

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,
Prometnotehnična smer

Kandidat:

Zoran Ofak

Tehnična, tehnološka in cenovna primerjava lastnosti in vgradnje kanalizacijskih cevi

Diplomska naloga št.: 337

Mentor:

izr. prof. dr. Jože Panjan

Ljubljana, 2. 6. 2009

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **OFAK ZORAN** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»TEHNIČNA, TEHNOLOŠKA IN CENOVNA PRIMERJAVA LASTNOSTI IN
VGRADNJE KANALIZACIJSKIH CEVI«**.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, maj 2009

podpis:

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Diplomsko nalogo so si ogledali profesorji iz hidrotehnične smeri:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	628.24 (043.2)
Avtor:	Ofak Zoran
Mentor:	izredni prof. dr. Jože Panjan
Naslov:	Tehnična, tehnološka in cenovna primerjava lastnosti in vgradnje kanalizacijskih cevi
Obseg in oprema:	109 str., 55 slik, 28 preglednic, 3 grafikoni in 7 prilog
Ključne besede:	Kanalizacija, kanalizacijski sistemi, kanalizacijske cevi, kanalizacijski jaški, dimenzioniranje cevi

Izvleček:

Naloga obravnava kanalizacijske cevi, ki se največ uporabljajo pri gradnji kanalizacijskih sistemov pri nas in v tujini. Predstavljeni so osnovni pojmi, materiali, kateri se sedaj največ uporabljajo za izdelavo cevi in jaškov, tehnologija izvedbe cevi, lastnosti cevi, primerjave med različnimi materiali, postopki izdelave, skladiščenja in vgradnje cevi.

Zbrani so tudi cenovni rezultati petih gradbišč iz leta 2008, na katerih smo vgrajevali kanalizacijske cevi in jaške iz različnih materialov. Prikazane so aproksimativne cene nabavnih kanalizacijskih cevi, ki so sedaj na tržišču.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 628.24 (043.2)
Author: Ofak Zoran
Supervisor: Assoc. prof. dr. Jože Panjan
Title: Technical, technological and price comparison of properties and installation of sewage pipes
Notes: 109 pages, 55 images, 28 tables, 3 charts and 7 supplements
Key words: sewage, sewage systems, sewage pipes, sewage shafts, dimensioning pipes

Abstract:

The bachelor's degree analyzes sewage pipes that are mostly used in construction of sewage systems in Slovenia and abroad. Represented are the basic concepts and materials, which are now mostly used for pipe and shaft production, implementation pipe technology, properties of pipes, comparison between different materials, manufacturing process, storage and installation of pipes.

Gathered are also the price results of five construction sites from the year 2008, on which we installed sewage pipes and shafts of different materials. Displayed are approximation prices of acquisition of sewage pipes, which are now on the market.

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorjuizr. prof. dr. Jožetu Panjanu, u.d.i.g.

Zahvalil bi se tudi svojemu dekletu in staršem za vzpodbudo in pomoč med študijem.

KAZALO

1	UVOD	1
2	OPIS ZGODOVINE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV IN ZAKONODAJA	2
2.1	Zgodovinski razvoj	2
2.2	Zakonodaja	4
2.2.1	Zakon o graditvi objektov	4
2.2.2	Zakon o varstvu okolja	6
2.2.3	Zakon o vodah	7
2.2.4	Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode	7
2.2.5	Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda	8
3	KANALIZACIJSKI SISTEMI IN NJIHOV POMEN	10
3.1	Viri kanalizacijskih voda	10
3.1.1	Odpadne vode	11
3.1.2	Tuje vode	13
3.1.3	Padavinske (meteorne) vode	13
3.2	Fazna izvedba kanalizacije s čistilno napravo	13
3.3	Kanalizacijski sistemi	14
3.3.1	Mešani kanalizacijski sistem	14
3.3.2	Ločeni kanalizacijski sistem	16
3.4	Kanalizacijska mreža	17
3.4.1	Kanalizacijski priključki	19
3.4.2	Revizijski jaški	20
3.4.3	Kaskadni jaški	24
3.4.4	Cestni požiralniki in peskolovi	25
3.4.5	Razbremenilniki in zadrževalni bazeni	27

