenost prebivalcev na javno kanalizacijsko omrežje v Sloveniji je povprečno 53 % , za primerjavo je v Občini Jesenice od 21.568 prebivalcev priključenih 16.946 ali 78,5 % , kar občino uvršča visoko nad slovensko povprečje. Celotna dolžina zgrajene kanalizacije v občini Jesenice je 75.080 m<sup>1</sup> ali 4,43 m<sup>1</sup>/prebivalca. Kanalizacijski sistem je zaključen z mehansko-biološko čistilno napravo.

### **2.3 Splošne zahteve za izpolnjevanje tehnične zadovoljivosti kanalizacijskih sistemov**

Kanalizacijski sistem je tehnično zadovoljiv, če izpolnjuje pogoje na področju statike, hidravlike in proizvodnje gradbenih elementov cevovoda. Izpolnjevati mora naslednje osnovne zahteve:

- primerne hidravlične lastnosti elementov,
  - temenska nosilnost cevi pri različnih obtežnih primerih,
  - tesnost sistemov na vodovarstvenih področjih,
  - enostavno in ekonomično vzdrževanje elementov,
  - ekološko neoporečna poraba materialov za izgradnjo sistemov,
  - odpornost proti abraziji,
  - relativno dobra odpornost proti kemičnim vplivom brez dodatne zaščite,
  - hitra in enostavna gradnja sistemov,
- idr.

Kanalizacijski sistemi morajo biti zgrajeni v skladu s slovenskimi standardi :

- SIST EN 752-7 – Sistemi za odvod odpadne vode, obratovanje in vzdrževanje,
- SIST EN 1610 – Gradnja in preskušanje vodov in kanalov za odpadno vodo.

Omenjeni standard SIST EN 1610 določa zelo dobro osnovo za gradnjo kvalitetnih sistemov za odvodnjavanje, primerljivih s tovrstnimi objekti v Evropi.



### **3.0 KANALIZACIJA – GRADBENI ELEMENTI SISTEMA IN OBJEKTI**

Cevovodi ali kanalski sistemi so v bistvu tehnične konstrukcije, ki na obratovalni liniji od naselja vključno s hišno kanalizacijo do iztoka zajemajo naslednje sestavne dele:

- omrežje in objekti na omrežju (cevi, jaški, požiralniki, peskolovi, lovilci lahkih tekočin, lovilci maščob, olja, črpališča, razbremenilniki, združiteni objekti, zadrževalni bazeni, regulacijski objekti, telemetrijske postaje, nadzorni centri),
- objekti in naprave za čiščenje odpadne vode,
- interna kanalizacija in kanalizacijski priključki kot sestavni del objekta v lasti porabnika.

Objekti na kanalizacijskem omrežju so namenjeni zagotovitvi pravilnega delovanja in izvajanja kontrole, čiščenja in vzdrževanja kanalizacijske mreže.

#### **3.1 Kanalizacijske cevi**

Pri izbiri cevi iz določenega materiala se upošteva pri projektiranju oziroma zasnovi kanalizacijskega sistema:

- velikost zemeljskih pritiskov,
- trajnost,
- zanesljivost,
- masa cevi,
- enostavnost polaganja in vodotesnega spajanja,
- cena.

Pri zasnovi se izdelata več variantnih rešitev in predlaga tehnično-ekonomsko najboljšo varianto. Za izvedbo kanalov se uporabljajo:

- betonske in armiranobetonske cevi,
- cevi iz umetnih mas : PVC cevi, PE cevi, PP cevi,
- poliesterske cevi,
- duktilne (nodularne) cevi.

Za kanalizacije manjših presečnih profilov se danes največ uporabljajo PVC cevi ali PE cevi, za večje profile pa poliesterske in betonske ali armiranobetonske cevi.

### 3.1.1 Betonske in armiranobetonske cevi

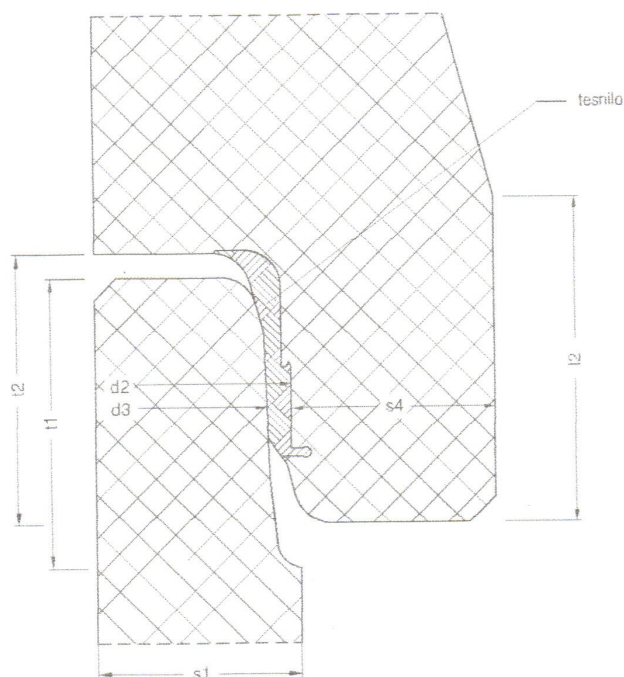
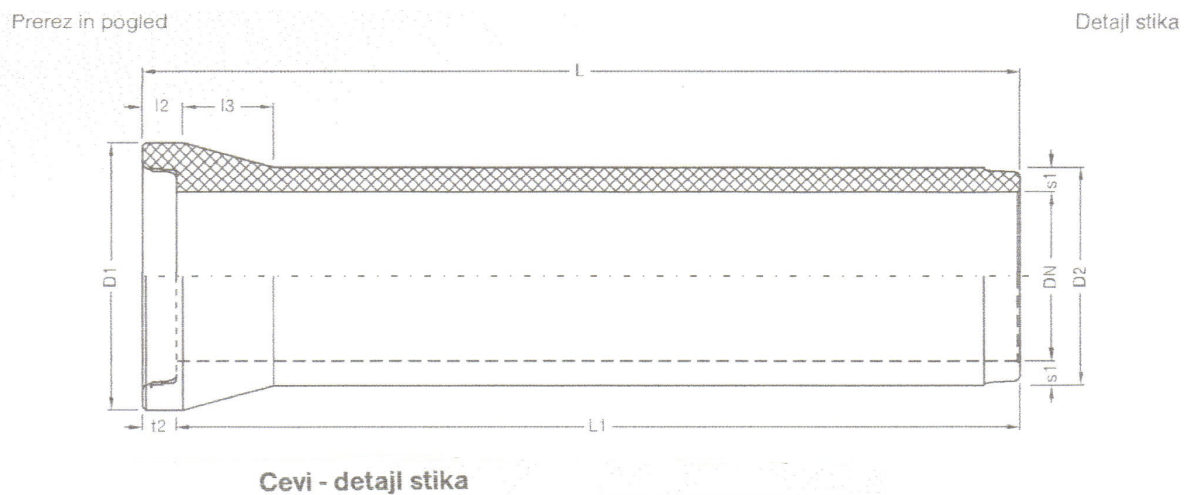
Običajno jih izdelujejo z vibriranjem ali centrifugiranjem. Cevi večjih premerov so armirane s spiralno armaturo. Stike med cevmi tesnimo z injekcijsko maso, cementno malto, tesnilnim kitom ali gumijastim tesnilnim obročem.

Za primer sem vzela betonske in armiranobetonske cevi proizvajalca NIVO d.d., Lava 11, 3000 Celje. Družba ima sistematično zasnovan celotni proces nadziranja izdelave elementov v tovarni in izgradnje kanalizacijskih cevovodov z upoštevanjem standarda SIST EN 1610.

**Standard SIST EN 1610** zahteva spoštovanje projektnih izhodišč, poudarja tiste elemente cevovoda in faze izvedbe, ki morajo biti obdelani na nivoju projekta, zahteva preverjanje skladnosti dejanskih razmer ob gradnji s privzetimi v projektu, predpisuje preizkušanje kakovosti cevi in tesnosti cevovodov ob izgradnji.

Standard SIST EN 1610 zajema :

- kontrolo cevi v tovarni
  - kontrola dimenzij (vgradna dolžina, notranji premer cevi, debelina sten cevi , ravnost notranje površine cevi, pravokotnost koncev cevi, profili spojev),
  - tlačna trdnost betona,
  - vpijanje vode,
  - kontrola vodotesnosti cevi in spojev,
  - temenska trdnost,
- kontrolo naključno izbranih cevi na deponiji (zrakotesnost),
- kontrolo cevi starosti več kot 28 dni (zrakotesnost),
- zunanjo kontrolo cevi (zrakotesnost in vodotesnost).



**Slika 1:** Prerez cevi in detajl stika dveh betonskih cevi NIVO  
(Janeček,E.2000.Program kontrole (cevi, jaški))

**Preglednica 1:** Karakteristike betonskih in AB cevi - kontrole karakteristik cevi izvedene v skladu s SIST EN 1610

DN	LI	L	DI	D2	sI	masa	t1	t2	I2	I3	d2	d3	s4	*Beton
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m <sup>3</sup> )
300	3000	3100	594	450	75	720	105	100	120	269	443,8	426	75,1	0,29306
400	3000	3100	694	550	75	905	105	100	120	269	543,8	526	75,1	0,36898
500	3000	3100	794	650	75	1090	105	100	120	269	643,8	626	75,1	0,44531
600	3000	3100	894	760	80	1355	105	100	120	280	743,8	726	75,1	0,55224
700	3000	3120	1040	880	90	1800	125	120	140	299	867,0	844	86,5	0,73469
800	3000	3120	1176	1000	100	2285	125	120	140	328	985,0	962	95,5	0,93347
900	3000	3120	1312	1120	110	2835	125	120	140	358	1103,0	1080	104,5	1,15714
1000	3000	3120	1450	1240	120	3450	125	120	140	392	1221,0	1198	114,5	1,40775
1200	3000	3130	1724	1480	140	4885	135	130	150	455	1462,0	1434	131,0	1,99347

**\* Opomba :**

1. Toleranca teže proizvodov je +- 5%.
2. Cevi se izdelujejo tudi efektivne dolžine 250 cm.
3. (\*) Normativ za porabo betona za nearmirane in armirane betonske cevi dolžine 300 cm.
4. Nearmirane betonske cevi se izdelujejo vključno do premera cevi 600 mm.

### 3.1.2 Cevi iz umetnih mas

Za cevi iz umetnih mas (polivinilklorid-PVC, polietilen-PE, polipropilen-PP) ZAG – Zavod za gradbeništvo Slovenije izdaja *Slovenska tehnična soglasja* v skladu z določili **Zakona o gradbenih proizvodih – ZGPro** (UL RS, št. 52/00 in št. 110/02 – ZGO-1)

**Preglednica 2:** Pregled pridobljenih slovenskih tehničnih soglasij za cevi za javno kanalizacijo in odvodnjavanje iz PVC, PE in PP materialov

Št.	Proizvod	Premer DN (mm)	Togostni razred SN	Št. STS	Imetnik soglasja	Veljavnost	Proizvod. obrat
1	PP dvoslojne cevi s strukturirano steno	250 – 1000	8 16	06/006	Kovinoplastika Piskar MP d.o.o.	26.05.2001	Piskar MP Mengeš
2	PVC enoslojne cevi	110 – 500	4 8	06/033	ALPRO d.o.o.	23.09.2001	Bergamo Italia
3	PE dvoslojne cevi s strukturirano steno	250 – 1200	4 8	06/034	ALPRO d.o.o.	02.12.2001	Fonte Del Doglio Italija
4	PVC cevi s homogeno steno	160 – 500	4 8	06/044	Stigma d.o.o.	11.01.2012	Stigma Trzin
5	PVC troslojne cevi s strukturirano steno	160 – 500	4 8	06/045	Stigma d.o.o.	06.02.2012	Stigma Trzin
6	PE dvoslojne cevi s strukturirano steno	110-400	4 8	06/046	Stigma d.o.o.	23.01.2012	Stigma Trzin

Lastnosti proizvoda (kanalizacijskih cevi) in metode preverjanja v skladu s standardi so predstavljene v preglednici št. in so identične za vse kanalizacijske cevi, za katere je izdano Slovensko tehnično soglasje:

**Preglednica 3:** Značilnosti sestavljenega sistema, metode dokazovanja

<i>Št.</i>	<i>Značilnost cevi</i>	<i>Metoda dokazovanja (preskus, izračun)</i>	<i>Način izražanja vrednostne ravni</i>	<i>Zahtevana vrednostna raven</i>
1	Minimalna debelina sten	ISO 3126	Najmanj (mm)	Zbrano v preglednicah za posamezne proizvode
2	Notranji premer	ISO 3126	Najmanj (mm)	Zbrano v preglednicah za posamezne proizvode
3	Togost obroča	EN ISO 9969	Najmanj (kN/m <sup>2</sup> )	Deklarirana vrednost
4	Odpornost na udarce pri 0°C	SIST EN 744	Ustreza/ne ustreza	TIR ≤ 10 %
5	Fleksibilnost obroča	EN 1446	Ustreza/ne ustreza	Ustreza
6	Faktor lezenja	EN ISO 9967	Največ	≤ 4
7	Odpornost na povišane temperature	ISO 12091	Ustreza/ne ustreza	Ustreza
8	Tesnost spoja	EN 1277	Ustreza/ne ustreza	Ustreza
9	Temperatura zmečanja po Vicatu	SIST EN 727	Vrednost VST	≥ 79°C

### PVC cevi

PVC cevi so izdelane iz trdega polivinilklorida. Cevi so gladke, toge. Njihova pomanjkljivost je občutljivost na udarce, še zlasti pri nizkih temperaturah. Prostorninska masa cevi je  $1,45 \text{ kg/dm}^3$ . Na eni strani cevi je oblikovana mufa z utorom, ki služi za ležišče profilnemu tesnilu iz sintetičnega kavčuka. PVC cevi so lahko enoslojne s homogeno steno ali večslojne (troslojne) s strukturirano steno. Dobavljajo se v premerih od DN 100 mm do DN 500 mm in v dolžinah od 0,5 m do 5 m. PVC cevi se najpogosteje uporabljajo za hišno in tudi za javno kanalizacijsko omrežje.

**Preglednica 4:** Dimenzije cevi in minimalne ter maksimalne debeline sten za PVC cev s homogeno steno za javno kanalizacijo in odvodnjavanje DN 160-500 mm; SN 4in8 (določitev po ISO 3126)

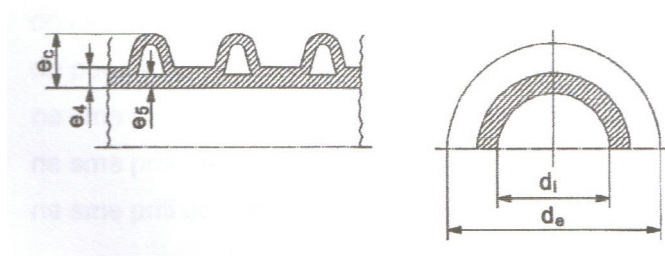
<i>Nazivni premer OD (zunanji)</i>	<i>d<sub>e</sub> min.</i>	<i>d<sub>e</sub> max.</i>	<i>Minimalna debelina stene (mm)</i>	<i>Minimalna debelina stene (mm)</i>	<i>Maksimalna debelina stene (mm)</i>	<i>Maksimalna debelina stene (mm)</i>
(mm)	(mm)	(mm)	SN 4	SN 8	SN 4	SN 8
<b>160</b>	160,0	160,4	4,0	4,7	4,6	5,4
<b>200</b>	200,0	200,5	4,9	5,9	5,6	6,7
<b>250</b>	250,0	250,5	6,2	7,3	7,1	8,3
<b>315</b>	315,0	315,6	7,7	9,2	8,7	10,4
<b>400</b>	400,0	400,7	9,8	11,7	11,0	13,1
<b>500</b>	500,0	500,9	12,3	14,6	13,8	16,3

### Polietilenske (PE) cevi

Izdelane so iz trdega polietilena, zato so lahke, gladke, gibke, odporne proti obrabi, kislinam in udarcem, električno niso prevodne. Prostorninska masa cevi je  $1,0 \text{ kg/dm}^3$ . Njihove slabosti so raztapljanje v topilih in oljih, gorljivost in možna slaba kakovost. Cevi se stikujejo z varjenjem cevi, s plastičnimi spojnimi fittingi, z uporabo kovinskih zobčastih spojok. Cevi dobavljajo v premerih od DN 20 mm do DN 315 mm in dolžini 6 m ali 12 m.

**Preglednica 5:** Dimenzije cevi in minimalne debeline sten za PE dvoslojno cev s strukturirano steno za javno kanalizacijo in odvodnjavanje DN 250-1200 mm; SN 4in8 (določitev po ISO 3126) – definicija količin  $d_i$ ,  $e_4$  in  $e_5$  je podana na sliki 2

Nazivni premer ID (notranji) (mm)	$d_i$ min. (mm)	Minimalna debelina stene ( $e_4$ ) (mm)	Minimalna debelina stene ( $e_5$ ) (mm)
250	209	1,7	1,4
315	263	1,9	1,6
400	335	2,0	2,3
500	418	2,8	2,8
630	527	3,3	3,3
800	669	4,1	4,1
1000	837	5,0	5,0
1200	1005	5,0	5,0



**Slika 2:** Slikovni prikaz količin  $d_i$ ,  $e_4$  in  $e_5$  (Slovensko tehnično soglasje STS-06/034.2006.PE dvoslojne cevi s strukturirano steno.Ljubljana,ZAG Ljubljana)



### **Polipropilenske (PP) cevi**

Polipropilenske (PP) cevi imajo podobne lastnosti kot polietilenske (PE) in jih je težko ločiti. Edina razlika je v tem, da je polipropilen kot material nekoliko trdnejši.

#### **3.1.3 Poliesterske cevi**

Poliesterske cevi so sodobne, izdelane iz poliesterske smole in steklenih vlaken, pogosto je dodano polnilo (kremenčev pesek). Imajo visoko kemijsko in korozijsko odpornost, dobre hidravlične lastnosti, montaža s spojkami je enostavna, so lahke, trajne, so pa nekoliko dražje. Zaradi dobre kakovosti, tesnenja in trajnosti jih pri nas pogosto uporabljajo prav za kanalizacijske cevi. Dobavljive so v premerih DN 200 – DN 1600 in dolžini 6m.

#### **3.1.4 Duktilne (nodularne) cevi**

Nodularna litina (NL) je posebna jeklena litina, ki se odlikuje z dobrimi mehanskimi lastnostmi. Kljub izdelavi z vlivanjem je cena relativno visoka. Cevi so precej težke. Znotraj so zaščitene s cementno prevleko, proti rjavenju so zaščitene tudi zunaj, saj je plašč pocinkan in premazan z rdečo epoksi barvo. Cevi so dobavljive v premerih od DN 80 – DN 1800 mm.. Dolžine cevi so 6 m, 7m in 8,27 m. Cevi se spajajo z obojko in tesnili.

### **3.2 Revizijski jaški in komore**

Revizijski jaški se gradijo na mestih, kjer se menjajo smer, naklon ali prečni profil kanala in na mestih združitve dveh ali več kanalov. Dostopni morajo biti za potrebe kontrole, čiščenja in vzdrževanja kanalizacijske mreže. Gradijo se na 30 – 50 m pri neprehodnih kanalih in na 50 – 100 m pri prehodnih kanalih.