3.4.5.1 Izplakovanje zadrževalnih bazenov s pomočjo vodnega vala (Biogest – patent)	29
3.4.6 Črpališča	30
3.5 Osnovne, tehnične in tehnološke zahteve za cevne elemente	31
3.6 PVC cevi	32
3.6.1 Material	33
3.6.2 Proizvodnji program cevi iz PVC za kanalizacijo	34
3.6.3 Zagotavljanje kakovosti	36
3.6.4 Kemična odpornost	37
3.6.5 Transport in skladiščenje	39
3.6.6 Spajanje cevi s spojnimi kosi	40
3.7 Rebraste cevi iz PE-HD za kanalizacijo	41
3.7.1 Material	42
3.7.2 Proizvodnji program cevi iz PE-HD za kanalizacijo	43
3.7.3 Spajanje PE-HD cevi za kanalizacijo	44
3.7.3.1 Spajanje cevi s spojnimi kosi	44
3.7.3.2 Spajanje cevi s čelnim varjenjem	45
3.7.4 Zagotavljanje kakovosti	46
3.7.5 Kemična odpornost PE-HD cevi	48
3.7.6 Odpornost cevi iz PE-HD na obrabo	50
3.7.7 Transport in skladiščenje cevi	51
3.8 Rebraste in gladke cevi iz polipropilena (PP) za kanalizacijo	52
3.8.1 Cevni material	53
3.8.2 Odpornost cevi iz PP na obrabo	55
3.8.3 Kemična obstojnost	56
3.8.4 Ekstremna žilavost	57
3.8.5 Modul elastičnosti in togost cevi	58
3.8.6 Pretočnost	61
3.8.7 Temperaturne obremenitve	61
3.9 Betonske in armiranobetonske cevi	62
3.9.1 Armiranobetonska cev tip »NIVO«	64

3.9.2	Armiranobetonska cev z ravnim dnom tip »IGM Stavbar«	66
3.9.3	Prednosti in slabosti betonskih cevi	68
3.9.4	Skladiščenje in transport betonskih cevi	69
3.10	Poliestrške cevi	70
3.10.1	Lastnosti poliestrskih cevi	72
3.11	Cevi iz nodularne litine za kanalizacijo – duktilne cevi	73
3.11.1	Lastnosti duktilnih cevi	73
3.12	Keramične cevi za kanalizacijo	74
4	KRATEK OPIS DIMENZIONIRANJA CEVI	76
4.1	Dimenzioniranje cevi pri mešanem kanalizacijskem sistemu	77
5	POLAGANJE IN KONTROLA KANALOV TER NAPELJAV ZA ODPADNO VODO	80
5.1	Odprti gradbeni način	80
5.1.1	Priprava jarkov	80
5.1.2	Priprava posteljice	82
5.1.3	Montaža cevi	83
5.1.4	Zasipavanje jarkov	83
5.1.5	Nadzor gradnje	84
5.1.6	Preizkus tesnosti cevovoda in jaškov	85
5.2	Zaprte gradbeni način	88
5.3	Znižanje podtalnice	89
6	PRIMERJAVA KANALIZACIJSKIH CEVI MED SEBOJ	92
6.1	Primerjava betonskih in armiranobetonskih cevi s cevmi iz plastičnih mas (polietilen, polipropilen, poliester, za kanalizacijo)	92
6.1.1	Primerjava odpornosti	92
6.1.2	Hidravlične karakteristike	93
6.1.3	Pogoji montaže	94
6.1.4	Vzdrževanje	95

6.1.5	Dimenzije in teža cevi	96
6.1.6	Trajnost in življenjska doba	96
6.1.7	Splošne karakteristike betonskih cevi in cevi iz plastičnih mas za kanalizacijo	97
6.1.8	Zaključek primerjave betonskih in armiranobetonskih cevi s cevmi iz plastičnih mas (polietilen, polipropilen, poliester) za kanalizacijo	98
6.2	Točkovna ocena najpomembnejših lastnosti kanalizacijskih cevi iz različnih materialov	99
6.3	Primerjava kanalizacijskih cevi glede na nabavne cene	100
6.4	Cenovna primerjava izgradnje kanalizacijskega sistema iz različnih materialov na gradbiščih v letu 2008	101
6.4.1	Rezultati primerjave izgradnje kanalizacijskega sistema iz različnih materialov na različnih gradbiščih	104
7	ZAKLJUČEK	106
	VIRI	107
	PRILOGE	109