Osnovni materiali za izdelavo revizijskih jaškov so:

- beton (prefabricirani in montažni – sistem lego kock, polmontažni in jaški betonirani na licu mesta),
- polietilen (PE),
- polipropilen (PP),
- poliester.

Pomembna je pravilna izdelava koritnic in podesta za vzdrževanje.

### **3.3 Cestni požiralniki**

Služijo za odvod vode z utrjenih površin (vozišč, kolesarskih stez, parkirišč, pločnikov). V vsak požiralnik lahko speljemo vodo z 200 do 500 m<sup>2</sup> cestne površine. Požiralnike običajno izdelamo s peskolovom, da v njih zadržimo pesek, ki bi sicer mašil cevi. Materiali za izdelavo cestnih požiralnikov so identični kot pri revizijskih jaških.

### **3.4 Podvodi**

Gradimo jih, kadar je potrebna gradnja kanala pod oviro, npr. reko, potokom ali pomembnejšo prometno komunikacijo.

### **3.5 Razbremenilniki**

Razbremenilniki so objekti za prelivanje oziroma razbremenjevanje dela odvedenih vod, ki količinsko presega kritični odtok na čistilni napravi.

Pri mešanem kanalskem sistemu odvajamo prek razbremenilnikov večji del manj onesnaženega padavinskega odtoka v odvodnik, preostali del pa vodimo naprej do čistilne naprave. Pri projektiranju razbremenilnika je pomembno ustrezno dimenzioniranje, tako da zagotovimo zaščito vodotoka pred onesnaženjem.

Izvedba je v betonu z izdelavo na mestu posega.

### 3.6 Zadrževalni deževni bazeni

Zadrževalni bazeni so objekti na kanalski mreži za odvod deževne vode. Gradimo jih z namenom, da del padavinskega odtoka začasno zadržimo. Z izgradnjo zadrževalnih bazenov praviloma dosežemo:

- zmanjšanje maksimalnega padavinskega odtoka in zato potrebne manjše profile dolvodnih kanalov,
- zadrževanje in delno čiščenje prvega vala močno onesnažene padavinske vode.

Izvedba je v betonu z izdelavo na mestu posega.

### 3.7 Črpališča

Črpališča gradimo povsod tam, kjer vode ni mogoče odvajati gravitacijsko (težnostno) in je potrebno prečrpavanje za dvig vode na višji nivo. Črpališča so sestavljena iz ene ali več komor. Osnovno izvedbo sestavlja ena komora s črpalkami. Ostale komore služijo kot zadrževalni bazeni, čistilni jaški ali razbremenilniki. Črpališče sestavljajo:

- jašek,
- potopne centrifugalne črpalke,
- nivojska stikala,
- protipovratni ventil,
- zaporni ventil,
- tlačni cevovod,
- lestev, podest,
- lovilna rešetka in pokrov.

#### **4.0 KANALIZACIJSKI SISTEMI – NAČRTOVANJE, OBRATOVANJE, VZDRŽEVANJE**

Cilj izvedbe vsakega novega kanalizacijskega sistema je poiskati **optimalni funkcionalni sistem**. To pomeni, da nova kanalizacijska mreža zagotavlja optimalen odvod odpadne in padavinske vode ob minimalnih stroških izgradnje, obratovanja in vzdrževanja.

V procesu izvedbe optimalnega kanalizacijskega sistema je pomembno že načrtovanje s pravilno zasnovo, ki je v okviru tehničnih in materialnih možnosti. Da zgrajeni kanalski sistem ustrezno deluje in da je zagotovljena čim večja trajnost naprav, pa moramo s celotnim sistemom načrtno gospodariti in ga redno vzdrževati.

##### **4.1 Načrtovanje in zasnova kanalizacijskega sistema**

Razvili so se različni sistemi odvajanja in čiščenja odpadnih voda. Glede na vrsto oziroma vir odtoka v kanalizacijo ločimo:

- hišna odpadna voda,
- industrijska odpadna voda,
- kmetijska odpadna voda,
- komunalna odpadna voda,
- melioracijska odpadna voda,
- padavinska voda.

Glede na namen odvodnje je lahko javni kanalizacijski sistem:

- mešan,
- ločen.

**Mešan kanalizacijski sistem** – po kanalizacijskem sistemu odvajamo odpadno in padavinsko vodo skupaj; načeloma morajo strešne vode ponikati oziroma, kjer je mogoče, se odvajajo direktno v vodotok.

Prednosti:

- preprosta izvedba – enostavna in pregledna,
- nižja cena kot pri ločenem sistemu (da bi prihranili na dimenzijah kanalov je potrebno pri mešanem sistemu graditi razbremenilnike in zadrževalnike, ki odvajajo odvečno s padavinsko vodo razredčeno odpadno vodo v bližnji odvodnik),
- očisti se velik del onesnažene padavinske vode.

Pomanjkljivosti:

- nizko ležeče etaže objektov, ki so priključeni na kanalizacijo je potrebno zaščititi pred preplavitvijo;
- črpališča je potrebno močnejše dimenzionirati, ker prečrpavamo tudi del padavinske vode;
- slabša zaščita odvodnika zaradi razbremenilnikov, če nimamo zadrževalnikov;
- delovanje čistilnih naprav je potrebno ob dežju posebej prilagoditi s tehnološkimi ukrepi (povratno blato).

**Ločen kanalizacijski sistem** – v en kanalizacijski sistem odvajamo padavinsko, v drugega pa odpadno vodo.

Prednosti:

- povečana varnost nizko ležečih etaž,
- zanesljivejše delovanje čistilnih naprav in manjša obremenitev črpališč,
- nižji stroški obratovanja.

Pomanjkljivosti:

- večja zapletenost sistema,
- velik problem onesnažene padavinske vode, ki se spušča direktno v vodotok (e),
- manjša preglednost nad izrabo – možnost napačnih priključkov,
- slabše samodejno izpiranje sistema za odvod odpadne vode,
- veliko večji investicijski in vzdrževalni stroški.

Praviloma bi na sistemu za padavinsko vodo morali imeti za prvi val onesnaženja oziroma kritični pretok svojo čistilno napravo, da bi dosegli maksimalni učinek čiščenja kot pri mešanem sistemu.

Glede na sanitarno zdravstveno zaščito morajo biti izponjene naslednje zahteve:

- kanalizacijski sistemi morajo biti vodotesni in zgrajeni po standardih za kanalizacijske objekte;
- kanalizacijski sistemi morajo biti samodejno prezračeni;
- odpadna voda mora imeti na priključku predpisane vrednosti.

Odpadne vode na priključku morajo imeti sledeče parametre:

- temperatura vode ne sme presegati 25°C pri direktnem izpustu, sicer pa do 40°C;
- kislost in alkalnost (pH vrednost) mora biti v nevtralnem področju med 6,5 – 9,0;
- ne sme vsebovati peska in abrazivnih snovi;
- ne sme vsebovati strupenih in nevarnih snovi, ki bi ogrožale kanale in procese presnove v kanalu in čistilni napravi;
- ne sme vsebovati gorljivih in eksplozivnih snovi;
- ne sme vsebovati usedljivih in plavajočih snovi, ki bi mašile kanalsko mrežo;
- ne sme vsebovati tenzidov (zgornja meja je 1 mg/l);
- ne sme vsebovati lepljivih, barvastih in radioaktivnih snovi;
- ne sme vsebovati barvil, ki bi opazno obarvala vodo na izpustu v odvodnik;
- upoštevati moramo omejitve glede na izvor odpadne vode (bolnišnice, nevarne obrti, po vrstah industrije v skladu z uredbami);
- odpadne vode iz kmetijstva je potrebno obravnavati ločeno, ker so velika dodatna obremenitev na čistilne naprave;
- padavinske vode ne smemo priključiti na kanalski sistem za odpadne vode pri ločenem sistemu.

#### 4.1.1 Dejavniki pri zasnovi kanalizacijskega sistema

Pri zasnovi moramo upoštevati naslednje dejavnike:

- konfiguracija terena oziroma lega naselij (kotlina, hribovje),
- lega naselij v kotlinah,
- obstoječa in predvidena izraba zazidalnih zemljišč v naseljih,
- lega odvodnika in poplavnost,
- geomehanske lastnosti tal,
- lega podtalnice.

Poleg zgoraj navedenih dejavnikov pa je izbira kanalizacijskega sistema odvisna tudi od:

- količine odpadnih fekalnih in industrijskih voda,
- možnosti skupnega čiščenja fekalnih in odpadnih voda,
- samočistilne sposobnosti odvodnika,
- zahtevane stopnje čiščenja pred izpustom v odvodnik,
- reliefa območja,
- lokacije čistilne naprave,
- karakteristike naselja in vrste uporabljenih materialov.

#### 4.1.2 Principi zasnove kanalizacijskega sistema

Zasnova kanalizacijskih sistemov mora upoštevati:

- da se na sistem lahko priključijo vsi obstoječi uporabniki,
  - da je mogoče sistem ustrezno širiti z morebitno rastjo naselja in omogočiti priključevanje predvidenih uporabnikov,
  - da je zagotovljena varnost in zanesljivost obratovanja
- idr.

### 4.1.3 Primerjava lastnosti materialov

Za lažje odločanje pri izbiri najprimernejših materialov pri načrtovanju novih kanalizacijskih sistemov je bila izdelana primerjalna analiza lastnosti materialov za posamezni primer kanalizacije, ki se projektira. Namen analize je kolikor mogoče objektivna določitev posameznih faktorjev, ki vplivajo na ovrednotenje lastnosti posameznih cevni sistemov v smislu optimizacije ekonomičnosti in spoštovanja ekoloških zahtev. Primarne zahteve za načrtovanje kanalizacije so:

#### 1. HIDRAVLIČNA ZMOGLJIVOST

Sistem mora biti dimenzioniran na gospodarsko enakovreden naliv.  
NEPROPUSTNOST

Cevi in njihovi spoji morajo biti popolnoma nepropustni za izlivanje in onesnaženje okolice. Prav tako mora biti onemogočeno prodiranje okoliških talnih voda v kanalizacijski sistem.

#### 2. TRAJNOST

Za doseganje dolge življenjske dobe morajo imeti uporabljeni materiali dobro "krivuljo staranja". Mehanske in kemijske lastnosti materiala naj bi se s časom čim manj spreminjale.

#### 3. MEHANSKE LASTNOSTI – STATIČNA OBREMENITEV

S pravilno izbiro vgrajenega materiala lahko preprečimo poškodbe in lome, ki nastajajo pri polaganju cevi ter pri posedanju ali premikanju zemljišča.

#### 4. KOROZIJSKA OBSTOJNOST

Za kanalizacijo, ki se nahaja v agresivnem zemljišču, je to eden važnejših parametrov. Cevni sistem bi moral biti izdelan iz cevi, ki so odporne na notranje kot tudi zunanje korozijsko delovanje.

#### 5. ABRAZIJSKA ODPORNOST

Kanalizacijski vodi so pogosto podvrženi delovanju trdih delcev, ki obrabljajo notranjo površino cevi. Zato je abrazijska obstojnost odločilnega pomena za trajnost cevi.



## 6. SEIZMIČNE LASTNOSTI

Izbrani material mora biti dovolj elastičen, da lahko prenese premike tal v slučaju delovanja potresa. Pri tem mora ostati sistem nepoškodovan in funkcionalen.

## 7. REVIZIJSKI JAŠKI

Revizijski jaški morajo omogočiti izvedbo nepropustnega spoja med cevjo in jaškom in naj bodo tovarniško izvedeni.

## 8. SONARAVNI MATERIALI

Material cevi ne sme imeti negativnih vplivov na okolico v smislu toksičnosti.

## 9. ČAS POLAGANJA

Krajši čas izvedbe cevovoda lahko odločilno vpliva na zmanjšane stroške izgradnje.

## 10. MOŽNOST NAKNADNE VGRADNJE PRIKLJUČKOV

Vgradnja naknadnih priključkov mora biti enostavna in zanesljiva.

## 11. VZDRŽEVANJE

Cevni material mora biti primeren za sodobne načine čiščenja z visokotlačnim curkom.

## 12. CENA INVESTICIJE

Cena investicije je zelo pomemben faktor pri analizi primernosti materialov, še posebej, če gre za javna (občinska, državna) sredstva.

Kriteriji primerjave:

- Vsaka karakteristika cevovodnega materiala je ovrednotena s točkami od 1 do 5.
- Prav tako je upoštevan faktor pomembnosti s točkami od 1 do 5.
- Skupna vrednost neke karakteristike je zmnožek točk, ki prisodimo in faktorja pomembnosti.
- Seštevek posamičnih karakteristik daje končno število točk.
- Za nekatere lastnosti, kot npr. "sonaravnost", zelo težko kvantificiramo njihov vpliv na okolje. Vsekakor pa lahko vpliva na končni rezultat.

Rezultati, prikazani v preglednici kažejo, da imajo cevi iz umetnih mas prednost pred betonskimi in duktilnimi cevovodi. Pomembno pa je dejstvo, da se PVC, PE-HD in PP (ni še dovolj izkušenj) cevi slabše obnesejo pri izgradnji cevovodov večjih profilov predvsem zaradi relativno hitrega staranja materiala in manjših vzdolžnih togosti. Zato so primerni za cevovode, ki ne presegajo DN 300. Prav tako se v ceveh iz umetnih mas slabo razvije biofilm, ki omogoča samočiščenje v kanalizacijskih sistemih.

Predstavljena analiza ima tako orientacijski značaj, saj jo lahko dopolnimo z drugimi dodatnimi dejavniki, ki lahko vplivajo na izbiro primerne materiala in se lahko od primera do primera razlikuje.

**Preglednica 6:** Primerjalna tabela lastnosti materialov kanalizacijskih cevi

<i>Karakteristika</i>	<i>Faktor pomena</i>		<i>Beton</i>		<i>PE - HD</i>		<i>Centrifugirani poliester</i>		<i>PVC</i>		<i>Duktil</i>	
	točk	skupaj	točk	skupaj	točk	skupaj	točk	skupaj	točk	skupaj	točk	skupaj
<b>1. Hidravlična zmogljivost</b>	4	20	5	20	3	12	3	9	3	12	4	16
<b>2. Nепropustnost</b>	4	16	4	16	5	20	5	20	5	20	5	20
<b>3. Trajnost</b>	4	20	5	20	1	4	2	8	3	12	5	20
<b>4. Mehanske lastnosti</b>	3	12	4	12	2	6	4	12	2	6	5	15
<b>5. Korozijska odpornost</b>	3	12	4	12	3	9	3	9	3	9	4	12
<b>6. Abrazijska odpornost</b>	2	8	4	8	4	8	4	8	4	8	5	10
<b>7. Seizmične lastnosti</b>	1	3	3	3	2	2	3	3	2	2	4	4

Se nadaljuje

<b>8. Revizijski jaški</b>	2	4	4	3	6	4	8	3	6	3	6
<b>9. Sonaravni materiali</b>	1	5	3	3	3	4	4	3	3	4	4
<b>10. Čas polaganja</b>	3	3	3	4	12	4	12	4	12	4	12
<b>11. Naknadni priključki</b>	3	2	6	4	12	4	12	4	12	3	9
<b>12. Vzdrževanje</b>	4	4	16	3	12	4	16	3	12	4	16
<b>13. Investicija</b>	5	5	25	4	20	3	15	4	20	3	15
<b>SKUPAJ TOČK</b>			<b>160</b>		<b>126</b>		<b>136</b>		<b>134</b>		<b>159</b>
<b>SKUPAJ %</b>			<b>100 %</b>		<b>78 %</b>		<b>85 %</b>		<b>84 %</b>		<b>99 %</b>

## 4.2 OBRATOVANJE

Kakovostno obratovanje kanalizacijskega sistema je ena od najvažnejših nalog lokalnega upravljalca. Vsi elementi kanalizacije se morajo skupaj s pripadajočimi objekti ob vsakem času ohranjati v funkcionalnem stanju .

Zato se izvajajo naslednja dela:

- redne kontrole,
- čiščenje kanalov in objektov,
- odprava okvar.

Zanemarjanje nalog lahko privede do škode v okolju, npr. onesnaževanje vodotokov, kar lahko privede do pravnih posledic (opomin, kazen, odgovornost).

Za načrtovanje in gradnjo objektov kanalizacije obstaja vrsta tehničnih predpisov in norm. O obsegu obratovalnih nalog in še posebej o stroških delovne sile in stroških porabe pogosto obstajajo nejasnosti.

Zaradi tega razloga so v Nemčiji pri ATV sklenili, da izdelajo pravilnik za določitev (izračun) obratovalnih stroškov. S pomočjo tega pravilnika lahko vsak upravljalca kanalizacije določi potrebne stroške ob upoštevanju lokalnih pogojev (danosti). Pravilnik velja za javno kanalizacijo oziroma za naloge, ki jih opravljajo krajevne službe za odvajanje odpadnih voda.

Pravilnik je razdeljen na dva dela :

- **1.del** – "Naloge obratovanja in intervali" - vsebuje seznam in opis del upravljalcev kanalizacije. Pri vsaki posamezni nalogi so navedeni običajni intervali, potrebni za njeno izvedbo.
- **2. del** – "Stroški za zaposlene, vozila in opremo" - k vsaki posamezni nalogi , navedeni v delu 1, se navedejo stroški delovne sile, vozil in opreme ter norme za izračun obratovalnih stroškov.

#### 4.2.1 Redna kontrola

Pod redno kontrolo razumemo sistematične ukrepe za ugotavljanje in oceno dejanskega stanja. Sem prištevamo vizuelno ugotavljanje gradbenega stanja, kot tudi preverjanje tehnične uporabnosti kanalizacijske opreme. Za vizuelno kontrolo morajo biti kanali, jaški in ostali objekti predhodno očiščeni in v njih ne sme biti vode.

**Preglednica 7:** Obratovalne naloge lokalnega upravljalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – REDNA KONTROLA

<i>1.</i>	<i>REDNA KONTROLA</i>	<i>POGOSTOST IZVEDBE</i>
1.1.	Kontrola pohodnih kanalov	0,1 – 0,2/leto
1.2.	Kontrola nepohodnih kanalov	0,1 – 0,2/leto
1.3.	Kontrola tesnosti na kanalih, ki so v obratovanju	0,1 – 0,2/leto
1.4.	Kontrola jaškov z vstopom	0,2/leto – na prometnih cestah 0,5/leto – na lokalnih cestah in ostalih področjih
1.5.	Kontrola jaškov brez vstopanja	1/leto – na prometnih cestah 0,5/leto - na lokalnih cestah in ostalih področjih
1.6.	Kontrola jaškov in uličnih odtokov za pregled po cestnih gradbenih delih	po potrebi
1.7.	Kontrola in vzdrževanje zapornih elementov, zapornic, zasunov brez motornega pogona	2/leto ali pogosteje – po proizvajalčevih navodilih
1.8.	Kontrola in vzdrževanje splakovalnih in protipovratnih loput	2/leto ali pogosteje – po proizvajalčevih navodilih
1.9.	Pregled priključnih kanalov	po potrebi
1.10.	Kontrola in vzdrževanje dušilnih elementov na prelivih meteorne vode	obratovanje 26/leto gradbeni del 1/leto

se nadaljuje

1.11.	Kontrola izpustov	obratovanje 4/leto gradbeni del 1/leto
1.12.	Kontrola zadrževalnikov meteorne vode	obratovanje 12/leto gradbeni del 1/leto
1.13.	Kontrola drugih posebnih objektov, npr. sifonov in vrtničnih jaškov	obratovanje 12/leto gradbeni del 0,2/leto
1.14.	Kontrola črpališč in zunanjih naprav	1/leto
1.15.	Kontrola odprtih jarkov za odpadno vodo, vključno z ograjami	12/leto
1.16.	Kontrola in vzdrževanje naprav za posebne postopke odvajanja, npr. tlačno in podtlačno odvodnjavanje	po potrebi

#### 4.2.2 Čiščenje kanalov in objektov

Posamezne pozicije se nanašajo na čiščenje javne kanalizacije in tudi na privatne priključke, če je upravljalec kanalizacije za to pristojen.

**Preglednica 8:** Obratovalne naloge lokalnega upravjalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku - ČIŠČENJA

2.	ČIŠČENJA	POGOSTOST IZVEDBE
2.1.	Čiščenje kanalov in jaškov	0,33/leto
2.1.1.	Čiščenje kanalov in jaškov z vozilom s kombiniranim visokotlačnim spiranjem in sesanjem (z recirkulacijo vode ali brez recirkulacije vode)	0,33/leto
2.1.2.	Čiščenje kanalov in jaškov z vozilom z visokotlačnim spiranjem in sesanjem	0,33/leto

se nadaljuje

2.1.3.	Čiščenje kanalov in jaškov z vozilom z visokotlačnim spiranjem	0,33/leto
2.1.4.	Čiščenje kanalov z žico in vitlom	0,33/leto
2.1.5.	Čiščenje kanalov s ščitom za spiranje	0,33/leto
2.1.6.	Čiščenje kanalov s poplavnim spiranjem	0,33/leto
2.1.7.	Ročno čiščenje kanalov z drugimi tehnikami	0,33/leto
2.2.	Čiščenje sifonov - preventivno	do 52/leto
2.3.	Čiščenje peskolovov z vozilom za sesanje, z bagrom ali ročno	pogostost je odvisna od lokalnih razmer
2.4.	Čiščenje zbiralnikov mulja	1/leto
2.5.	Ročno in strojno čiščenje korit za odvodnjavanje	2/leto, po potrebi pogosteje
2.6.	Čiščenje prelivov meteornih vod – ročno ali z vozilom	1/leto, po potrebi pogosteje
2.7.	Čiščenje izpustov	1/leto, po potrebi pogosteje
2.8.	Čiščenje zbiralnikov za meteorne vode s stroji ali ročno	1/leto, po potrebi pogosteje
2.9.	Čiščenje črpališč z vozilom za spiranje in sesanje	1/leto, po potrebi pogosteje
2.10.	Čiščenje separatorjev z vozilom za sesanje	2/leto, po potrebi pogosteje
2.11.	Praznjenje zbiralnikov za odpadno vodo s stroji ali ročno	po potrebi
2.12.	Odstranjevanje mulja iz malih čistilnih naprav	po potrebi in v skladu z DIN 4261
2.13.	Čiščenje odprtih jarkov za odpadno vodo	2/leto, po potrebi pogosteje

#### 4.2.3 Odprava škode

Gradbeno vzdrževanje je omejeno na odpravljanje škode in gradbene spremembe manjšega obsega, ki se npr. pri kontroli kot tudi po čiščenju ali cestnih gradbenih delih pokažejo za nujne. Pri naslednjih navedenih izvedbenih delih se običajnih intervalov ne da določiti, ampak le potrebo glede na izkušnje.



**Preglednica 9:** Obratovalne naloge lokalnega upravljalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – ODPRAVA ŠKODE

<i>3.</i>	<i>ODPRAVA ŠKODE</i>	<i>POGOSTOST IZVEDBE</i>
3.1.	Popravilo in obnova cestnih odtokov	1-1,5 % celotne količine/leto
3.2.	Popravilo in obnova pokrovov jaškov	1,5-2 % celotne količine/leto
3.3.	Popravilo in obnova vstopnih pripomočkov	1-3 % celotne količine/leto
3.4.	Popravilo in adaptacija sten in dna jaškov	glede na zahteve
3.5.	Popravilo in naknadno fugiranje zidanih kanalov	2-3 % dolžine kanala/leto
3.6.	Popravilo kanalov iz ostalih materialov	glede na zahteve
3.7.	Izdelava oziroma odstranitev pregrad	po zahtevah obratovanja
3.8.	Odstranjevanje ovir (npr. štrleči cevni priključki, trde obloge)	glede na zahteve
3.9.	Popravilo delov posebnih gradbenih objektov (npr. črpališč, zbiralnikov za meteorne vode, izpustov, prelivov, sifonov)	glede na zahteve
3.10.	Popravilo obratnih objektov in zunanjih naprav	glede na zahteve
3.11.	Preskus in zatesnitev muf in cevnih povezav	glede na zahteve
3.12.	Popravilo in obnova hišnih priključkov	2-3% priključkov/leto

**4.2.4 Posebne dejavnosti**

**Preglednica 10:** Obratovalne naloge lokalnega upravljalca kanalizacijskega sistema po ATV pravilniku – POSEBNE DEJAVNOSTI

<i>4.</i>	<i>POSEBNE DEJAVNOSTI</i>	<i>POGOSTOST IZVEDBE</i>
4.1.	Deratizacija v kanalih	10-30% priključkov/leto
4.2.	Vzdrževanje brežin pri jarkih za odpadno vodo	2/leto, po potrebi pogosteje
4.3.	Vzdrževanje zelenih površin	Po potrebi

### 4.3 Vzdrževanje kanalizacijskega sistema

Da zgrajeni kanalski sistemi ustrezno delujejo ter da je zagotovljena čim večja trajnost naprav, moramo s celotnim sistemom načrtno gospodariti in ga vzdrževati.

Vzdrževanje pa je mogoče organizirano izvajati le, če razpolagamo z dobro evidenco o omrežju, ki je urejen v kanalskem katastru. V tem katastru so zbrani vsi temeljni podatki o kanalizacijskih sistemih, kot so leto izgradnje, material, iz katerega je kanal zgrajen, mikrolokacije komunalnih naprav, skratka vse lastnosti, s katerimi mora upravljalec kanalizacijskega sistema razpolagati.

Vzdrževanje kanalizacijskih sistemov obsega:

- tekočo kontrolo stanja,
- detajlno računalniško vodeni pregledi cevi s TV kamero,
- sistematično čiščenje z manjšimi popravili,
- večja popravila (obnova ali rekonstrukcija kanala) .

#### 4.3.1 Tekoča kontrola stanja

Tekoča kontrola stanja na omrežju obsega naslednje dejavnosti:

- sistematične obhode in vizuelne preglede omrežja v določenih časovnih intervalih,
- vzdrževanje sistema naprav za merjenje in registracijo dogajanja v omrežju.

#### 4.3.2 Detajlni računalniško vodeni pregledi cevi s TV kamero

**TO POMENI MOŽNOST » VIDETI » STANJE NAPELJAVE !**

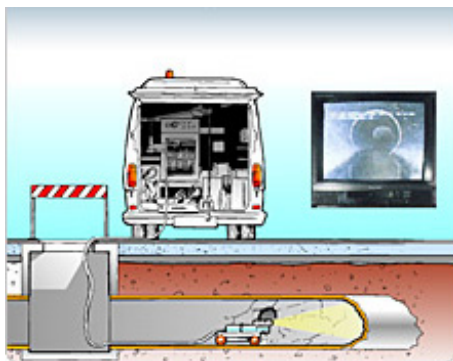
Z računalniško vodenim pregledom s televizijsko kamero je mogoče opraviti predhodne preiskave in preveriti stanje (poškodovanih) cevi. Popolnoma natančno se ugotovijo:

- splošno stanje cevovodov,
- mesta, kjer je cevovod poškodovan,
- vrsta poškodbe,
- kje so locirani priključki na glavni cevovod.

### ***Postopek pregleda:***

Detajlni pregled cevovodov se opravlja s pomočjo specialne daljinsko vodene televizijske kamere, katera posreduje posnetke monitorju v notranjosti popolnoma samostojne računalniško opremljene mobilne enote, ki med pregledom stoji v bližini podzemne napeljave, ki jo je treba pregledati. Preglede je mogoče opravljati v ceveh vseh oblik in dimenzij.

Kakovost posnetkov je odlična. Podatki, pridobljeni s takšnim pregledom, se zapišejo na avdiovizualnih in kartografskih dokumentih, tako da omogočajo ustanovitev banke podatkov za globalno izvajanje storitve.



**Slika 3:** mobilna enota s TV kamero



**Slika 4:** TV kamera

(Prospekt,2006.Strukturna obnova podzemnih cevovodov,Ljubljana, CEVOVODI d.o.o.)

S pomočjo podatkov pridobljenih s pregledom cevi s televizijsko kamero je možno z nekaj dodatnimi podatki izdelati:

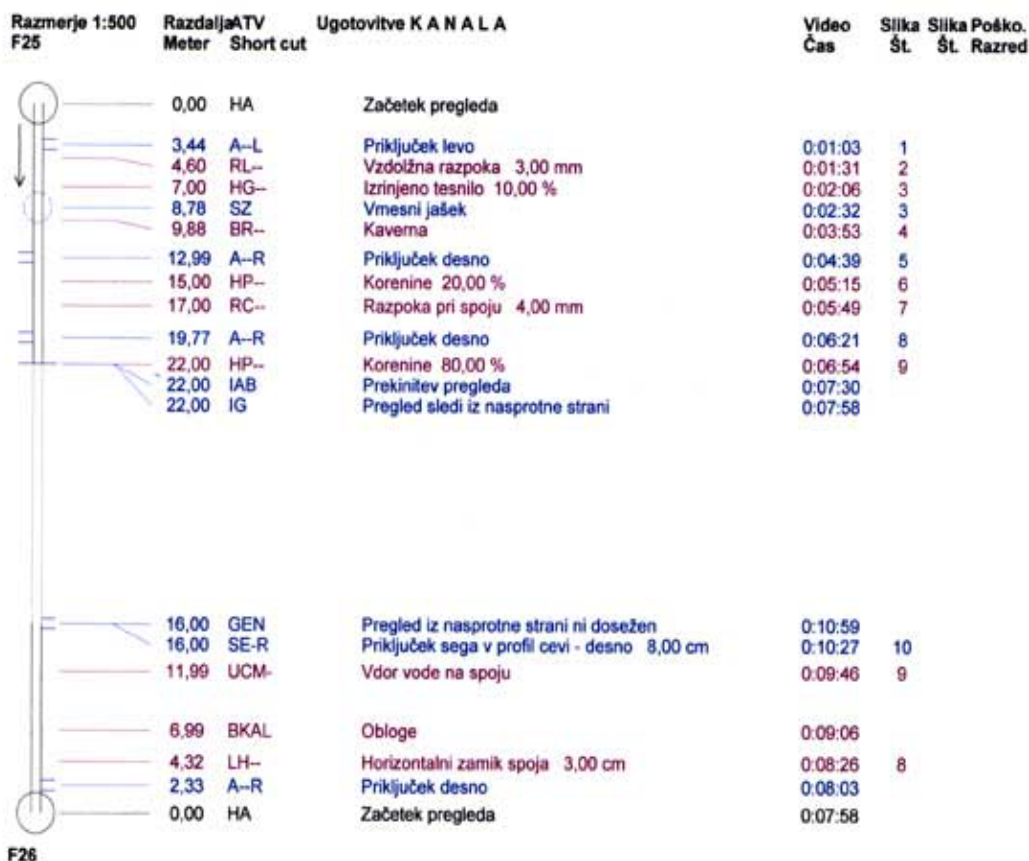
- celotni načrt kanalizacijske mreže, ki je predmet pregleda z vsemi podatki o kanalizacijskih jaških, dolžinah trase kanalizacije;
- v osnovni katasterski načrt s prikazanimi objekti je možno vnesti vse podatke;

- če naročnik želi je možna izdelava tehnično – dokumentacijskega sistema za uporabo in spreminjanje na osebem računalniku. Tak sistem omogoča ažurno vnašanje vseh novih podatkov in informacij o kanalizacijski mreži.



**Slika 5:** Izmere, izpis karte, tehnično – dokumentacijski sistem  
(Prospekt,2006.Strukturna obnova podzemnih cevovodov, Ljubljana, CEVOVODI  
d.o.o.)

 Pregled cevodovodov z TV kamero Lociranje cevodovodov z sondo Sanacija cevodovodov brez izkopa Strojno čiščenje cevodovodov		Polak Gabrijel s.p. Primož 34a 3230 ŠENTJUR telefon 03/749 09 90 telefax 03/749 09 91		 Gradnje Polak	
Stran 2 26.11.2002					
<b>Naročnik</b>	Vodovod Ulica 5 3000 Celje	<b>Št.Naročila-NA</b> <b>Št.Naročila-IZ</b> <b>Številka-Projekta</b>	Vodovod	<b>Št.Pregleda</b>	3/2002
				<b>Datum</b>	26.11.2002
<b>Ulica</b>	Vodovodna 15	<b>Številka-Kanala</b>	Kanal 2/2002	<b>Operater</b>	G. Selič
<b>Kraj pregleda</b>		<b>Od Jaška</b>	F25	<b>Vreme</b>	Sončno
<b>Leto</b>	2002	<b>Do Jaška</b>	F26	<b>Razlog Pregleda</b>	Prevzem sanacije
		<b>Smer Pregleda</b>	V/Proti smeri toka	<b>Stanje-Kanala</b>	oprano
<b>Vrsta-Kanala</b>	DS Fekalni cevodod	<b>Oblika cevi</b>	DN 500		
<b>Material-Kanala</b>	B Beton	<b>Premjer Cevi</b>	500		
<b>Notranja zaščita</b>		<b>Dolžina-Cevi</b>	2,00		
<b>Dolžina-Kanala</b>	60,00	<b>Video-Kaseta-Št. 2a</b>		<b>Število Slik</b>	13
<b>Padeč %</b>	2,00	<b>Trak-Začetek</b>	0:01:03	<b>Prva Slika</b>	1
<b>Dolžina Pregleda</b>	38,00	<b>Trak-Konec</b>	0:07:58	<b>Zadnja Slika</b>	10
<b>Opomba</b>					



**Slika 6:** Pismo poročilo o pregledu kanalov s televizijsko kamero – primer  
 (<http://www.gradnje-polak.com/pregled.htm>; 9.1.2007)

### 4.3.3 Sistematično čiščenje z manjšimi popravili

Če je nek kanalski odsek pravilno projektiran in zgrajen, je čiščenje le redko potrebno. Vsak mešan kanalizacijski sistem, ki je grajen gravitacijsko, ima sposobnost samočiščenja.

V kolikor pa kanalski odsek ni pravilno zgrajen, ga je potrebno strojno ali ročno čistiti. Pogostost čiščenja je odvisna od stopnje nepravilnosti v izvedbi kanala in njegovi obremenitvi.

Pri čiščenju cevovodov se uporablja sodobna tehnologija, katere uporaba je namenska in se razlikuje glede na:

- dimenzije,
- propustnost,
- velikost tujkov,
- ter materiala iz katerega je cevovod.

#### *Postopki čiščenja cevovodov*

##### Izpiranje

Izpiranje se izvaja s standardnimi metodami vnosa vode pod visokim pritiskom ter sočasnim izsesavanjem odpadnega materiala, ki pri tem nastaja.

Metoda vnosa vode pod pritiskom približno 100 barov se izvaja s pomočjo specialnega vozila in gumijaste cevi, na koncu katere je reakcijska šoba. Reakcijska sila vodnega curka potiska glavo z veliko silo naprej skozi cevovod in pri tem rahlja material v kanalu ter ga istočasno potiska naprej po cevi do prvega revizijskega jaška. Nanešeni material, ki se je nahajal v cevi, se lahko odstrani ročno ali s pomočjo vozila - cisterne, na katerem je nameščena črpalna cev, preko katere prečrpavamo usedline, blato v cisterne. To odpadno zmes je potrebno odpeljati na deponijo za blato.



**Slika 7:** Stanje pred čiščenjem kanala      **Slika 8:** Stanje po čiščenju kanala  
(<http://www.gradnje-polak.com/ciscenje.htm>; 9.1.2007)

### Rezkanje

Z rezkanjem se zagotavlja obnova prvotnega prereza ter ohranitev sten cevovodov.

S tem postopkom je možno odstraniti trde usedline v cevovodih (kot npr. beton, cementno mleko, ipd.), cevne priključke, ki segajo v notranjost cevi in korenine, ki so se razrasle v cev in ovirajo pretočnost.

Postopek se izvaja z visokotlačno črpalko, na katero je priključena rezalna glava, ki odstrani odvečni material in popolnoma zgladi cev.



**Slika 9:** Rezkalna glava  
(<http://www.gradnje-polak.com/ciscenje.htm>; 9.1.2007)

#### **4.3.4 Večja popravila (obnova ali rekonstrukcija)**

Obnova kanala je izboljšava dosedanjega, obstoječega. Pri tem je ohranjena, deloma ohranjena ali spremenjena funkcija dosedanjega, vendar je ohranjena osnovna struktura starega kanala. Pred začetkom obnove mora biti izdelana ocena stanja, ki mora vsebovati:

- ugotovitve poškodb in pomanjkljivosti (na podlagi pregleda s TV kamero, meritev pretokov in preizkusov tesnosti, evidence popravil, evidence motenj kot so preplavitve, zamašitve, porušitve, posedanja, itd.),
- analizo vzrokov za ugotovljene poškodbe in pomanjkljivosti,
- hidravlično presojo dimenzij in padcev,
- stanje obremenitev in obstoječih pogojev vgradnje,
- analizo lastnosti odpadne vode,
- določitev stopnje ogroženosti okolja (podtalnice, vodotokov, objektov v bližini),
- določitev stopnje ogroženosti kanala glede na druge inštalacije,
- pričakovane spremembe prostorskega urejanja,
- omejitve pri možnih gradbenih posegih (promet, dostopnost do objektov),
- oceno stroškov.

Na podlagi ocene stanja in določitve ciljev in prioritet se izbere postopek obnove.



## 5.0 SANACIJE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV

O sanaciji govorimo takrat, ko dela potekajo v kanalu in zajema obnovo obstoječega kanala oziroma izdelavo novega po obstoječi trasi z ohranitvijo prvotne funkcije.

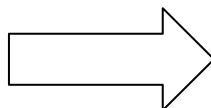
### 5.1 Poglavitni vzroki za poškodbe cevovodov

Detajlni pregled z računalniško vodeno televizijsko kamero nam pokaže dejansko stanje cevovoda, dejanski obseg poškodb v kanalu. Upravljalca kanalizacijskega sistema pa ima ( po pravilih naj bi imel ) na podlagi komunalnega katastra pregled nad vsemi priključki in s tem tudi nad vrstami odplak. Vsi ti podatki so potrebni, da pridemo do vzroka poškodb obravnavanega odseka kanalizacije.