KAZALO SLIK

- Slika 1:** Prikaz poteka Cloace Maksime (Velikega kanala) v Rimu (str. 3)
- Slika 2:** Naselbina Emona s kanalizacijo (str. 3)
- Slika 3:** Kanalizacija Emone - prerezi kloak (str. 4)
- Slika 4:** Mešani kanalizacijski sistem (str. 15)
- Slika 5:** Ločeni kanalizacijski sistemi (str. 16)
- Slika 6:** Sodoben priključek hišne kanalizacije na javni kanal (str. 20)
- Slika 7:** Stikovanje cevi v jaških (teme v isti višini) (str. 22)
- Slika 8:** Stikovanje cevi v jaških (stopničenje temen) (str. 22)
- Slika 9:** Pravilna vgradnja PE jaška (Zagožen) v povozni površini (str. 23)
- Slika 10:** Prikaz namestitve kaskadnega jaška (str. 24)
- Slika 11:** Kaskadni jašek iz PE tip "Zagožen" (str. 25)
- Slika 12:** Prerez betonskega cestnega požiralnika Ø 50 cm s peskolovom (str. 26)
- Slika 13:** Betonski cestni požiralnik Ø 50 cm pod pločnikom s peskolovom (str. 26)
- Slika 14:** PE-HD cestni požiralnik z vtokom pod pločnikom (str. 27)
- Slika 15:** PE-HD cestni požiralnik z vtokom pod cestiščem (str. 27)
- Slika 16:** Razbremenilnik z bočnim prelivanjem (str. 28)
- Slika 17:** Potek izplakovanja zadrževalnih bazenov s pomočjo vodnega vala (str. 29)
- Slika 18:** Vgradnja poliestrskega črpališča fi 2000 x 3600 mm, Regeneracija na gradbišču v Žužemberku (str. 30)
- Slika 19:** Končni videz poliestrskega črpališča na gradbišču v Žužemberku (str. 30)
- Slika 20:** PVC cevi (str. 32)
- Slika 21:** Kotiranje PVC cevi (str. 34)
- Slika 22:** Primer označbe na cevi premera 250 mm (str. 36)
- Slika 23:** Končni rob PVC cevi, obrušen pod kotom 15° (str. 40)
- Slika 24:** Rebraste PE-HD cevi (str. 41)
- Slika 25:** Pravilno nameščanje spojke na cev (str. 45)
- Slika 26:** Merjenje obodne togosti (str. 47)
- Slika 27:** Merjenje lezenja (str. 47)

- Slika 28:** Merjenje deformacij na spoju s spojko (str. 48)
- Slika 29:** Preizkus tesnosti spoja (str. 48)
- Slika 30:** Diagram prikazuje impresivne lastnosti, ki jih imajo cevi PE-HD glede odpornosti na obrabo (str. 51)
- Slika 31:** Gladka kanalizacijska cev POLO – ECO plus iz polipropilena (PP) (str. 53)
- Slika 32:** Magnezijev silikat, vstavljen v (PP) matriko (rastersko elektromikroskopski posnetek) (str. 54)
- Slika 33:** Sestava cevi iz polipropilena (str. 54)
- Slika 34:** Nastajanje biogene žveplove kisline v kanalizacijski cevi (str. 57)
- Slika 35:** Meritev sposobnosti točkovne obremenitve (str. 58)
- Slika 36:** Preverjanje neobčutljivosti na zareze (str. 58)
- Slika 37:** Preverjanje odpornosti na mraz (str. 58)
- Slika 38:** Preverjanje ekstremne deformacije na spoju cevi (str. 58)
- Slika 39:** Temperaturno območje uporabe (str. 61)
- Slika 40:** Armiranobetonska cev z vgrajenim gumijastim tesnilom (str. 62)
- Slika 41:** Armiranobetonska cev z ravnim dnom in vgrajenim gumijastim tesnilom (str. 63)
- Slika 42:** Prerez in pogled armiranobetonske cevi (str. 64)
- Slika 43:** Detajl stika armiranobetonske cevi tip »NIVO« (str. 65)
- Slika 44:** Prerez in pogled armiranobetonske cevi z ravnim dnom (str. 66)
- Slika 45:** Detajl stika armiranobetonske cevi tip »IGM Stavbar« (str. 67)
- Slika 46:** Prikaz odlaganja betonskih cevi na gradbišču (str. 69)
- Slika 47:** Prikaz gradbiščnega transporta cevi z dvema jeklenima ali najlon vrvema preko droga, premeščanje cevi s prirejeno enokrako jekleno vrvjo ter premeščanje baze betonskega jaška s prirejeno trikrako jekleno vrvjo (ali verigo) in kleščami (str. 70)
- Slika 48:** Poliestrske cevi »HOBAS« (str. 71)
- Slika 49:** Cevi iz nodularne litine za kanalizacijo (str. 73)
- Slika 50:** Keramične cevi za kanalizacijo (str. 74)
- Slika 51:** Prerez jarka (str. 81)
- Slika 52:** Potek postopka preizkusa tesnosti cevovoda z zrakom (str. 86)
- Slika 53:** Potek postopka preizkusa tesnosti cevovoda z vodo (str. 87)
- Slika 54:** Prikaz pomikov in deformacij fleksibilne cevi (str. 92)
- Slika 55:** Prikaz pomikov in deformacij togih cevi (str. 92)