Najbolj pogosti vzroki poškodb cevovodov so :

#### VZROKI

starost cevovodov  
(uradna življenjska  
doba je 50 let)



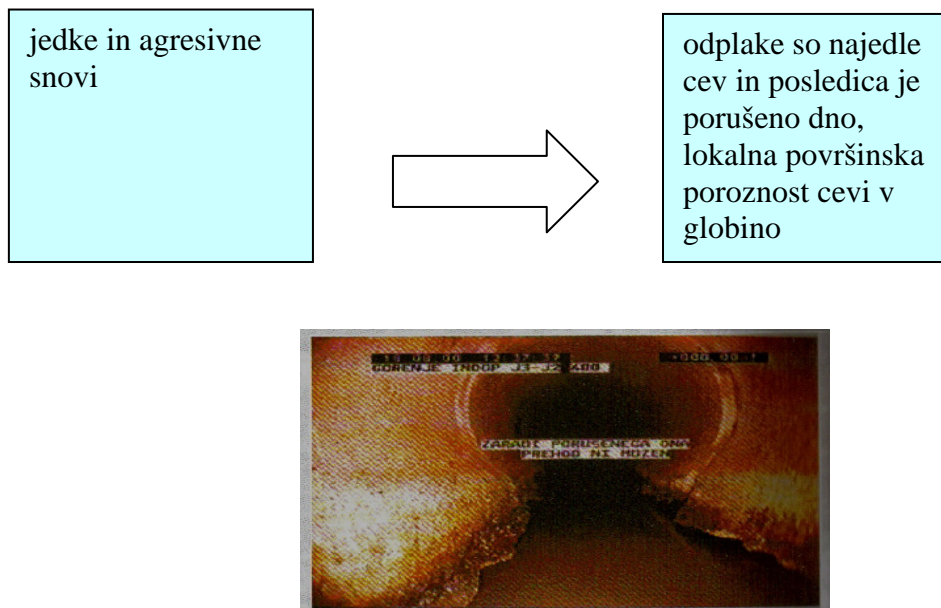
#### POŠKODBE

nedovoljeno  
ponikanje, erozija,  
podori, porušitev



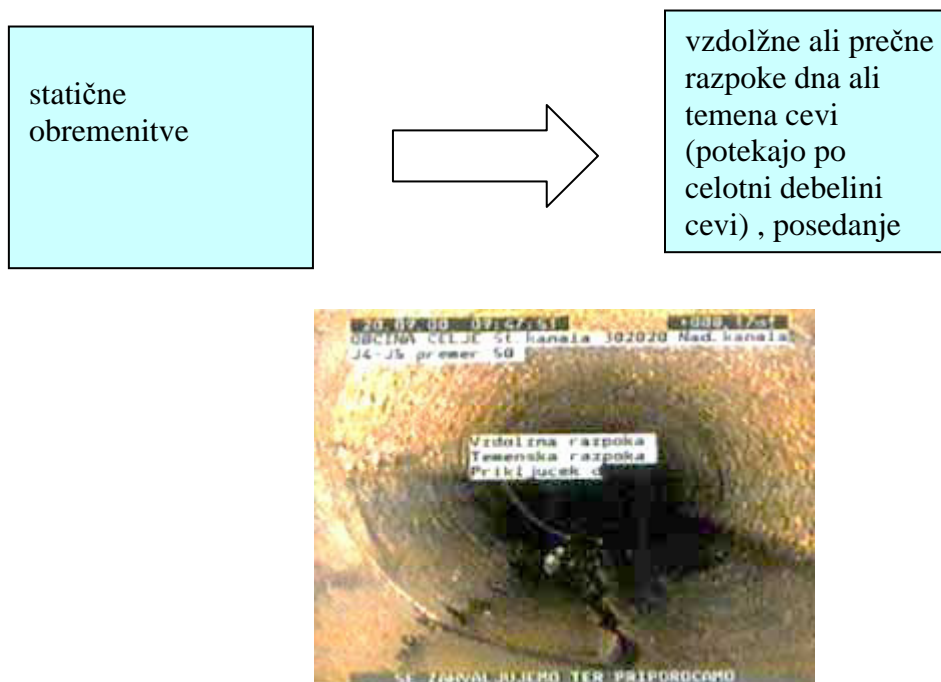
**Slika 10:** Cev pred popolno porušitvijo

(<http://www.gradnje-polak.com/pregled.htm>; 9.1.2007)



**Slika 11:** Porušeno dno

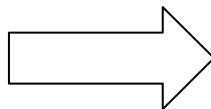
(Polak,G.2006,Gradnje Polak – kratka predstavitev dejavnosti,Šentjur,Gradnje Polak Gabrijel Polak s.p.)



**Slika 12:** Vz dolžna razpoka

(<http://www.gradnje-polak.com/pregled.htm>; 9.1.2007)

slaba kakovost del v  
oblasti izgradnje ali  
tehnološko staranje



razraščanje korenin,  
zamiki na stikih



**Slika 13:** Razraščanje korenin – primer 1    **Slika 14:** Razraščanje korenin – primer 2  
(<http://www.gradnje-polak.com/pregled.htm>; 9.1.2007)

## 5.2 Metode sanacije kanalizacijskih sistemov

Odločitev o načinu sanacije poškodb cevovodov je odvisna od tehničnih in ekonomskih kriterijev. Ob dejstvu, da je 70% poškodb kanalov parcialnega značaja, je smiselno sanirati samo poškodovane dele kanalov in ne prenavljati celotnih dolžin. Odvisno je tudi, ali so kanali prehodni (nad 1200 mm) ali ne. Nas zanimajo predvsem neprehodni kanali premera do 1200 mm.

Glede na izvedbo ločimo dva načina sanacije:

- klasična metoda
- sodobne metode:
  - točkovne,
  - linijske.

### 5.2.1 Klasična metoda

Klasična metoda pomeni način izvedbe sanacije kanalizacije po naslednjem postopku:

- pripravljalna dela (zakoličba trase, postavitve vertikalnih gradbenih profilov)
- preddela (glede na potek trase se razlikujejo, kje trasa poteka – cestno telo (asfaltna površina), makadamske poti, prosta zemljišča (travniki, njive, ... ipd.)). Pomembna je odstranitev zgornje površine z vsemi sloji (npr. preddela v cestnem telesu, kjer imamo asfaltno površino je potrebno pred izvedbo zemeljskih del odstraniti asfaltni sloj v celotni debelini (npr.  $d=5+3$  cm) ter nosilni tamponski sloj (npr.  $d=40$  cm).
- zemeljska dela (izkopi, odstranitev obstoječe poškodovane cevi, planiranje dna kanala v ustreznih naklonih, zasipi cevi),
- montažna dela (polaganje nove cevi),
- betonska dela (obbetonaža cevi),
- zaključna dela (vzpostavitev trase v prvotno stanje – npr. asfaltiranje prekopov z izvedbo ustreznih nosilnih tamponskih slojev).

Obnova oziroma sanacija po klasičnem postopku je prostorsko zelo omejen način obnove, pogojen še s številnimi drugimi problemi, kot so:

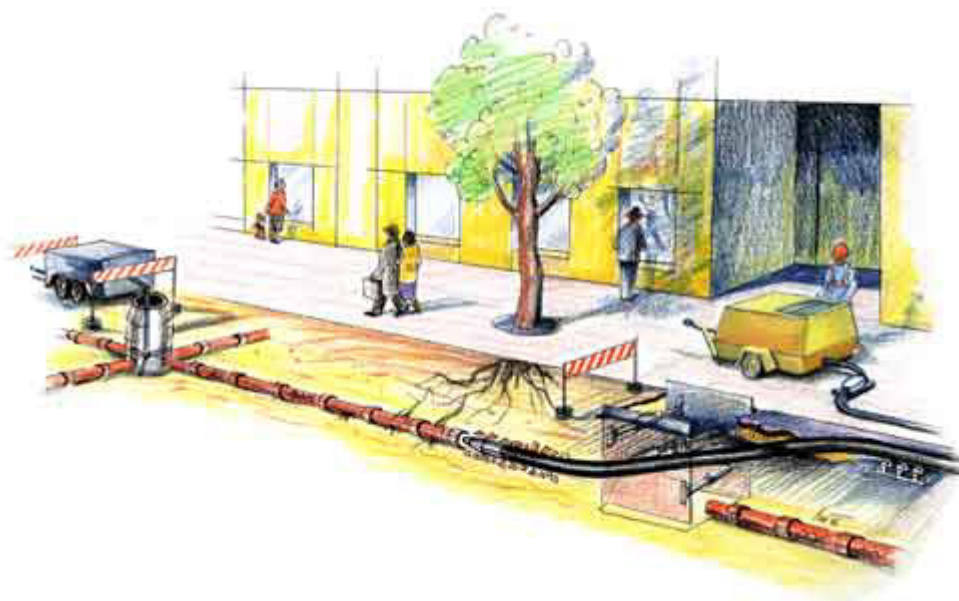
- dolgotrajna priprava projektne dokumentacije,
- zamudno pridobivanje potrebnih dovoljenj skupaj s plačevanjem visokih odškodnin,
- poseg v že urejeno okolje (prekopavajo se ceste, pločniki, dvorišča, parki, vrtovi, ... , ki jih je potrebno ob zaključku del vzpostaviti v prvotno stanje),
- velika gostota ostalih komunalnih naprav in objektov (potrebna so medsebojna usklajevanja),
- časovne omejitve (delovni urnik je potrebno prilagoditi dnevnim in sezonskim konicam, poteke proizvodenj je potrebno prilagoditi),
- dolgotrajna gradnja,
- visoki stroški (posledica izvedbe vseh teh aktivnosti so visoki stroški).

## 5.2.2 Sodobne metode sanacij

Da bi se izognili vsem zgoraj navedenim problemom pa se kot najugodnejša rešitev ponujajo novi in kvalitetnejši ter cenejši postopki obnove cevovodov brez izkopov oziroma večjih posegov v prostor.

Sodobne postopke sanacij kanalizacijskih sistemov združujejo predvsem štiri glavna skupna načela :

- Izvedba brez izkopavanj ( uporaba v urbanih naseljih )
- Hitra izvedba del
- Prihranek pri stroških (stroški izvedbe in nadaljnega vzdrževanja so odvisni predvsem od globine vkopanega kanala ter premera cevi)
- Prijaznost do okolja



**Slika 15:** Obnavljanje cevovodov brez izkopov – proces ne moti vsakdanjika  
(<http://www.gradnje-polak.com>)

### *Kratka zgodovina*

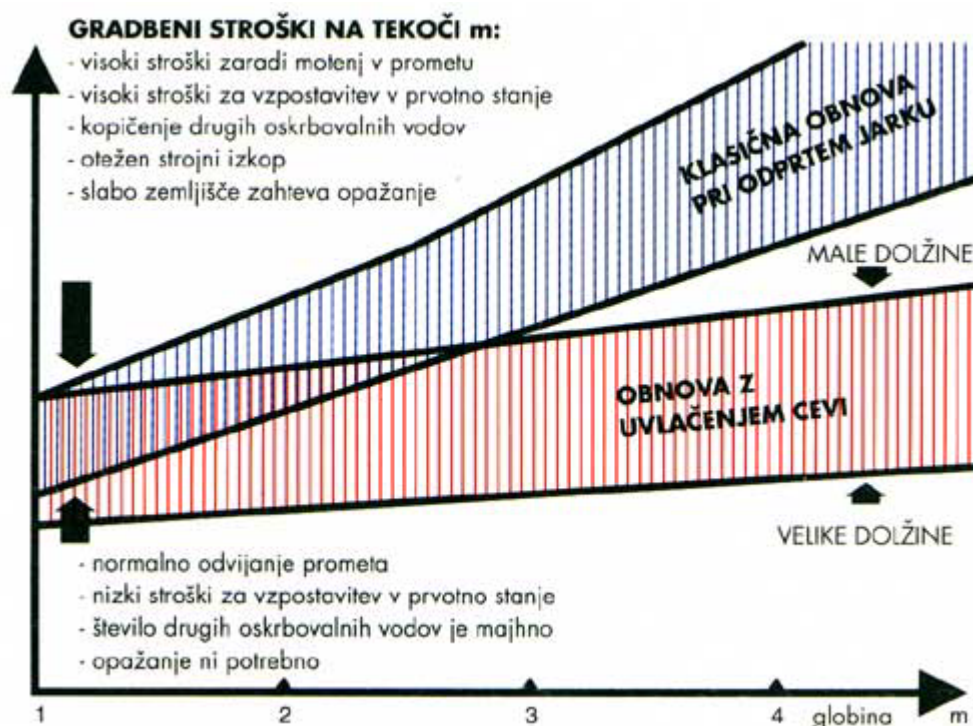
Postopek obnavljanja podzemnih cevi brez izkopavanja je dodobra » zaživel » že pred 30 leti v Angliji. Glas o praktičnosti sanacije se je dobesedno čez noč razširil po vsej Evropi in segel tudi k nam.

Tako obnovljeni kanali naj bi imeli življenjsko dobo najmanj 50 let. To ugotavlja neodvisni inštitut za raziskavo materiala Bodycote Materials Testing L.T.D. iz Londona, ki je v letu 1995 po 25 letih temeljito pregledal prvi po tem postopku obnovljeni kanal. Pri tem je bilo ugotovljeno, da je še vedno absolutno vodotesen, da ni prišlo do nobenih deformacij, ohranjena pa je tudi gladkost cevi in mehanske lastnosti vgrajenega materiala.

Na začetku so bili sodobni načini obnove zelo dragi, izvajali pa so jih izvajalci iz drugih držav (predvsem iz Italije in Nemčije). Zaradi dragega prevoza materiala so tuji izvajalci prihajali k nam kvečjemu dvakrat letno in takrat sanirali po več kilometrov naenkrat.

Zaradi medsebojne konkurence pa so se cene znižale, zato je taka obnova smiselna in ekonomsko upravičena tudi v slovenskem prostoru, kjer zaradi tržnih potreb sanacijska dela po sodobnih metodah izvajajo slovenska podjetja (npr. GRADNJE POLAK – Gabrijel Polak s.p. Šentjur, CEVOVODI d.o.o. Ljubljana, VILKOGRAD d.o.o. Šentjur in še nekateri).

Pri podjetju GRADNJE POLAK iz Šentjurja so izdelali stroškovno primerjavo med klasično in sodobno metodo, pri kateri so upoštevali nekaj glavnih dejavnikov, ki vplivajo na višino stroškov pri izvedbi posameznih metod sanacije.



**Slika 16:** Primerjava gradbenih stroškov na tekoči meter – KLASIČNA - SODOBNA METODA IZVEDBE SANACIJE (<http://www.gradnje-polak.com/pregled.htm>; 9.1.2007)

Glede na namen uporabe oziroma vrsto cevovoda se uporabljajo različni materiali in postopki, ki bodo predstavljeni v nadaljevanju.

### ***Standardi na področju sanacij po sodobnih metodah***

Področje sanacij po sodobnih metodah urejajo trije veljavni slovenski standardi:

1. SIST EN 12889:2000 – Izvedba in preizkušanje kanalov in drenaž brez izkopa
2. SIST EN 13380:2001 – Splošne zahteve za sestavne dele, ki se uporabljajo za obnovo in popraviljanje sistemov za odvod odpadne vode in kanalizacijo zunaj stavb
3. SIST EN 13566-1:2003 – Cevni sistemi iz polimernih materialov za obnovo podzemnih omrežij za odvodnjavanje in kanalizacijo – Obratovanje brez tlaka (vodi s prosto gladino) – 1.del do 7.del

### 5.2.2.1 Točkovna sanacija – sanacija z robotom

#### *Uporaba*

Za sanacijo krajših odsekov cevovodov se uporablja daljinsko voden robot.

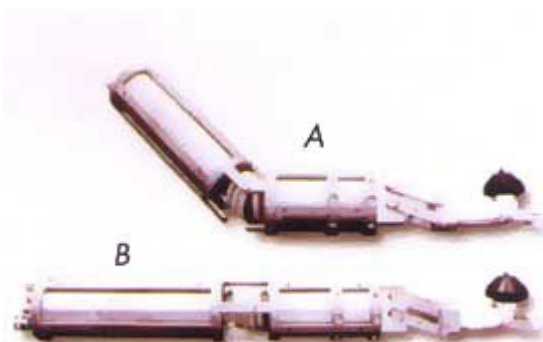
Z uporabo različnih priključkov robota je možno sanirati:

- slabo tesnjene spoje cevi,
- možno je odstranjevati različne tujke v cevi,
- vstavlja se krajše dele cevi,
- v steno deformirane cevi je možno injicirati različne komponente za doseganje tesnjenja cevovoda.



**Slika 17:** Mobilna enota z opremo za upravljanje robota

(<http://www.gradnje-polak.com/kanalizacija/robot.htm>; 9.1.2007)



**Slika 18:** Robot A; od  $\varnothing$  100 mm do  $\varnothing$  200 mm

Robot B; od  $\varnothing$  200 mm do  $\varnothing$  600 mm

(<http://www.gradnje-polak.com/kanalizacija/robot.htm>; 9.1.2007)



### *Izvedba postopka*

Celoten postopek se vodi in upravlja s pomočjo računalniške opreme v mobilni enoti in nadzoruje z video kamero, ki omogoča pozicijo ter napredovanje del.



**Slika 19:** Sanacija z robotom–prikluček 1 **Slika 20:** Sanacija z robotom–prikluček 2  
(<http://www.gradnje-polak.com/kanalizacija/robot.htm>; 9.1.2007)



**Slika 21:** Po sanaciji z robotom – obdelava priključka  
(<http://www.gradnje-polak.com/kanalizacija/robot.htm>; 9.1.2007)

### 5.2.2.2 Točkovna sanacija - sanacija z valjastim balonom

#### *Uporaba*

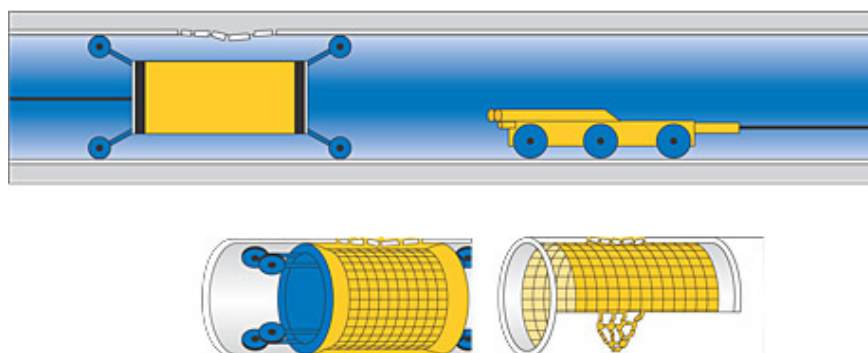
Omogoča enostavno in učinkovito lokalizirano obnovo poškodovanih cevi. Delo se lahko opravlja, ne da bi bil pretok skozi cevi prekinjen.

Postopek se uporablja za saniranje krajših odsekov cevovodov premera 150 mm do 1200 mm. S to metodo se sanirajo predvsem lokalne poškodbe, ki so posledica vdora korenin v cev, točkovnega vdora vode v cev, slabo izvedenih priključkov in poškodbe, ki so posledica korozije.

#### *Izvedba postopka*

Najprej se s pomočjo daljinsko vodene kamere določi točno mesto poškodbe cevi.

Na površino "valjastega balona" se namesti tkanina iz steklenih vlaken, ki je prepojena z dvokomponentno smolo. Valjasti balon se s pomočjo pnevmatskega vodila in televizijskih naprav locira na predvideno mesto točkovne sanacije. Zračni pritisk preko pnevmatskega vodila razširi valjasti balon v cevi, pri čemer se tkanina popolnoma prilagodi površini poškodovane cevi. Z nastavitvijo ekspanzijskega pritiska je mogoč iztek dela smole iz cevi in njen vnos v razpoke cevovoda, tako da cementira in utrdi površino. Po zaključku procesa strjevanja tkanine iz balona izpustimo zrak ter ga izvlečemo iz cevi. Na saniranem mestu ostane popolnoma gladka notranja prevleka, ki minimalno zoži prvotni notranji presek.



**Slika 22:** Shematski prikaz vstavitve "valjastega balona"

(Prospekt, 2006. Strukturna obnova podzemnih cevovodov, Ljubljana, CEVOVODI d.o.o.)

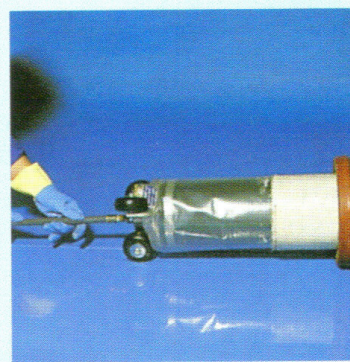
A – valjasti balon



B – premaz tkanine z dvokomponentno smolo



C – pnevmatsko vodilo za  
ostavljanje in polnjenje  
balona v cevovodu

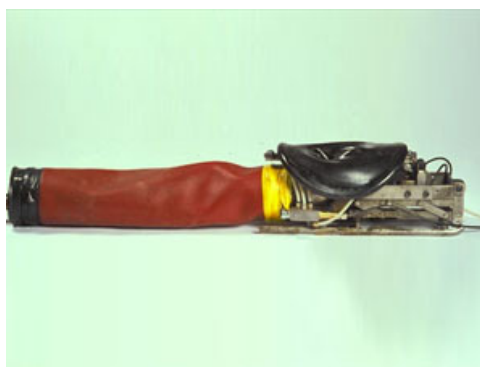


**Slika 23:** Prikaz priprave "valjastega balona" za postopek sanacije  
(Prospekt, 2006. Strukturna obnova podzemnih cevovodov, Ljubljana, CEVOVODI  
d.o.o.)

S pomočjo robota in valjastega balona s priključkom in t.i. klobuki je možno sanirati  
in vodotesno obdelati tudi priključke na glavni cevovod.



**Slika 24:** Robot s priključkom in t.i. klobukom (<http://rohrsanierung-online.de>; 24.1.2007).

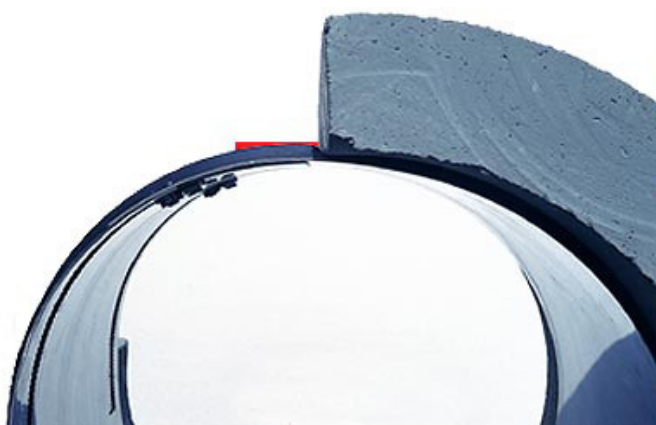


**Slika 25:** "Klobuk" pred vstavitvijo (<http://rohrsanierung-online.de>; 24.1.2007).

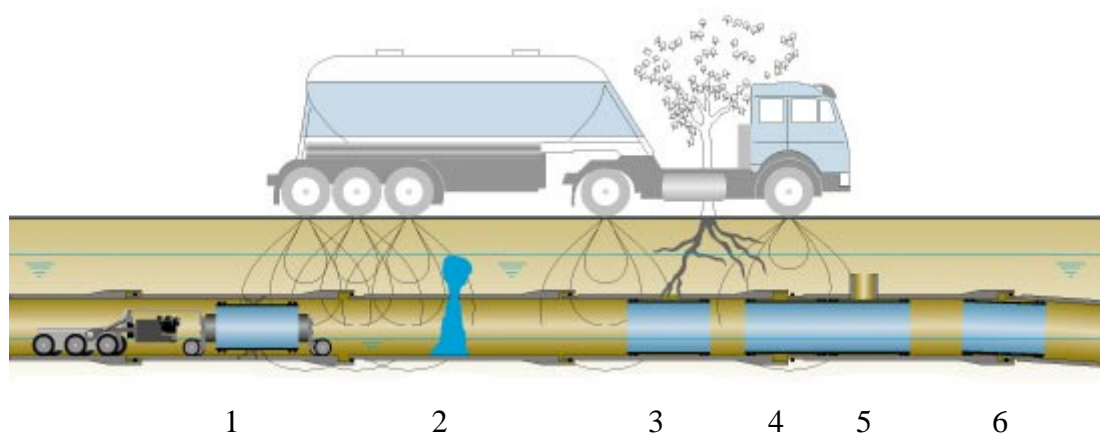


**Slika 26:** "Klobuk" po vstavitvi (<http://rohrsanierung-online.de>; 24.1.2007).

Namesto tkanine se lahko uporablja tudi nerjavečo pločevino (eden od sistemov se imenuje QUICK LOCK). Vložki iz nerjaveče pločevine so dobavljivi v tipskih merah, to je premer cevi od 150 do 700 mm ter dolžin od 300 do 500 mm. Možna je izvedba tudi v premerih in dolžinah izven tipskih mer.



**Slika 27:** Prerez cevi z vgrajenim vložkom iz nerjaveče pločevine  
(<http://www.quick-lock.de>; 11.2.2007)



**Slika 28:** Prikaz primerov uporabe quick lock sistema

- 1 – prečne razpoke
- 2 – lokalni vdor vode
- 3 – vdor korenin
- 4 – netesen stik cevi
- 5 – zaprtje slepega priključka
- 6 – zatesnitev stika med cevmi zaradi posedanja

(<http://www.quick-lock.de>; 11.2.2007)

***Ugotovitve, lastnosti postopka, prednosti postopka***

- odlične mehanske lastnosti saniranih delov,
- obnavljanje statične kontinuitete cevi,
- hidravlično tesnjenje.

**5.2.2.3 Linijska sanacija - metoda "relining" - postopek "cev v cevi"**

Metoda "relining" zahteva nekaj potrebnih predhodnih del in aktivnosti. Le te lahko opišemo z naslednjimi koraki:

- evidentiranje poškodovanega mesta,
- podroben pregled s kamero ter izpis poročila o dejanskem stanju cevovoda s točnejšimi podatki o vrsti in obsegu poškodbe ter točnim lociranjem poškodbe in priključkov na kanal,
- predvideno sanirano mesto je potrebno očistiti s pomočjo vode pod pritiskom,
- nanos brizganega mikroarmiranega betona na poškodovano cev (v primeru globjih točkovnih poškodb).

Postopek "relininga" je možno izvesti na različne načine, vendar se na področju Slovenije izvaja le postopek z vstavitvijo cevastega vložka (nogavice):

***Vnos cevi v obliki nogavice ( cevasti vložek ) in utrditev s toplotno obdelavo***

Za to metodo sanacije se uporablja več izrazov, kar poimenuje proizvajalca cevastega vložka. Vsak vgrajen material je zaščiten pod določenim imenom z licenčnim potrdilom, kot so npr. INSITUFORM - nemški proizvajalec, FOREVER PIPE, EVER PIPE, INDOOR PIPE, FOREVER PIPE Carbonic – italijanski proizvajalec,.

To je zelo učinkovita tehnologija, pri kateri okolja dodatno NE obremenjujemo.

### ***Uporaba***

S to metodo je mogoča izvedba sanacije vseh oblik in vrst cevovodov (kanalizacija, vodovod, plinovod, elektro kanalizacija, protipožarni cevovodi) in sicer od premera 100 mm do 1200 mm. Možna je sanacija krajših razdalj med posameznimi jaški ter daljšimi odseki do dolžine 500 m.

Postopek je še posebej uporaben za sanacijo plinovodnih in industrijskih cevovodov, preko katerih se pretakajo tudi agresivni mediji različnih temperatur.

### ***Izvedba postopka***

Po potrebni izvedbi predhodnih del in aktivnosti pristopimo k sanaciji. Potrebna sta dva jaška, vstopni in izstopni in pri tem dobra meritev o dolžini in premeru cevi, saj vgrajeni cevasti vložek dobavlja v različnih presečnih dimenzijah. Glede na globino jaška montiramo na vstopnem jašku višji ali nižji vodni stolp. Višina vodnega stolpa je približno enaka globini vstopnega jaška.



**Slika 29:** Vodni stolp na vstopnem jašku (<http://www.S3soncini.it>; 24.2.2007)

Postopek lahko razdelimo v tri glavne faze.

### **A – faza vstavitve vložka v notranjost poškodovane cevi:**

V kanal, potreben obnove, se s pomočjo ovoja za vnos vstavi cevast vložek – strukturna tkanina iz posebne dvojne in brezšivne polietilenske tkanine, ki se predhodno prepoji s smolo (epoksidno, poliestersko, polimerno). Vrsta smole je odvisna od vrste cevovoda, temperature, pritiska in kemičnih lastnosti medija, ki se pretaka po cevovodu. Smole za impregnacije dajo novim cevem visoke fizikalne in kemijske odpornosti ter trajnost.

Pri podjetju Soncini S3 proizvajajo štiri različne vrste cevastih vložkov :

- Forever pipe – cevast vložek iz tkanine z vmesno plastjo steklenih vlaken,
- Ever pipe – cevast vložek izdelan samo iz tkanine,
- Indoor pipe – cevast vložek kot Forever pipe , skupaj z dodatno cevjo za vlečenje instalacijskih kablov,
- Forever pipe Carbonic – cevast vložek iz tkanine z dodatno plastjo iz karbonskih vlaken,

Vsak tip vložka se pred vgradnjo v proizvodnji predhodno impregnira in se s transpornimi sredstvi – tovornjaki s hladilniki transportira do mesta vgradnje .



**Slika 30:** Cevast vložek Forever pipe (<http://www.S3soncini.it>; 24.2.2007)





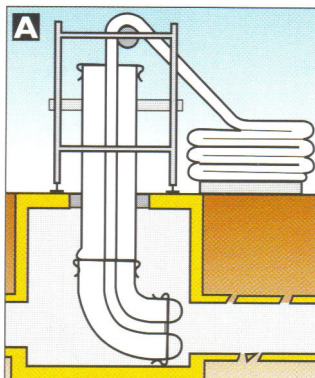
**Slika 31:** Cevast vložek Indoor pipe (<http://www.S3soncini.it>; 24.2.2007)



**Slika 32:** Cevast vložek Forever pipe Carbonic (<http://www.S3soncini.it>; 24.2.2007)



**Slika 33:** Impregnacija vložka (<http://www.S3soncini.it>; 24.2.2007)



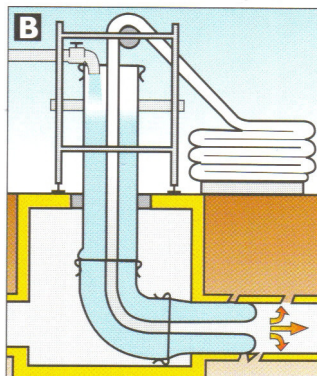
**Slika 34:** Shematski prikaz vstavitve impregniranega vložka (Prospekt, 2006.  
Strukturna obnova podzemnih cevovodov, Ljubljana, CEVOVODI d.o.o.)



**Slika 35:** Pritrditev in pričetek vnosa impregniranega vložka (<http://www.S3soncini.it>;  
24.2.2007)

### **B – faza potiskanja vložka po cevi s hidrostatičnim tlakom**

Impregniran vložek po napeljavi potiska hidrostatični tlak vodnega stolpa. Za dotok vode v vodni stolp se uporablja javno hidrantsno omrežje. Vložek se zaradi visokega pritiska vode razširi do stene obstoječe cevi.



**Slika 36:** Shematski prikaz potiskanja vložka po cevi (Prospekt, 2006. Strukturna obnova podzemnih cevovodov, Ljubljana, CEVOVODI d.o.o.)

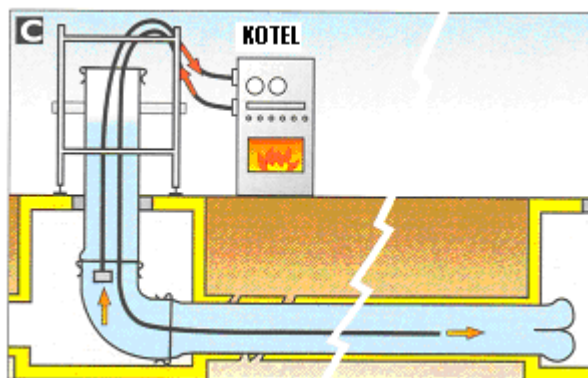


**Slika 37:** Notranjost vložka (<http://www.S3soncini.it>; 24.2.2007)

### **C – faza polimerizacije s segrevanjem vode**

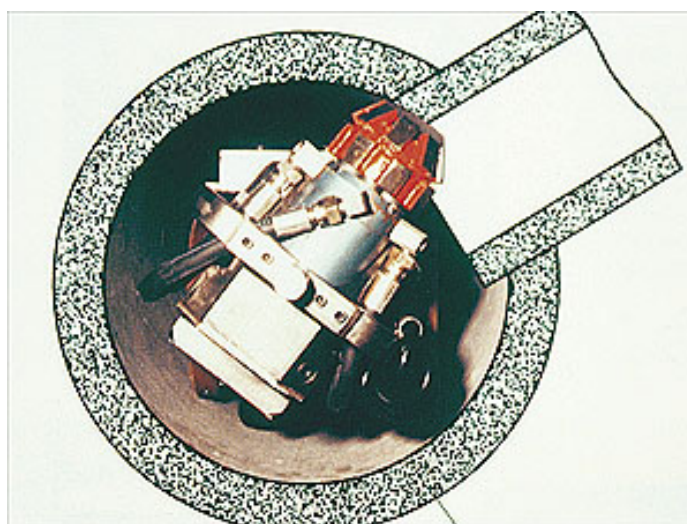
To je najzahtevnejša stopnja dela, saj je potrebno poskrbeti, da se voda v kotlu ustrezno segreje. S tem pa se zagotovi dobro polimerizacijo. Celoten proces se računalniško nadzoruje in upravlja preko komandne plošče v mobilni enoti, iz katere

so razvidni vsi parametri v fazi polimeriziranja oziroma strjevanja smol (pritisk, čas, temperatura,...). Z ogrevanjem se smola kemično in mehansko utrdi. Skupna debelina prevleke v cevi je od 2 mm do 30 mm in se predhodno projektira in izračuna ter kot taka odgovarja vsem specifičnim zahtevam posamezne sanacije.



**Slika 38:** Shematski prikaz polimerizacije s segrevanjem vode (Prospekt,2006.  
Strukturna obnova podzemnih cevovodov,Ljubljana, CEVOVODI d.o.o.)

Po končani reakciji, ki traja cca.od 4 do 24 ur, glede na dolžino sanirane trase, preseka cevovoda, globine kanala, sledi postopek ohlajanja, nato pa izdelava odprtin na mestu jaškov in priključkov ter obdelava stika med obstoječo cevjo in vložkom.



**Slika 39:** Izdelava odprtin na mestu priključkov (<http://rohrsanierung-online.de>;  
24.1.2007).

Voda, ki je bila v vložku, se po odprtju odprtin v jašku izlije v cevovod. V primeru, ko to ni mogoče pa je potrebno vso vodo prečrpati v odvodno omrežje.

Vsi priključki se odprejo z notranje strani ter se obdelajo s pomočjo različnih priključkov robota ter kamere z upravljanjem v mobilni enoti.

Stik med obstoječo cevjo in vložkom se obdela s posebnimi sanacijskimi maltami različnih proizvajalcev (npr. KEMA Puconci, MAPEI, SIKA , itd,...)

Z vnosom cevastega vložka se svetli premer cevi zmanjša, vendar se zaradi manjše obratovalne hrapavosti pretočnost kanala celo poveča.



**Slika 40:** Stanje notranjosti cevi pred sanacijo – pred vstavitvijo impregniranega vložka (Polak, G.2006,Gradnje Polak – kratka predstavitev dejavnosti, Šentjur, Gradnje Polak ,Gabrijel Polak s.p.)



**Slika 41:** Stanje notranjosti cevi po sanaciji – po vstavitvi impregniranega vložka (Polak, G.2006, Gradnje Polak – kratka predstavitev dejavnosti, Šentjur, Gradnje Polak Gabrijel Polak s.p.)

Postopek saniranja "cev v cevi" je možno namesto z vodo izvajati z zrakom, vendar je pomanjkljivost postopka z zrakom, da z zračno silo ni možno sanirati takšnih dolžin in večjih presekov. Ker se pri postopku ne uporablja grelni kotel (poraba energije pri sanaciji je primerljiva z gretjem 60 stanovanjskih hiš), je tudi cenejše. Metoda z zrakom je primerna predvsem za sanacijo kanalizacijskih priključkov za individualne stanovanjske hiše, kjer so preseki velikosti od 110 – 200 mm.

### ***Poročilo preizkusa tesnosti***

Zadnja faza sanacije cevi je preizkus in posnetek kakovosti izvedenih del. Tesnjenje cevi se izvaja z opremo, ki ustreza vsem predpisom, zahtevam in normam, ki so predpisane za opravljanje preizkusa vodotesnosti. Končno poročilo zajema vse podatke o saniranem delu kanalizacijskega odseka ter video posnetek odseka.



### POROČILO PRESKUSA TESNOSTI

Številka protokola	: 0000
Datum	: 17.10.2002
Naročnik	: Komunala Črnomelj
Investitor	: Občina Črnomelj
Projektant	: Živko Franko univ.dipl.inž.arh.
Nadzor	:
Izvajalec del	:
Objekt	: Kanalizacija Radenci
Odsek	: F7-F8
Cevovod	: Fekalni
Opombe	: 18,00 m
Material	: PVC
Premer cevovoda DN	: 250 mm
Začetek preiskave	: 0:00:00
Konec preiskave	: 0:03:30
Čas preskušanja	: 0:03:30
Začetni tlak	: 100,00 mbar
Končni tlak	: 98,00 mbar
Padec tlaka	: 2,00 mbar
Postopek preskusa	: Preskus tesnosti z ZRAK-om po standardu EN 1610 in postopku LC
Natančnost naprave	: Skladna z veljavnim atestom št: 20D68
Zahteve preskušanja	: Preskusni tlak:100,00 mbar Pe dovoljeno: -15,00 mbar
Preskušanelec je v skladu s SIST EN 1610	: <b>Tesen</b>



Preskušanelec : \_\_\_\_\_

#### **Ugotovitve, lastnosti postopka, prednosti postopka**

- odlične mehanske lastnosti saniranih delov,
- obnavljanje statične kontinuitete cevi,
- zagotovljeno hidravlično tesnjenje,
- gladka notranjost cevi zagotavlja visoko pretočnost medijev,
- široko področje uporabe v industriji in komunalni infrastrukturi,
- 50 letna doba delovanja,
- okolju prijazna tehnologija.

Postopki, ki bodo predstavljeni v nadaljevanju, se trenutno v slovenskem prostoru še ne uporabljajo. Izvajajo jih na nemškem in avstrijskem področju.