KAZALO PREGLEDNIC

- Preglednica 1:** Lastnosti PVC cevi (str. 34)
- Preglednica 2:** Proizvodnji program PVC cevi za togostni razred SN4 (str. 35)
- Preglednica 3:** Proizvodnji program PVC cevi za togostni razred SN8 (str. 35)
- Preglednica 4:** Kemična odpornost PVC cevi na posamezne medije ali skupine medijev pri temperaturah 20 °C in 60 °C, kjer pomeni: (str. 37)
- Preglednica 5:** Število in skupna dolžina cevi v paleti za različne premere DN (mm) (str. 39)
- Preglednica 6:** Kaže koliko je treba posneti končni rob cevi za različni premer cevi (mm) (str. 41)
- Preglednica 7:** Karakteristike cevi iz PE-HD surovine (str. 43)
- Preglednica 8:** Proizvodnji program PE-HD cevi za togostni razred SN4 in SN 8 (str. 44)
- Preglednica 9:** Orientacijska tabela spajanja s čelnim varjenjem (str. 46)
- Preglednica 10:** Kemična odpornost PE-HD cevi na posamezne medije ali skupine medijev pri temperaturah 20 °C in 60 °C, kjer pomeni: (str. 49)
- Preglednica 11:** Čas, potreben za abrazijo enake količine materiala s sten cevi (str. 51)
- Preglednica 12:** Število in skupna dolžina cevi v paleti za različne premere DN (mm) (str. 52)
- Preglednica 13:** Lastnosti armiranobetonske cevi, dolžine 250 cm (str. 64)
- Preglednica 14:** Lastnosti armiranobetonske cevi, dolžine 300 cm (str. 65)
- Preglednica 15:** Dimenzije stika za različni DN cevi (str. 66)
- Preglednica 16:** Lastnosti armiranobetonske cevi z ravnim dnom, dolžine 250 cm (str. 67)
- Preglednica 17:** Dimenzije stika armiranobetonske cevi z ravnim dnom tip »IGM Stavbar« (str. 68)
- Preglednica 18:** Poliestrske kanalizacijske cevi, nazivni premer DN, zunanji premer dz, notranji premer d_N, debelina stene δ in masa cevi G za cevi PN 1/SN 10000 (str. 71)
- Preglednica 19:** Keramične kanalizacijske cevi, nazivni premer DN, zunanji premer dz, notranji premer d_N, vgradna dolžina cevi l in masa cevi G (str. 75)

Preglednica 20: Priporočeni padci kanalov (str. 79)

Preglednica 21: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od nazivnega premera cevi (DN) lahko znaša: (str. 81)

Preglednica 22: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od globine jarka: (str. 82)

Preglednica 23: Tlak preizkušanja, dopustni padec tlaka in čas preizkušanja (str. 86)

Preglednica 24: Maksimalen pretok pri polnjenju cevi in maksimalna dovoljena izguba vode za različne premere cevi (str. 88)

Preglednica 25: Ocena najpomembnejših lastnosti kanalizacijskih cevi iz različnih materialov (str. 99)

Preglednica 26: Približna nabavna cena z davkom na dodano vrednost 1 m cevi, premer 300-315 mm na dan 06. 06. 2008 (str. 100)