### **Vnos plastične cevi in zalitje z injekcijsko malto ( postopek Trolining )**

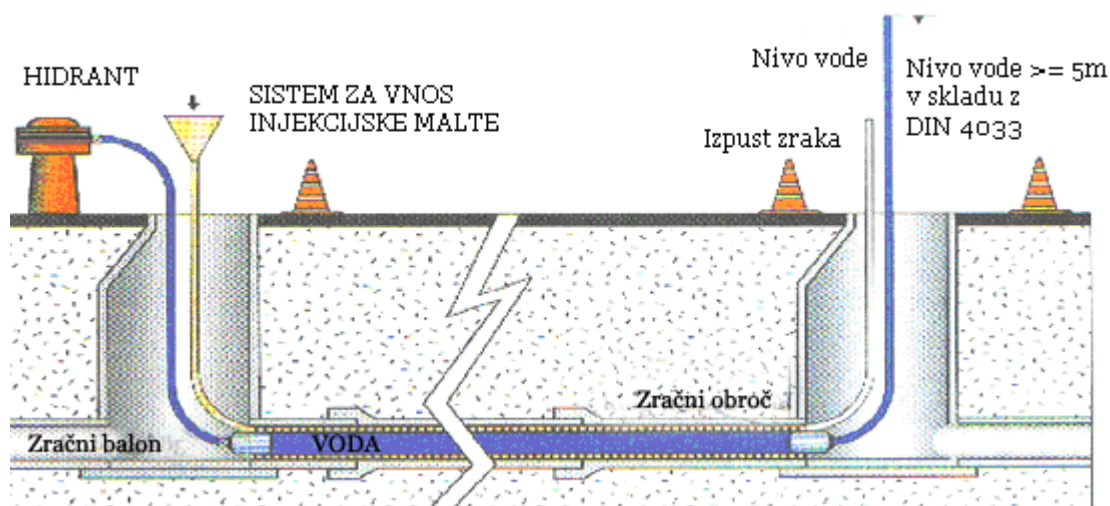
#### **Osnovni sistem**

Postopek sanacije "Trolining" zahteva prav tako kot "relining" vstopni in izstopni jašek. Za izvedbo postopka je potrebno ustaviti dotok odpadnih voda skozi cevovod. To se izvede z zračnimi baloni.

Trolining sistemi temeljijo na uporabi PE-HD linerjev ti. TROLINERJEV, ki so opremljeni z navzven iztisnjenimi sidrastimi vozlički. Trolinerji so dolžine do 200 m ter vseh oblik in dimenzij.

Pri postopku trolining je v uporabi več sistemov izvedbe sanacije:

- osnovni sistem,
- preliner sistem,
- dvojni sistem,
- sistem samoizpiranja.



**Slika 42:** Shematski prikaz postopka Trolining (Brošura, 1999. Obnova kanalizacije po postopku "relining" (prevlačenje cevi), Kranj; Komunala Kranj)



### Osnovni sistem

Trolinerja se v obstoječo cev vstavi s pomočjo vitla in vlečne glave pritrjene na začetek cevi. Vstavljena cev oziroma troliner je potrebno po vstavitvi napolniti z vodo, tako da se nova cev prilega k obstoječi. V vstopnem in izstopnem jašku je potrebno troliner zapreti oziroma zatesniti. Z vstavitvijo nastane med trolinerjem in obstoječo cevjo vmesni prostor. Ta medprostor se s pomočjo tlačne črpalke in preko sidrastih vozličev zapolni s trolining injektorjem – injekcijska malta. Injektor lahko zaradi propustnih mest v linerju izteče in na ta način v celoti zapolni vse prazne votlinice v obstoječi cevi, nastale zaradi razpok, lokalno zdrobljenih cevi, neustreznih stikov cevi,... Tako nastane direktna povezava med linearnim sistemom in obstoječo cevjo. Tipično dolžinsko raztezanje PE-HD linerjev v smeri jaška je zaradi betonske zveze (trolining injektor) izključeno. Trolining sistem je uporaben za sanacijo cevovodov iz različnih materialov. Npr. za jeklene cevi to pomeni dodatno protikorozijsko zaščito.



**Slika 43:** Osnovni sistem (<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)

### Preliner sistem

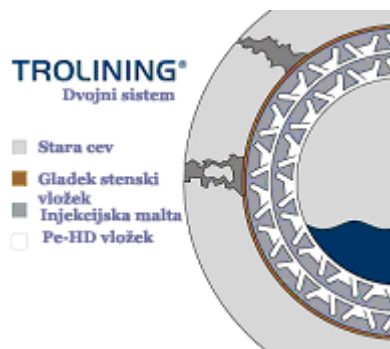
To je osnovni sistem, izboljšan z dodatnim prelinerjem oziroma predhodno vstavljenim gladko stenskim vložkom, ki omogoča večslojnost in s tem dodatno varnost glede vodonepropustnosti.



Slika 44: Preliner sistem (<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)

### Dvojni sistem

Za posebej visoke zahtevnosti glede statične nosilnosti so na voljo dvojni sistemi, ki so sestavljeni kot kombinacija osnovnega in preliner sistema.



Slika 45: Dvojni sistem (<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)

### Sistem samoizpiranja

Sistem je kombinacija osnovnega in preliner sistema z vgradnjo dodatne posebno strukturirane ti. linearne pete, s katero se lahko doseže odličen efekt izpiranja. Ta lastnost dolgoročno pripomore in doprinese k prihrankom pri čiščenju kanalizacijskih sistemov. Obloge umazanije se zaradi turbolence na strukturnih telesih dvignejo in tokovi jih nato odnesejo.



**Slika 46:** Sistem samoizpiranja – vstavitev strukturirane linearne pete  
(<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)

### Vnos dvostenske fleksibilne cevi ( postopek Flexoren )

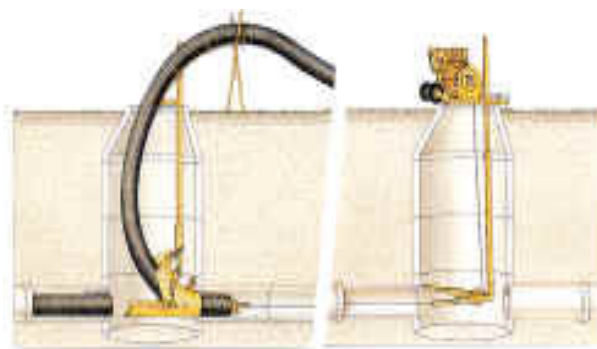
#### *Uporaba*

Sistem je namenjen za sanacijo kanalov in je omejen v presekih od 125 mm – 300 mm, ki predstavljajo predvsem kanalizacijske priključke stanovanjskih objektov ali notranjo hišno kanalizacijo v proizvodnih halah. Sistem je primeren za manj ali težje dostopna mesta.

### ***Postopek izvedbe***

Pred uvlačenjem nove cevi mora biti cevovod popolnoma očiščen. Biti mora temeljito pregledan in pripravljen za sanacijo. To omogoča predhodni pregled s TV kamero.

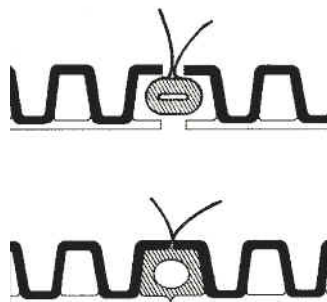
Kot pri vseh metodah "relininga" je potreben vstopni in izstopni jašek. Na vhodu v jašek se pripravi lijak, na koncu – izstopu pa je montiran vitel za uvlačenje nove cevi. Skozi novo cev potegnejo žico, ki je pritrjena na vlečno glavo na začetku cevi, pripravljene za uvlačenje.



**Slika 47:** Shematski prikaz postopka "Flexoren"

(<http://www.arg.at/leistungen/kanalsanierung/Flexoren.htm>; 24.1.2007)

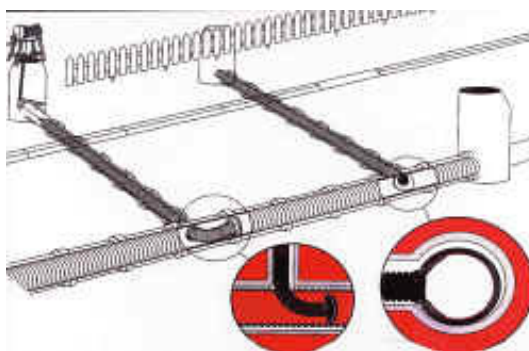
Flexo cevi se izdelujejo v dolžini 10 m in se pripravljene dostavijo na mesto sanacije. Na licu mesta se s posebno varilno tehniko zvarijo skupaj. Robovi in konci cevi so z rezalnim strojem zarezani tako, da se varilni obroči brez težav vstavijo v prostor med cevjo in obročem. Tako nastali cevni stiki in vari prenesejo vse obremenitve v in na cevovodu.



**Slika 48:** Detajl stika robov in koncev flex cevi

(<http://www.arg.at/leistungen/kanalsanierung/Flexoren.htm>; 24.1.2007)

Za priključek cevi v sanirano cev "Flexoren" je bila razvita posebna zaščitna manšeta, ki se priključuje pod kotom  $45^\circ$  ali  $90^\circ$ . Le ta zagotavlja tesnost in trajno povezavo. Priključki se odpirajo kot pri ostalih metodah s pomočjo robota. Priključek se lahko obdela s posebno zaščitno manšeto, ki je opremljena z varilno žico. Manšeto se v cev vgradi s pomočjo cevnega mehurja, ki za vstavitv manšete za priključek uporablja varilni pritisk. Varjenje skupaj s hlajenjem traja cca. 20 min. Drugi možni način izvedbe priključkov je s pomočjo impregnirane tkanine, ki se prav tako vgrajuje s pomočjo cevnega mehurja. Ta postopek je bil predhodno že opisan.



**Slika 49:** Izvedba priključka na flex cev s priključnim kotom  $45^\circ$  ali  $90^\circ$   
(<http://www.arg.at/leistungen/kanalsanierung/Flexoren.htm>; 24.1.2007)

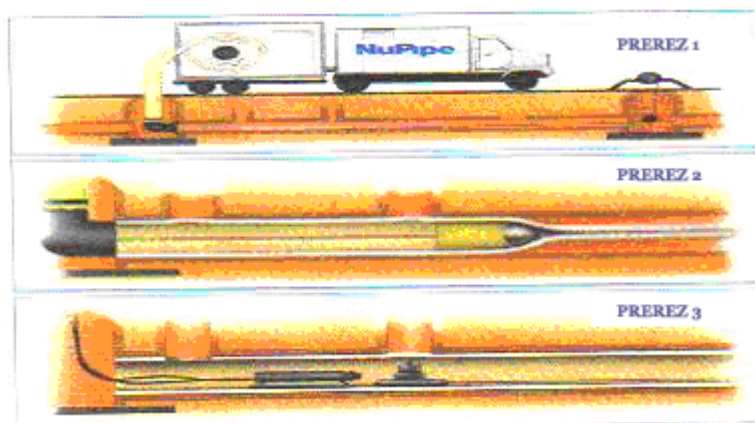
### ***Ugotovitve***

- Izvedba priključkov je sorazmerno zahtevna.
- Flexoring sistem predstavlja omejenost prečnega prereza. Postopek zahteva predhodne hidravlične izračune, saj je potrebno ugotoviti, ali kapaciteta cevi zadostuje zahtevam in potrebam odvoda odpadnih voda.

### Vnos cevi zvite v obliki črke U ( NU "pipe" postopek )

#### *Postopek izvedbe*

1. Potrebna sta vstopni in izstopni jašek.
2. Vložek v obliki črke "U" se s pomočjo vitla in preko vodilne tračnice vgradi v obstoječo cev.
3. Vložek je iz mehkega PE materiala (na otip kot guma) in se s pomočjo uvlečne glave razširi in oblikuje po notranji strukturi cevovoda.
4. S pomočjo robota se odprejo tudi vsi priključki v sanirano cev.



**Slika 50:** Shematski prikaz NU "pipe" postopka (Brošura, 1999. Obnova kanalizacije po postopku "relining" (prevlačenje cevi), Kranj; Komunala Kranj)

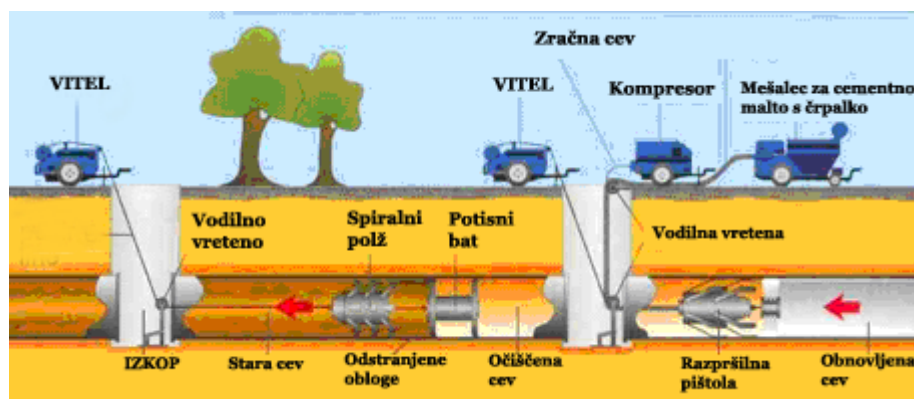


**Slika 51:** Prerez vstavitev cevi v obliki črke "U" (Brošura, 1999. Obnova kanalizacije po postopku "relining" (prevlačenje cevi), Kranj; Komunala Kranj)

### *Nanos notranje obloge iz specialne cementne malte*

#### *Postopek izvedbe*

1. Staro obstoječo cev je potrebno predhodno temeljito očistiti. To se izvaja s pomočjo premične glave, ki je vpeta na vitel. Ta glava je v obliki polža, ki potuje skozi obstoječi cevovod in vso nesnago potiska do vstopnega revizijskega jaška. Tam se ta material odstrani ročno ali s pomočjo črpalke.
2. V očiščeno cev se vstavi razpršilno pištolo s šobami, preko katerih se z notranje strani cevi nanaša oziroma nabrizga specialna cementna malta. Ta malta se meša na licu mesta.
3. Postopek je primeren za krožne preseke cevi premera od 80 mm, zgornja meja uporabnosti ni določena.



**Slika 52:** Shematski prikaz postopka sanacije z nanosom specialne cementne malte  
(<http://rohrsanierung-online.de>; 24.1.2007).

#### 5.2.2.4 Linijska sanacija - metoda z uvlačenjem nove cevi enakega ali večjega premera ( postopek "Spliting" )

##### *Uporaba*

Postopek uvlačenja nadomestne cevi se uporablja :

- pri sanacijah popolno porušenega obstoječega cevovoda,
- pri sanacijah dotrajanega cevovoda, ki statično ne more več prenašati statičn obremenitve,
- tam, kjer ni možna uporaba drugih metod sanacije brez izkopa,
- vgraditvi novega cevovoda v obstoječo traso, ko želimo zadržati ali povečati presek,
- v primerih, kadar ni možnosti klasičnega izkopa, na razpolago pa imamo obstoječo cev.

Uporaba tega postopka je možna v primerih, ko je obstoječa cev iz betona, sive litine ali PVC.



**Slika 53:** Popolnoma porušena kanalizacijska cev (<http://www.gradnje-polak.com/kanalizacija/uvlacenje.htm>; 9.1.2007)



### *Izvedba postopka*

Pred samo izvedbo je potrebno izkopati vstopno in izstopno jamo za raketo. To sicer poveča zahtevnost dela, vendar je obseg gradbenega posega še vedno desetkrat manjši kot v primeru klasične obnove.

V obstoječo cev se vodi posebej prirejeno kalibrirno glavo oziroma pnevmatsko raketo, ki jo poganja stisnjen zrak.



**Slika 54:** Priprava udarno razširjevalne glave (<http://www.vilkograd.com>; 9.1.2007)



**Slika 55:** Prikaz vstopne gradbene jame in vstavljanje razbijačne glave v porušeno kanalizacijsko cev (<http://www.vilkograd.com>; 9.1.2007)

Pri tem "kalibrirna glava" staro cev zdrobi, ostanke pa odrine v okoliško zemljino. Sočasno se uvleče nova cev enakega ali večjega preseka. Morebitni prazni prostori se lahko zapolnijo z vtiskanjem tiksotropne mešanice bentonita in cementsa.



**Slika 56:** Prehod razbijalne glave skozi obstoječi jašek brez deformacije jaška  
(<http://www.vilkograd.com>; 9.1.2007)



**Slika 57:** Pogled v kanalizacijo med izvajanjem (<http://www.vilkograd.com>; 9.1.2007)

Za uvlačenje se v večini primerov uporablja posebne plastične cevi, ki so odporne proti udarcem, drgnjenju in razenju. Notranjost cevi je gladka, zato ne prihaja do izgub, sedimentacije ali tvorbe oblog. Sestavljene so iz osnovne cevi (jedra) in zaščitne plasti (plašča). Zaradi "ekstrudiranega" plašča jih ostro kamenje in ostanki starih cevi iz različnih materialov ne morejo poškodovati. Cevi so obstojne pri uporabi agresivnih pretočnih medijev in v tleh obremenjenih s škodljivimi snovmi. Cevi, ki se uvlačijo, so lahko varjene in v enem kosu, lahko pa se vstavljajo s sprotnim spajanjem na mestu obnove.



**Slika 58:** Uvlačenje nove cevi (<http://www.vilkograd.com>; 9.1.2007)

Postopek se izvaja na dva načina:

- dinamično vgrajevanje – kalibrirno glavo poganja stisnjen zrak, kjer kinetična energija udarnega bata poruši in zdrobi staro cev, istočasno pa potiska novo cev naprej;
- statično vgrajevanje – kalibrirna glava se z novo cevjo uvleče v staro cev s pomočjo posebnega hidravličnega mehanizma.

Po vstavitvi nove cevi se prav tako izvede zaključni pregled s TV kamero in se poda končno poročilo o tesnosti vgrajenega cevovoda.

### ***Ugotovitve, lastnosti postopka, prednosti postopka***

Prednosti tega postopka so predvsem v smislu širokega področja uporabe (cevovodi so popolnoma porušeni, vgraditev novega cevovoda v staro traso, možnost povečanja premera obstoječe cevi, vstavitev cevi v obstoječo, kjer ni možna izvedba klasičnega prekopa).

#### **5.2.2.5 Sanacija kanalizacijskih jaškov**

Kanalizacijski jaški so ravno tako kot cevi izpostavljeni različnim vplivom. Deformacije najpogosteje nastopijo zaradi tehnološkega staranja oziroma slabe izvedbe del v fazi izgradnje.

Za doseganje vodotesnosti kanalizacijskih jaškov uporabljamo predvsem kakovostne in obstojne premaze, ki se jih nanaša direktno na plašč jaška. V odvisnosti od področja uporabe in stanja kanalizacijskih jaškov uporabljamo različne cementne oziroma plastificirane premaze.

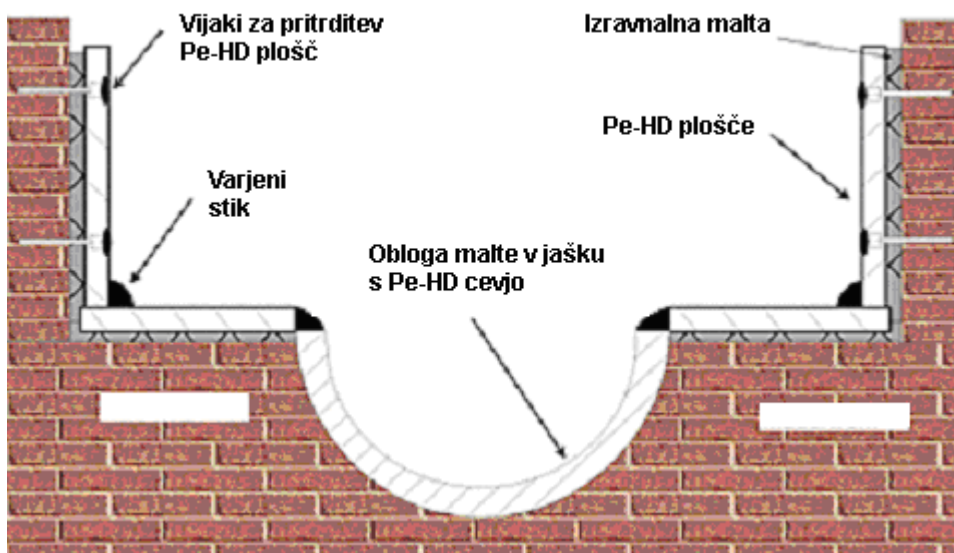


**Slika 59:** Stanje notranjosti kanalizacijska jaška pred sanacijo  
(<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)



**Slika 60:** Stanje notranjosti kanalizacijska jaška po sanaciji (<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)

Uporabljajo pa se tudi različni sistemi z oblogo dna jaška s ploščami iz PE materiala, ki se s pomočjo vijakov pritrdijo na stene jaška in zatesnijo s trajno elastičnim kitom.



**Slika 61:** Metoda obnove dna jaška s PE ploščami (<http://www.trolining.de>; 24.1.2007)

## **6.0 STROŠKOVNA PRIMERJAVA OBNOVE KANALIZACIJSKE TRASE PO KLASIČNEM POSTOPKU IN SODOBNEM POSTOPKU Z UVLAČENJEM BREZ POTREBNIH GRADBENIH DEL**

V tem poglavju svoje diplomske naloge bom predstavila stroškovno primerjavo obnove kanalizacijske trase po klasičnem in po sodobnem postopku z uvlačanjem, ki je bil dejansko tudi izveden, in sicer za kanalski odsek na Jesenicah in v Ajdovščini.

### **6.1 PRIMER 1 – Obnova kanalizacijske trase na Jesenicah**

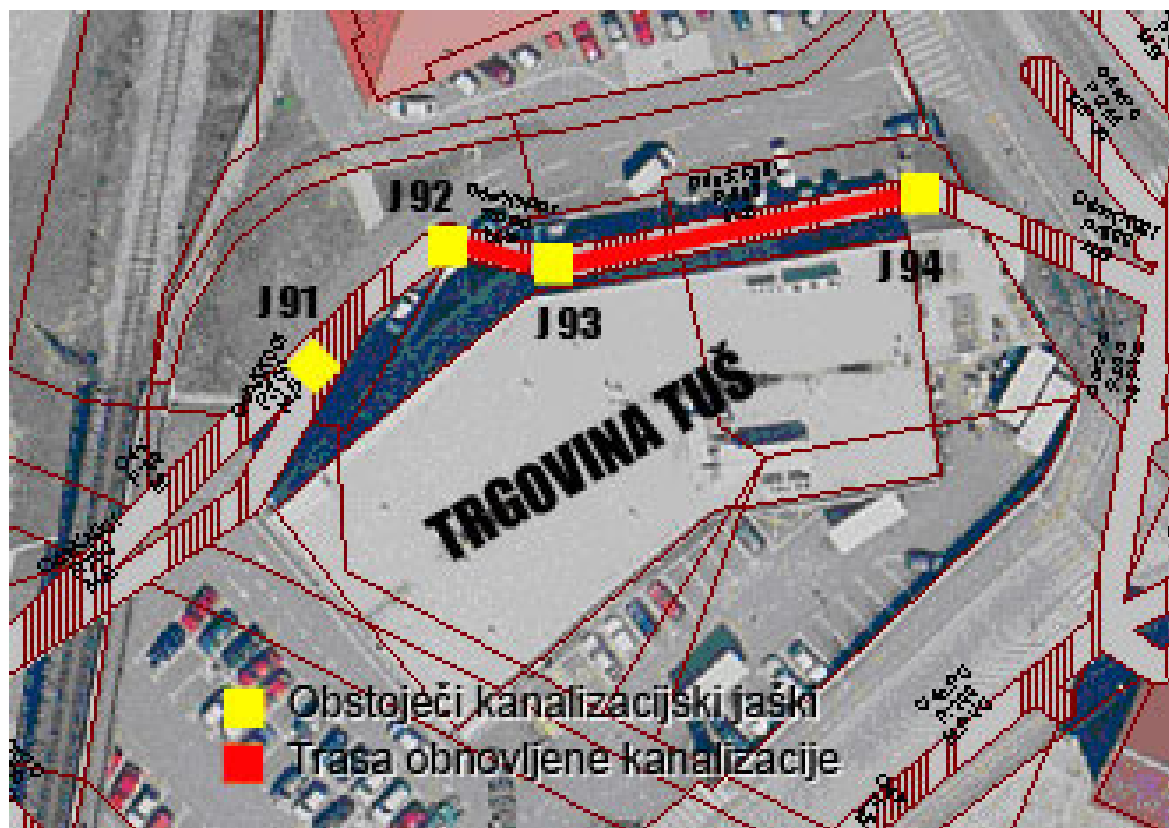
V občini Jesenice so do danes po sodobnih metodah sanirali le tri trase oziroma odseke kanalizacij.

#### **6.1.1 Potek trase kanalizacije in opis stanja pred obnovo**

Kanalizacija (odsek potreben obnove) poteka po lahko dostopnem terenu. Jaška št. 091 in št. 092 sta na dostopni cesti, jaška št. 093 in št. 094 pa se nahajata v objektu (skladiščni prostori trgovine) pod povozno ploščo (kota povozne plošče je cca. 4,0 m nad koto pokrova kanalizacijskih jaškov št. 093 in št. 094). Na območju, kjer poteka omenjena kanalizacijska trasa je bil leta 2004 zgrajen trgovski center TUŠ.

Eden od pogojev za izdajo soglasja k uporabnemu dovoljenju javnega podjetja JEKO – IN d.o.o. – sektor Komunala je bil obnova trase kanalizacije v območju objekta trgovskega centra.

Pogoj javnega podjetja je bila obnova brez gradbenega posega.



**Slika 62:** Kataster komunalne infrastrukture – označen je odsek kanalizacije potreben obnove

### 6.1.2 Predhodna analiza stanja in rešitve

#### *Sodobna metoda – metoda z uvlačenjem po licenci FOREVER PIPE*

Glavni investitor gradnje trgovskega centra je celoten postopek v zvezi z obnovo predal javnemu komunalnemu podjetju JEKO-IN d.o.o..

### ***Postopek izvedbe sanacije***

#### ***Razpis za oddajo del***

Izveden je bil razpis za izvedbo sanacije odseka kanalizacije po dveh variantah:

##### **VARIANTA 1:**

od jaška št. 092 do št. 094 – v skupni dolžini 49,0 m<sup>1</sup>, premera 800 mm

##### **VARIANTA 2:**

od jaška št. 091 do št. 094 – v skupni dolžini 56,6 m<sup>1</sup>, premera 800 mm.

Hkrati z razpisom za oddajo del je bila na občini Jesenice pridobljena ustrezna lokacijska informacija za izvedbo sanacije.

#### ***Ponudba***

Eden od potencialnih izvajalcev izvedbe sanacije – CEVOVODI d.o.o. iz Ljubljane je podal ponudbo za kompletno izvedbo del do zaključene funkcionalne celote, ki je znašala 373,32 €/m<sup>1</sup> (89.461,50 SIT/m<sup>1</sup>).

#### ***Pristop k izvedbi***

Predhodno je bil izdelan pregled stanja cevovoda s pomočjo TV kamere in na podlagi tega pregleda je bilo izdano poročilo z vsemi specifikacijami predmetnega cevovoda. Opisano je bilo tudi stanje cevovoda, ki je bil korodiran (razpokan) in netesen (stiki med posameznimi betonskimi cevmi so bili netesni).

Sanacija se je izvajala po metodi relining z uvlačenjem imregniranega vložka – EVERPIPE. Kompletan postopek sanacije je bil zaključen v 12 urah.

Izdelano je bilo končno poročilo o pregledu s TV kamero in sestavljen ter podpisan primopredajni zapisnik o prevzemu izvedenih del.



Vičič Rudolf s.p.  
Zarečica 25  
6250 Ilirska Bistrica  
tel/fax: 05/714-66-79, GSM: 041/519-522

Datum: 22.04.2004

Naročnik:  
CEVOVODI d.o.o. Ljubljana  
Kersnikova 2  
1000 Ljubljana

## Poročilo / protokol TV - opazovanja

**Matična lista podatkov:** glavni zbiralnik - Jesenice

<b>Številka poročila:</b>	1	<b>Referent:</b>	Vičič Damijan
<b>Mesto/občina:</b>	Jesenice	<b>Delovno mesto:</b>	Jesenice
<b>Način preiskave:</b>	kanal tv pregled	<b>Katastrski načrt:</b>	Mešana kanalizacija Jesenice
<b>Smer preiskave:</b>	v smeri toka vode	<b>Temperatura:</b>	12°C
<b>Vreme:</b>	sončno		

**Videoposnetek:**

**Start video:**

**Stop video:**

**Od jaška:** Jašek F1  
**Vrsta jaška:** Kvadraten jašek  
**Gradivo jaška:** Betonski, preseka 1500mm

**Dolžina:** 49,00m  
**Širina:** 800 mm  
**Globina:** 5,50 m

**Do jaška:** Jašek F3  
**Vrsta jaška:** kvadraten jašek  
**Gradivo jaška:** Beton, preseka 1500mm

**Dolžina:** 49,00m  
**Širina:** 800 mm  
**Globina:** 4,00 m

**Vrsta kanala:** Mešana kanalizacija

**Gradivo cevi:** Beton  
**Notranja zaščita:** Po sanaciji je notranja zaščita - EVERPIPE  
**Dolžina cevi:** 49,00 m

**Premer cevi:** DN 800

**Celotna dolžina preiskovane cevi:** 49,00 m

**Stopnja okvare:** Pred vnosom kanal korodiran, netesen.

**Komentar:** 0.00 m začetek snemanja.  
49,00 m prekinitev snemanja.

**Opazovanje:** Po vnosu posebne mase Everpipe je cevni vod saniran, čist in ni poškodovan.  
Priloga TV – videoposnetek opazovanja

**Slika 63:** Poročilo pregleda s TV kamero po izvedbi sanacije

### **STROŠEK OBNOVE – izračun direktnih stroškov in prodajne cene sanacije kolektorja premera 80 cm ob rondoju na Jesenicah**

Specifikacija vseh stroškov:

Prevoz materiala Poviglio – Jesenice	261.800,00 SIT	1.092,47€
Delo ekipe Cevovodi	285.600,00 SIT	1.191,79€
Kurilno olje	95.200,00 SIT	397,26€
Čiščenje	178.500,00 SIT	744,87€
TV posnetek ( 2x )	104.800,00 SIT	437,32€
By-pass	136.600,00 SIT	570,02€
PVC folija – preliner	55.200,00 SIT	230,35€
Jalovina ( stolp, kljuka )	182.200,00 SIT	760,31€
Material – impregniran vložek	2.263.000,00 SIT	9.443,33€
Zavarovanje projekta	21.100,00 SIT	88,05€
Bančni stroški	35.000,00 SIT	146,05€
<b>Skupaj</b>	<b>3.619.000,00 SIT</b>	<b>15.101,82€</b>
Splošni stroški 12 % ( vključena tudi amortizacija opreme )	434.280,00 SIT	1.812,22€
<b>Skupaj splošni in direktni stroški</b>	<b>4.053.280,00 SIT</b>	<b>16.914,04€</b>
Dobiček 3%	121.598,40 SIT	507,42€
<b>Prodajna cena brez licence</b>	<b>4.174.878,40 SIT</b>	<b>17.421,46€</b>
Licenčina za lastnika patenta S3 Soncini 5%	208.743,92 SIT	871,07€
<b>Prodajna cena</b>	<b>4.383.622,32 SIT</b>	<b>18.292,53€</b>

### ***Klasična metoda***

#### ***Postopek izvedbe sanacije***

##### ***Razpis za oddajo del***

Prav tako kot pri sodobni metodi bi bilo potrebno izvesti razpis, v prvi fazi za izdelavo projekta za izvedbo – PZI, v drugi fazi pa za samo izvedbo.

Kot predpostavka smo upoštevali, da gradbeno dovoljenje za sanacijo ni potrebno, saj je bila sanacija že predmet projektnih pogojev s strani javnega komunalnega podjetja podani že pri pridobivanju gradbenega dovoljenja za sam objekt. Zato stroški za postopek pridobivanja gradbenega dovoljenja odpadejo.

##### ***Ponudba***

Izdelana je ponudba lokalnega izvajalca del, s cenami časovno prilagojenimi, ko se je izvajala sanacija po sodobni metodi, to je mesec april 2004 (glej prilogo A).

##### ***Pristop k izvedbi***

Predhodno naj bi bil izdelan pregled stanja cevovoda s pomočjo TV kamere, da bi ugotovili obseg poškodb. Na podlagi posnetka in predizmer na terenu bi bil izdelan projekt za izvedbo – PID.

Naslednji korak bi bila zakoličba, ureditev gradbišča in pričetek del na trasi z izkopi ter vsemi potrebnimi zavarovanji gradbene jame zaradi velike globine izkopa ter polaganjem cevi in postavitvijo novih jaškov.

Celoten obseg del je opisan v ponudbenem popisu del, ki obsega preddela, pripravljalna in rušitvena dela, zemeljska dela, montažna in zaključna dela (glej prilogo A).

##### ***Strošek obnove***

Predpostavimo, da končni obračun ne odstopa od predračuna, tako da obnova po klasični metodi znaša 7.439.805,00 SIT ali 31.045,75 €.

Ker v jeseniški občini ni bilo izvedenih veliko sanacij po sodobnih metodah ni bilo možno izdelati primerjalne analize stroškov, kdaj je obnova po "relining" postopku ekonomsko upravičena.

V letu 1999 pa so bile v javnem komunalnem podjetju v Kranju izdelane analize, ki so pokazale, da je "relining" postopek opravičen vedno, ko kanal preseže globino 2,5 m. Ker v oceni stroškov po klasičnem postopku niso bile upoštevane eventuelne odškodnine in dodatna nepredvidena dela, ki se od primera do primera zelo razlikujejo in se lahko določijo šele po zaključku del, se izkaže, da je "relining" postopek upravičeno izvajati tudi pri kanalih, katerih globina je manjša od 2,0 m.

**Preglednica 11:** Primerjava stroškov obnove po sodobni in klasični metodi – primer 1

<i>Način obnove</i>	<i>Strošek obnove</i>	<i>Strošek obnove/m<sup>1</sup></i>
<b>Sodobna metoda - "relining"</b>	18.292,53 € (4.383.622,00 SIT)	373,31 € (89.461,00 SIT)
<b>Klasična metoda</b>	31.045,75 € (7.439.805,00 SIT)	633,58 € (151.832,00 SIT)

Primerjava stroškov obnove po sodobni in klasični metodi nam je pokazala, da je sodobna metoda ekonomsko upravičena.

Če bi upoštevali še dodatne stroške, ki bi nastali pri izvedbi sanacije po klasični metodi, (dodatno usklajevanje z distributerji ostalih infrastruktur, nadzor nad izvedbo in tudi dolgotrajnejša izvedba same sanacije) bi bili stroški še večji.

## 6.2 PRIMER 2 – Obnova kanalizacijske trase v Ajdovščini

### 6.2.1 Potek trase in opis stanja pred obnovo

Postopek obnove kanalizacijske trase v dolžini 55 m<sup>1</sup> so izvajali 28.03.2007 in sicer v Vipavskem naselju (ulica Gradišče 38) v Ajdovščina. Kanalizacija v tem naselju je javna in je bila zgrajena v istem času, ko so se gradili stanovanjski objekti. Zgrajena je bila v lastni režiji lastnikov zemljišč in je dobila javni značaj z občinskim odlokom, ki pravi, da je kanalizacija javna, ko je nanjo priključenih več kot pet uporabnikov. S prenosom lastništva pa so občine prevzele tudi vse posledice nekvalitetne gradnje.

Vzrok za sanacijo trase kanalizacije je v tem, da je obstoječa kanalizacija, ki je izvedena iz betonskih cevi s premerom 250 mm, netesna. Odpadna voda skozi netesne fuge pronica in zamaka v nižje ležečo stanovanjsko hišo. Ker pa trasa kanalizacije poteka čez parcelo, kjer se nahaja njiva in sadovnjak, lastnik te parcele pa ne dovoli prekopa. Poleg tega je napaka tudi v revizijskem vstopnem jašku, kjer je nivo betonske mulde previsok in odpadna voda z gostejšimi delci v tem delu zastaja.



**Slika 64:** Trasa kanalizacije v naravi (izstopni jašek)

## 6.2.2 Predhodna analiza stanja in rešitve

### *Sodobna metoda – metoda z uvlačenjem po licenci FOREVER PIPE*

Zaradi grožnje s pravnim postopkom ob nesoglasju za prekop parcel, je bila edina rešitev izvedbe sanacije kanalizacijske trase obnova po sodobnem postopku z uvlačenjem impregniranega vložka EVERPIPE s presekom 250 mm.

### *Postopek izvedbe sanacije*

Vsi predhodni postopki za izvedbo sanacije (razpis, zbiranje ponudb, primerjave, izbor najugodnejšega ponudnika ter sklenitev pogodbe) so bili izvedeni v skladu s Pravilnikom za oddajo naročil malih vrednosti. Najugodnejši ponudnik je bilo podjetje CEVOVODI d.o.o. iz Ljubljane, ki izvaja sanacije po licenci FOREVER PIPE.

### *Pristop k izvedbi*

Predhodno je bil izdelan posnetek s TV kamero. Pregled je izvedlo Komunalno podjetje Ajdovščina. Iz posnetka je bilo razvidno, da so stiki med betonskimi cevmi razmaknjeni in zato netesni, kar je bil glavni vzrok za zamakanje v nižje ležečo stanovanjsko hišo.

En dan prej je bil postavljen vodni stolp višine 5,30 m od dna izstopnega jaška.



**Slika 65:** Vodni stolp s spremljajočimi transportnimi vozili

Globina vstopnega jaška na cesti je 1,10 m, izstopnega na parceli pa 1,70 m. Vsi dotoki v vstopni in izstopni jašek so bili zaprti z zračnim balonom.



**Slika 66:** Impregnirani vložek v vstopnem jašku

Impregnirani vložek je tip EVER PIPE s premerom 250 mm in so ga od proizvajalca v Italiji pripeljali en dan prej v boksu z ledom, zato da se impregnirana smola ne začne zaradi reakcije strjevati. Tkanina vložka je iz materiala, ki ga izdelujejo v podjetju FILC Mengeš, impregnacijska poliesterska smola pa je iz podjetja Helios Domžale.



**Slika 67:** Impregnirani vložek je v času transporta shranjen v boksu z ledom

Impregnirani vložek je bil s pomočjo hidrostatičnega tlaka (dotok vode je bil speljan iz hidrantnega omrežja) vgrajen v obstoječo betonsko cev s premerom 250 mm v dveh urah.



**Slika 68:** Vstop impregniranega vložka v izstopnem jašku na parceli

Po vgradnji impregniranega vložka je sledila faza polimerizacije s segrevanjem vode, ki je trajala štiri ure. Faza polimerizacije je odvisna od prisotnosti vlage oziroma vode v obstoječi cevi.

Debelina obloge po končanem postopku je 6 mm.

Pogoj za izvedbo polimerizacije je vzpostavitev zaprtega sistema, ki je enak kot pri sistemu centralnega ogrevanja. Voda se segreva v kotlu, ki je nameščen v transportnem vozilu. V njem je nameščena tudi komandna kabina iz katere se nadzoruje proces segrevanja do uspešnega zaključka.