Preglednica 27: Izračun količin za 100 m položene kanalizacije (str. 103)

Preglednica 28: Cenovna primerjava vrednosti gradbišča za 100 m kanalizacijskega sistema (str. 105)

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Obraba različnih cevni materialov po Darmstatovem postopku (str. 56)

Grafikon 2: Meritev modula elastičnosti [E_B] s pomočjo 3-točkovnega poskusa upogibanja
(str. 59)

Grafikon 3: Togost oboda [S_R], SN8, SN12 (str. 60)

1 UVOD

Organizirano zbiranje in odvod onesnaženih voda iz človekove bližine je nujno povsod, kjer človek stalno živi in dela. Ta potreba narašča z večanjem koncentracije prebivalstva in z razvitostjo potrošnje ter proizvodnje.

Sodobni projektant kanalizacijskih sistemov se pri izbiri sistema kanalizacijskih cevi srečuje z vse večjim številom materialov. Vsak material ima svoje prednosti, zato mora projektant pri izbiri materialov izdelati koncept, kako izbrati pravi material. Kateri od materialov bo uporabljen, je poleg cene odvisno še od lastnosti terena, premera kanala, tesnjenja spojev, podvrženosti koroziji, vzdrževanja, trajnosti materiala, hidravličnih lastnosti, razpoložljivih fazonskih kosov, načina polaganja in montaže.

Danes se v svetu za odvod odpadne vode v glavnem uporabljajo cevi iz sledečih materialov: polivinilklorid (PVC), polietilen (PE-HD), polipropilen (PP), ojačani poliester, duktilno železo, beton (armiran ali nearmiran), azbestcement, glazirana keramika.

Kanalizacija more biti predvsem grajena iz cevi, katerih spoji omogočajo vodotesno izvedbo. V diplomski nalogi bom predstavil materiale, kateri se sedaj največ uporabljajo za gradnjo kanalizacijskih sistemov. Opisal bom vse njihove lastnosti, naredil primerjave z drugimi materiali ter cenovne primerjave vgradnje cevi in jaškov iz različnih materialov na gradbiščih. Predstavil pa bom tudi še ostale objekte, ki so potrebni na kanalizacijskem omrežju, da to omrežje lahko pravilno obratuje.

2 OPIS ZGODOVINE KANALIZACIJSKIH SISTEMOV IN ZAKONODAJA

2.1 Zgodovinski razvoj

Z arheološkimi raziskavami je dokazano, da so obstajale v Mezopotamiji in ob Indu že 3000 let pred našim štetjem dvonadstropne stanovanjske zgradbe, ki so bile opremljene s kopalnicami, suhimi stranišči in jaški za odmetavanje odpadkov. Zelo verjetno je, da so odpadke, ki so jih zbirali v glinastih vrčih, odvažali. Knososova palača na Kreti je bila okrašena z vodometi, ki jih je napajal tlačni vodni sistem. Odpadno vodo pa so odvajali z vzorno urejeno kanalizacijo. Trdne odpadke so po vsej verjetnosti zbirali v obzidanih jamah, kjer so jih predelovali v kompost.

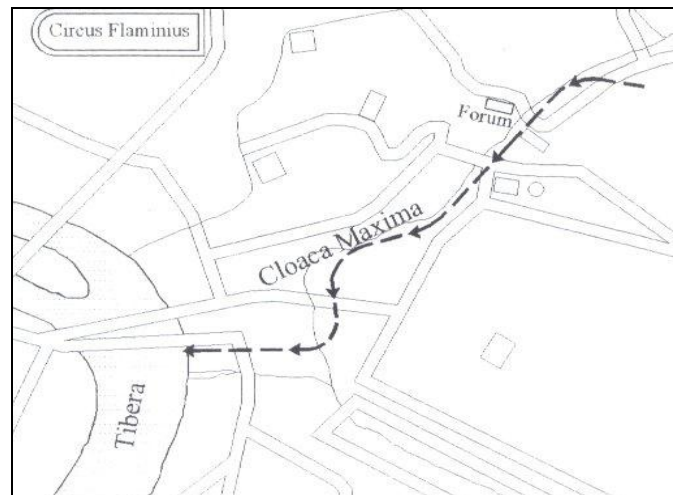
Kanale, pokrite z ošiljenimi svodi ali košarastimi loki, najdemo v starem veku v številnih mestih, kot so Memphis, Ninive, Babilon, Jeruzalem, Aleksandrija, Atene, Rim z znanim odvodnim kanalom »Cloaca Maxima« (Slika 1) in s kanalizacijo v zgradbah ter celo stranišči na vodno izpiranje.