**Slika 69:** Notranjost transportnega vozila s kotlom



**Slika 70:** Notranjost komandne kabine, v kateri nadzorujejo postopek polimerizacije

### **STROŠEK OBNOVE – izračun direktnih stroškov in prodajne cene sanacije kanalizacije s premerom 25 cm – Ajdovščina**

Specifikacija vseh stroškov:

Prevoz materiala Poviglio – Jesenice	650,0 €
Delo ekipe Cevovodi	618,0 €
Kurilno olje	506,0 €
Jalovina ( stolp, kljuka )	500,0 €
Material – impregniran vložek	5.310,0 €
Zavarovanje projekta	106,0 €
Bančni stroški	160,0 €
<hr/>	
Skupaj	7.850,0 €
Splošni stroški 12 % ( vključena tudi amortizacija opreme )	942,0 €
<b>Skupaj splošni in direktni stroški</b>	<b>8.792,0 €</b>
Dobiček 3%	263,0 €
<b>Prodajna cena brez licence</b>	<b>9.055,0 €</b>
Licenčnina za lastnika patenta S3 Soncini 5%	452,0 €
<b>Prodajna cena</b>	<b>9.507,0 €</b>

#### ***Klasična metoda***

#### ***Postopek izvedbe sanacije***

#### ***Ponudba***

Izdelana je ponudba istega izvajalca del kot v primeru 1 s trenutno veljavnimi cenami. Upoštevani sta predpostavki, da je bil predhodni posnetek s TV kamero in čiščenje kanala izveden v režiji Komunalnega podjetja Ajdovščina ter da za sanacijo kanalizacijske trase v dolžini 55 m<sup>1</sup> ni potrebno pridobiti gradbenega dovoljenja, temveč samo lokacijsko informacijo. V predračunu tudi ni upoštevana odškodnina za prekop parcele (glej prilogo B).

### ***Pristop k izvedbi***

Sama izvedba po klasični metodi bi bila v tem primeru zelo enostavna. Predhodno bi se zakoličila trasa in postavila bi se dva gradbena profila. Nadaljevali bi z zemeljskimi in montažnimi deli ter za zaključek še z zaključnimi deli. Dela bi se v tem primeru izvajala tri do štiri dni do popolne celote in popolne ureditve vseh površin.

### ***Strošek obnove***

Predpostavimo, da končni obračun ne odstopa od predračuna tako, da obnova po klasični metodi znaša 5.890,48 €.

**Preglednica 12:** Primerjava stroškov obnove po sodobni in klasični metodi – primer 2

<i>Način obnove</i>	<i>Strošek obnove</i>	<i>Strošek obnove/m<sup>1</sup></i>
<b>Sodobna metoda - relining</b>	9.507,00 €	172,85 €
<b>Klasična metoda</b>	5.890,48 €	107,09 €

Primerjava stroškov obnove po sodobni in klasični metodi nam je v tem primeru pokazala, da je klasična metoda stroškovno ugodnejša. Vendar ob upoštevanju drugih dejavnikov (pravda, odškodnine) druge metode sanacije kanalizacijskega kanal ni bilo mogoče izvesti.

## 7.0 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi predstavljeni sodobni postopki obnove kanalizacijskih sistemov so se izkazali za zelo praktičen način obnove podzemnih cevovodov, saj vrtovi, trate, zgradbe ostanejo nedotaknjene, material za saniranje pa je tako rekoč večern. Vendar preskok k praktičnemu načinu dela naročniki potrebujejo kar nekaj časa, saj na odločitev o sistemu oziroma načinu sanacije podzemnih vodov odločajo različni dejavniki, na žalost pa največkrat cena. Zato se sodobni postopki obnove kanalizacijskih sistemov na našem trgu uveljavljajo postopoma, vendar po podatkih domačih izvajalcev sanacij z naraščajočim trendom.

Na področju sanacij po sodobnih metodah so pomembne predvsem izkušnje, strokovno usposobljeni ljudje ter dobra tehnična opremljenost, ki omogoča brezhibno izvedbo postopkov. Domači izvajalci so si izkušnje nabirali v tujini. Najbolj primerna postopka za saniranje podzemnih cevovodov daljših odsekov (linijska sanacija), ki jih izvajajo domača podjetja po licencah tujih podjetij so sanacija z impregniranim vložkom - "relining" ali metoda "cev v cevi" in uvlačenje nove cevi istega ali večjega preseka – metoda "splitting". Vsaka metoda pa zahteva predhodno preučitev dejanskega stanja. To pomeni, da je potreben posnetek podzemnega cevovoda s pomočjo daljinsko vodene TV kamere, kar nam pokaže obseg, lokacijo ter vrsto poškodb. To je osnova, ki daje smernice kako in predvsem s koliko stroški lahko obnovimo poškodovan odsek kanalizacije.

V diplomski nalogi sem obravnavala dva primera in sicer na Jesenicah in v Ajdovščini. V obeh primerih se je sanacija poškodovanega odseka kanalizacije izvajala po metodi "relining" oziroma z uvlačenjem impregniranega vložka. Podatke o stroških izvedbe sanacije po sodobni metodi sem dobila pri izvajalcu sanacije. Izdelala sem primerjalno analizo stroškov in sicer izvedba sanacije kanalizacijskega odseka po sodobni in klasični metodi. Primerjava je pokazala, da je višina stroškov obnove od primera do primera različna. Zato je potrebna obvezna predhodna določitev najugodnejšega načina obnove. Lahko se izkaže, da je ekonomsko najugodnejša metoda sanacije v obravnavanem primeru neizvedljiva zaradi dejavnikov, ki

onemogočajo tako izvedbo. V primeru 1 na Jesenicah je primerjalna analiza pokazala ekonomsko najugodnejšo izvedbo sanacije kanalizacijskega odseka z uvlačenjem cevi – s sodobno metodo. Klasična metoda bi zahtevala prevelik poseg v prostor, zaradi velike globine vkopanega kanala. V primeru 2 v Ajdovščini pa je analiza pokazala, da bi bila ekonomsko ugodnejša izvedba po klasični metodi. Upravljalci javne kanalizacijske mreže v Ajdovščini so preučili dejansko stanje ter na podlagi upoštevanja glavnega dejavnika (nesoglasje lastnika parcele, po kateri poteka kanalizacijski odsek) kot najprimernejšo rešitev izbralo izvedbo sanacije po sodobni metodi – metodi "relining" (sanacija z impregniranim vložkom).

## VIRI

Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije: str.110, 111, 184 – 211.

Obnova kanalizacije po postopku relining ( prevlačenje cevi ). 1999. Kranj, Komunala Kranj: 7 str.

Strukturna obnova podzemnih cevovodov. 2006. Ljubljana, CEVOVODI d.o.o.: 10 str.

Polak, G. 2006. Gradnje Polak - kratka predstavitev dejavnosti. Šentjur, Gradnje Polak Gabrijel Polak s.p. : 45 str.

Gradič, Z. 2002. Sodobni betonski kanalizacijski sistemi. Gradbenik 6: str. 16,17.

Mandič, M. 2002 Cevovodi d.o.o.: Naročniki bolj zaupajo domačemu izvajalcu. Gradbenik 6: str. 22, 23.

Berdajs, A., Bertoncelj, J., Gruden, T., Murn, Z., Musi, A., Paulik, B., Slokan, I., Štembelj – Capuder, M., Zorman, F., Žitnik, D., Žitnik, J. 1998. Gradbeniški priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: str. 453 – 482.

Markič, T., Bajželj, B. 2006. Odvajanje in čiščenje odpadnih voda. Kranj, EDC Kranj – višja strokovna šola: 60 str.

Pravilnik ATV - Delovni list A 147. 1993. Naloge intervali – delovna kopija samo za interno uporabo : 12 str.

Janeček, E. 2000. Program kontrole ( cevi, jaški, nastavki jaškov, cevovodi ) . Celje, NIVO d.d.: 27 str.

Slovensko tehnično soglasje STS – 06/034. 2006. PE dvoslojne cevi s strukturirano steno. Ljubljana, ZAG Ljubljana: 17 str.

Slovensko tehnično soglasje STS – 06/044. 2006. PVC cevi s homogeno steno. Ljubljana, ZAG Ljubljana: 16 str.

Predstavitev podjetja Gradnje Polak Gabrijel Polak s.p. Šentjur (<http://gradnje-polak.com>; 9.1.2007).

Predstavitev podjetja Vilkoograd d.o.o. Šentjur (<http://vilkograd.com> 9.1.2007).

Predstavitev točkovne sanacije kanalizacijskih cevi (<http://quick-lock.de>;11.2.2007).

Predstavitev sodobne metode sanacije kanalizacijskih cevi po licenci FOREVERPIPE (<http://S3.soncini.it>; 24.2.2007).

Predstavitev postopka sanacije kanalizacijskih cevi po metodi "Trolining" (<http://trolining.de>; 24.1.2007).

Predstavitev postopka sanacije kanalizacijskih cevi z nanosom specialne cementne malte ter obdelava priključkov v kanalizacijsko cev (<http://rohrsanierung-online.de>; 24.1.2007).

Predstavitev postopka sanacije kanalizacijskih cevi po metodi "Flexoren" (<http://www.arg.at./leistungen/kanalsanierung/Flexoren>; 24.1.2007).

Pregled standardov – Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalnih odpadnih in padavinskih voda (UL RS št.105/200: str.7; <http://www.mop.gov.si> ; 11.2.2007)

**PRILOGA A: Predračun – obnova kanalizacijske trase v občini Jesenice po klasični metodi**

<i>Št.</i>	<i>Opis dela</i>	<i>EM</i>	<i>Količina</i>	<i>C/EM</i>	<i>Skupaj</i>
	<b>SKUPNA REKAPITULACIJA</b>				
	:				
<b>I.</b>	<b>PREDEDELA</b>				252.400,00
<b>II.</b>	<b>PRIPRAVLJALNA IN RUŠITVENA DELA</b>				1.247.200,00
<b>III.</b>	<b>ZEMELJSKA DELA</b>				3.418.455,00
<b>IV.</b>	<b>MONTAŽNA DELA</b>				2.331.750,00
<b>V.</b>	<b>ZAKLJUČNA DELA</b>				190.000,00
	<b>SKUPAJ VREDNOST DEL :</b>				<b>7.439.805,00</b>

<b>I. PREDEDELA</b>					
<b>1.</b>	Posnetek s TV kamero	kos	1,0	52.400,00	52.400,00
<b>2.</b>	Izdelava projektne dokumentacije - PZI	kpl	1,0	200.000,00	200.000,00
	<b>PREDEDELA – skupaj :</b>				<b>252.400,00</b>

<b>II. PRIPRAVLJALNA IN RUŠITVENA DELA</b>					
<b>1.</b>	Organizacija gradbišča	kpl	1,0	80.000,00	80.000,00
<b>2.</b>	Ograditev gradbišča in začasne deponije	m <sup>1</sup>	350,0	1.500,00	525.000,00
<b>3.</b>	Preusmeritev odpadnih vod v času gradnje (v trajanju cca. 14 dni) s prečrpavanjem na razdalji do 50 m	kpl	1,0	280.000,00	280.000,00

se nadaljuje



4.	Zakoličba trase	m <sup>1</sup>	49,0	350,00	17.150,00
5.	Postavitev vertikalnih gradbenih profilov	kos	3,0	15.000,00	45.000,00
6.	Rušenje obstoječih betonskih jaškov preseka 150 cm z nakladanjem in odvozom ruševin v gradbeno deponijo na razdalji do 15 km				
	* do 4,0 m globine	kos	2,0	55.000,00	110.000,00
	* nad 4,0 m globine	kos	1,0	70.000,00	70.000,00
7.	Rušenje obstoječih betonskih cevi premera 800 mm z nakladanjem in odvozom ruševin v gradbeno deponijo na razdalji do 15 km	m <sup>1</sup>	49,0	2.450,00	120.050,00
	<b>PREDDELA IN RUŠITVENA DELA – skupaj :</b>				<b>1.247.200,00</b>

<b>III. ZEMELJSKA DELA</b>					
1.	Kombinirani izkop kanala v terenu IV.kat. z nakladanjem in odvozom materiala v začasno gradbeno deponijo na razdalji do 500 m	m <sup>3</sup>	817,0	680,00	555.560,00
2.	Ročni izkop med ovirami – pod temeljem betonskega opornega zidu s prenosom materiala 3,0 m horizontalno in 4,0 m vertikalno ter deponiranje na gradbišču	m <sup>3</sup>	48,0	8.800,00	422.400,00
3.	Planiranje dna kanala v naklonu s točnostjo +- 1 cm	m <sup>2</sup>	73,5	350,00	25.725,00

se nadaljuje

4.	Izvedba opaženja izkopa v delovni globini nad 2,0 m	m <sup>2</sup>	294,0	2.500,00	735.000,00
5.	Podpiranje temelja opornega zidu v fazi izkopa	kpl	1,0	150.000,00	150.000,00
6.	Izvedba delne obbetonaže betonskih cevi z betonom MB 20 po detajlu dobavitelja cevi – poraba betona do 0,40 m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	m <sup>1</sup>	49,0	9.200,00	450.800,00
7.	Zasip kanala in gradbenih jam z izkopanim materialom s sprotnim utrjevanjem v plasteh po 30 cm ter prevozom materiala iz začasne deponije na razdalji 500 m	m <sup>3</sup>	620,0	890,00	551.800,00
8.	Izdelava tamponske posteljice iz gramoza debeline 40 cm – na prekopanih površinah (v skladišču trgovine za izdelavo podložnega betona in na dovozni poti za izdelavo povozne asfaltne površine)	m <sup>3</sup>	78,4	3.800,00	297.920,00
9.	Utrjevanje in valjanje tamponskega nasutja	m <sup>2</sup>	250,0	280,00	70.000,00
10.	Nakladanje in odvoz odvečnega materiala na stalno gradbeno deponijo na razdalji do 15 km skupaj z razplaniranjem materiala	m <sup>3</sup>	245,0	650,00	159.250,00
	<b>ZEMELJSKA DELA – skupaj :</b>				<b>3.418.455,00</b>

se nadaljuje

<b>IV. MONTAŽNA DELA</b>					
1.	Dobava in polaganje novih betonskih cevi s premerom 800mm – cevi so na stikih tesnjene z gumi tesnilom	m <sup>1</sup>	49,0	28.750,00	1.408.750,00
2.	Dobava in montaža montažnega betonskega jaška s premerom 1500 mm skupaj z AB krovno ploščo velikosti 200/200 cm in vgrajenim LTŽ pokrovom vel. 600/600 mm – povezen nosilnosti 40 t				
	* globina jaška 4,0 m	kos	2,0	262.800,00	525.600,00
	* globina jaška 5,50 m	kos	1,0	361.400,00	361.400,00
3.	Obdelava priklopa novih jaškov na obstoječo kanalizacijo	kos	2,0	18.000,00	36.000,00
	<b>MONTAŽNA DELA – skupaj :</b>				<b>2.331.750,00</b>

<b>V. ZAKLJUČNA DELA</b>					
1.	Čiščenje gradbišča po končanih delih	kpl	1,0	80.000,00	80.000,00
2.	Izvedba preizkusa vodotesnosti	kpl	1,0	50.000,00	50.000,00
3.	Izvedba projekta PID	kpl	1,0	60.000,00	60.000,00
	<b>ZAKLJUČNA DELA – skupaj :</b>				<b>190.000,00</b>

**PRILOGA B: Predračun – obnova kanalizacijske trase v občini Ajdovščina po klasični metodi**

Št.	Opis dela	EM	Količina	C/EM	Skupaj
	<b>SKUPNA REKAPITULACIJA :</b>				
II.	PRIPRAVLJALNA IN RUŠITVENA DELA				1.306,5 €
III.	ZEMELJSKA DELA				1.662,73 €
IV.	MONTAŽNA DELA				2.601,25 €
V.	ZAKLJUČNA DELA				320,0 €
	<b>SKUPAJ VREDNOST DEL :</b>				<b>5.890,48 €</b>

<b>I. PRIPRAVLJALNA IN RUŠITVENA DELA</b>					
1.	Organizacija gradbišča z minimalno ograditvijo v območju lokalne ceste	kpl	1,0	200,0 €	200,0 €
2.	Zakoličba trase	m <sup>1</sup>	55,0	2,0 €	110,0 €
3.	Postavitev vertikalnih gradbenih profilov	kos	2,0	43,7 €	87,4 €
4.	Razrez in odstranitev asfalta skupaj s tamponskim slojem v debelini 30 cm, nakladanje in odvoz ruševin v gradbeno deponijo skupaj z vzpostavitvijo v prvotno stanje po končanih delih	m <sup>2</sup>	2,0	83,3 €	166,6 €

se nadaljuje

7.	Rušenje obstoječih betonskih cevi premera 800 mm z nakladanjem in odvozom ruševin v gradbeno deponijo na razdalji do 15 km	m <sup>1</sup>	55,0	13,5 €	742,5 €
	<b>PREDELA IN RUŠITVENA DELA – skupaj :</b>				<b>1.306,5 €</b>

<b>III. ZEMELJSKA DELA</b>					
1.	Odriv humusa v debelini 30 cm z odlaganjem v bližini izkopa na razdalji do 30 m	m <sup>3</sup>	19,8	4,6 €	91,08 €
1.	Kombinirani izkop kanala v terenu III.kat. z nakladanjem in odvozom materiala v začasno gradbeno deponijo na razdalji do 500 m	m <sup>3</sup>	61,6	9,4 €	579,04 €
2.	Ročni izkop med ovirami – pod betonskim in kamnitim opornim zidom ( mejni zidovi parcel višine do 1,50 m ) z deponiranjem materiala ob robu izkopa	m <sup>3</sup>	3,0	62,5 €	187,5 €
3.	Planiranje dna kanala v naklonu s točnostjo +/- 1 cm	m <sup>2</sup>	33,0	1,45 €	47,85 €
7.	Zasip kanala z izkopanim materialom s sprotnim utrjevanjem v plasteh po 30 cm ter prevozom materiala iz začasne deponije na razdalji 500 m	m <sup>3</sup>	51,7	6,04 €	312,27 €
8.	Razplaniranje humusa ( grobo + fino ) v debelini 30 cm s transportom do 30 m	m <sup>3</sup>	19,8	18,75 €	371,25 €

se nadaljuje

10.	Nakladanje in odvoz odvečnega materiala na stalno gradbeno deponijo na razdalji do 15 km skupaj z razplaniranjem materiala	m <sup>3</sup>	16,1	4,58 €	73,74 €
<b>ZEMELJSKA DELA – skupaj :</b>					<b>1.662,73 €</b>

<b>IV. MONTAŽNA DELA</b>					
1.	Dobava in polaganje PVC cevi premera 250 mm skupaj z delno obbetonažo	m <sup>1</sup>	55,0	42,75 €	2.351,25 €
2.	Sanacija notranjosti revizijskih jaškov ( vstopni in izstopni ) – premaz sten in dna s sanirno malto MAPEI s predhodno ureditvijo ( znižanjem ) betonske mulde	kpl	1,0	62,5 €	125,0 €
3.	Izvedba priklopa nove PVC cevi v obstoječi jašek skupaj s končno obdelavo	kos	2,0	62,5 €	125,0 €
<b>MONTAŽNA DELA – skupaj :</b>					<b>2.601,25 €</b>

<b>V. ZAKLJUČNA DELA</b>					
2.	Čiščenje gradbišča po končanih delih	kpl	1,0	170,0 €	170,0 €
3.	Izvedba preizkusa vodotesnosti	kpl	1,0	150,0 €	150,0 €
<b>ZAKLJUČNA DELA – skupaj :</b>					<b>320,0 €</b>