Že iz predzgodovinskega obdobja je mogoče na temelju arheoloških raziskav na področju današnje Norveške sklepati, da so tam sistematično odlagali trde odpadke že v času kamene dobe. Tudi izkopanine, ki segajo v bronasto dobo na področju Asirije, Babilona, Indije, Krete, Egipta, Palestine, Grčije, kažejo na visoko razvito stanovanjsko in komunalno higieno.

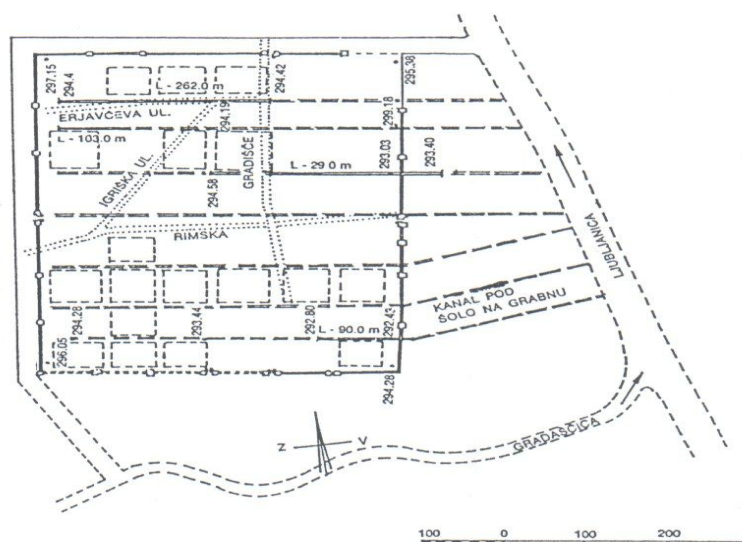
S širjenjem rimskega imperija se je pojavila kanalizacija tudi na naših tleh, kjer je obstajala na področju sedanje Ljubljane, Celja in Ptuja.

Na našem ozemlju je okrog leta 15 n. š. nastala naselbina Emona, v izmeri 522 x 432 m znotraj obzidja (Slika 2), ki je imela pod cestami zgrajene kanale – kloake (Slika 3). Zgrajenih je bilo 7 kanalov, ki so potekali od zahoda proti vzhodu in se izlivali v Ljubljano.

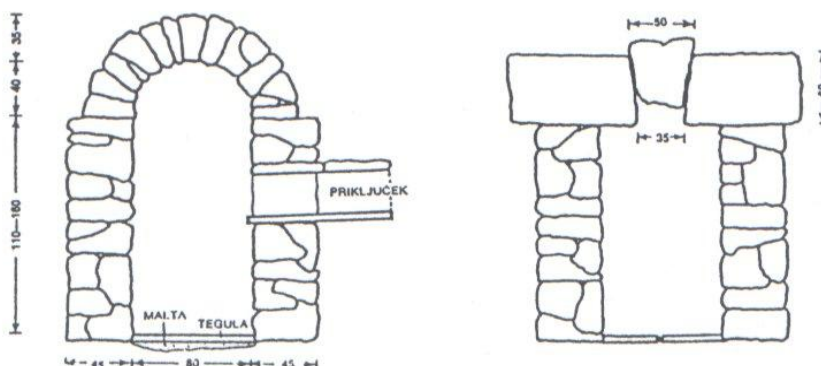
Vse kloake so bile konstruirane po enakem principu, njihova svetla širina je bila cca 0,8 m, višina 2 m, padec pa 4-5 %. Dno kloake je bilo ravno in obloženo s strešniki, ki so bili položeni v plasti malte, stene so bile izdelane v obliki kamnitega zidu, krov pa je bil polkrožni kamniti lok. Kanalizacijski sistem je bil mešan, padci pa so zadoščali za ustrezno samoizpiranje. (Kolar, 1983)



Slika 1: Prikaz poteka Cloace Maxime (Velikega kanala) v Rimu
(Vir: Panjan, J. 2005. Osnove zdravstveno hidrotehnične ...)



Slika 2: Naselbina Emona s kanalizacijo
(Vir: Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode...)



Slika 3: Kanalizacija Emone – prerezi kloak
(Vir: Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode...)

Srednji vek je pomenil propad tistega, kar je že bilo del urbane kulture v starem veku. Spoznanja iz antike o povezanosti osnovne higijene in zdravja so zatonila v pozabo. Skrb za higieno se je spet pojavila šele z nastopom renesanse, po hudih epidemijah kolere v vseh večjih naseljih v Evropi. Leta 1830 je v Londonu, ki je takrat že bil milijonsko mesto, izbruhnila epidemija kolere. Ob tem so spoznali, da so bili višje ležeči bolj suhi predeli mesta manj ogroženi.

Ob izkušnjah epidemije kolere v letu 1830 pa so leta 1858 sprejeli zakon Local Government Act, ki prepoveduje onesnaževanje rek, in leta 1861 še predpis, ki zahteva čiščenje kanalske vode pred izlivom v odvodnik.

Nova spoznanja so se hitro razširila na celino, tako je npr. že leta 1899 prof. Hrasky izdelal načrt za ureditev kanalizacije mesta Ljubljane vključno s čistilno napravo. (Panjan, 2005)

2.2 Zakonodaja

2.2.1 Zakon o graditvi objektov (Povzeto po UL RS, št. 102/2004 in 126/2007)

Ta zakon ureja pogoje za graditev vseh objektov, določa bistvene zahteve in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov, predpisuje način in pogoje za opravljanje dejavnosti, ki so v zvezi z graditvijo objektov, ureja organizacijo in delovno področje dveh poklicnih zbornic,

ureja inšpekcijsko nadzorstvo, določa sankcije za prekrške, ki so v zvezi z graditvijo objektov ter ureja druga vprašanja, povezana z graditvijo objektov.

Graditev objekta po tem zakonu obsega projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objekta.

Določbe tega zakona ne veljajo za gradnjo objektov, ki so potrebni zaradi neposredno grozečih naravnih in drugih nesreč ali zato, da se preprečijo oziroma zmanjšajo njihove posledice, za objekte za zaščito, reševanje in pomoč ob naravnih in drugih nesrečah in za gradnjo vojaških inženirskih objektov, zaklonišč in drugih zaščitnih objektov med izrednim ali vojnim stanjem.

Določbe tega zakona ne veljajo za gradnjo in vzdrževanje tistih objektov v rudniškem prostoru, ki so v neposredni povezavi z raziskovanjem, izkoriščanjem ali prenehanjem izkoriščanja mineralnih surovin.

Gradnja novega objekta, rekonstrukcija objekta, nadomestna gradnja in odstranitev objekta se lahko začnejo na podlagi pravnomočnega gradbenega dovoljenja.

Ne glede na določbe prejšnjega odstavka lahko investitor na lastno odgovornost začne z gradnjo iz prejšnjega odstavka tudi po dokončnosti gradbenega dovoljenja.

Za enostavni objekt ni potrebno gradbeno dovoljenje, če investitor pred začetkom gradnje pridobi lokacijsko informacijo, iz katere izhaja, da je takšna gradnja v skladu z izvedenim prostorskim aktom, in če je njegova velikost, način gradnje in rabe ter odmik od meje sosednjih zemljišč v skladu s predpisi.

Ne glede na določbe prejšnjih odstavkov ni potrebno pridobiti niti gradbenega dovoljenja niti lokacijske informacije za enostavni objekt, ki ga izvajalec gospodarske javne službe postavlja na objekt gospodarske javne infrastrukture in je neposredno namenjen izvajanju gospodarske javne službe ali upravljanju gospodarske javne infrastrukture. Gradbeno dovoljenje in lokacijska informacija tudi nista potrebna za izvedbo zaključnih del v poslovnih prostorih, ki se nahajajo v novozgrajeni stavbi, za katero je bilo pridobljeno uporabno dovoljenje in so zato določeni deli te stavbe že v uporabi, če se s takšnimi deli ne posega v skupne prostore ali spreminja zunanji izgled takšne stavbe.

S postavitvijo urbane opreme se lahko začne tudi brez pridobitve lokacijske informacije, če s takšno postavitvijo soglaša lastnik javne površine.

2.2.2 Zakon o varstvu okolja (Povzeto po UL RS, št. 39/2006 in 70/2008)

Ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja.

Namen varstva okolja je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti.

Cilji varstva okolja so zlasti:

1. preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja,
2. ohranjanje in izboljševanje kakovosti okolja,
3. trajnostna raba naravnih virov,
4. zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije,
5. odpravljanje posledic obremenjevanja okolja,
6. izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti,
7. povečevanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje ter
8. opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi

Za doseganje ciljev iz prejšnjega odstavka se:

1. spodbuja proizvodnjo in potrošnjo, ki prispeva k zmanjšanju obremenjevanja okolja,
2. spodbuja razvoj in uporabo tehnologij, ki preprečujejo, odpravljajo ali zmanjšujejo obremenjevanje okolja in
3. plačuje onesnaževanje in rabo naravnih virov.

2.2.3 Zakon o vodah (Povzeto po UL RS, št. 67/2002 in 57/2008)

Ta zakon ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči. Upravljanje z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči obsega varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi vode.

Ta zakon ureja tudi javno dobro in javne službe na področju voda, vodne objekte in naprave ter druga vprašanja, povezana z vodami.

Odvajanje odpadnih voda v površinske vode in podzemne vode, v naravna jezera, ribnike, mlake in druge naravne vodne zbiralnike je prepovedano. Izpust je dovoljen samo na način in pod pogoji, ki jih določa ta zakon in predpisi s področja varstva okolja.

2.2.4 Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode (Povzeto po UL RS, št. 105/2002 in 50/2004)

Ta pravilnik določa zahteve odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode, ki morajo biti izpolnjene pri opravljanju storitev obvezne lokalne javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode.

Komunalna odpadna voda je voda, ki nastaja v bivalnem okolju gospodinjstev zaradi rabe vode v sanitarnih prostorih, pri kuhanju, pranju in drugih gospodinjstevskih opravilih. Komunalna odpadna voda je tudi voda, ki nastaja v objektih v javni rabi, v proizvodnih in storitvenih dejavnostih, če je po nastanku in sestavi podobna vodi po uporabi v gospodinjstvih. Komunalna odpadna voda je tudi tehnološka odpadna voda, katere povprečni dnevni pretok ne presega 15 m³/dan in letna količina ne presega 4.000 m³, hkrati pa letno obremenjevanje zaradi odvajanja te vode ne presega 50 PE in letna količina nobene od nevarnih snovi ne presega mejne količine za nevarne snovi.

Padavinska voda je voda, ki je posledica padavin in odteka s streh in z utrjenih, tlakovanih ali z drugim materialom prekritih površin neposredno ali po kanalizaciji v vode ali v tla.

Naselje ali del naselja, v katerem je letna obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, preračunana na 1 ha zemeljske površine, večja od 20 PE, mora biti opremljeno z javno kanalizacijo za odvajanje komunalne odpadne vode, če celotna obremenitev, ki tam nastaja, presega 50 PE.

Na vodovarstvenem območju ali na občutljivem območju mora biti naselje ali del naselja, v katerem je letna obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, preračunana na 1 ha zemeljske površine, večja od 10 PE, opremljeno z javno kanalizacijo za odvajanje komunalne odpadne vode, če celotna obremenitev, ki tam nastaja, presega 50 PE.

V javno kanalizacijo se mora odvajati tudi komunalna odpadna voda, ki nastaja v stavbi zunaj naselja ali dela naselja, ki je opremljeno z javno kanalizacijo, če je letna obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, preračunana na 1 m dolžine kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti za priključitev na javno kanalizacijo, večja od 0,02 PE, odvajanje odpadnih vod pa je možno brez naprav za prečrpavanje.

2.2.5 Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Povzeto po UL RS, št. 123/2004 in 85/2008)

Ta uredba določa način obračunavanja, odmere in plačevanja okoljske dajatve za onesnaževanje okolja, ki je posledica odvajanja odpadnih voda v javno kanalizacijo, neposrednega odvajanja odpadnih vod v površinske vode ali odvajanja v podzemne vode brez precejanja skozi neomočene sedimente ali kamnine, ki so pod površjem tal, in posrednega odvajanja odpadnih voda na površje tal ali s ponikanjem v tla, od koder pronicajo skozi neomočene sedimente ali kamnine v podzemne vode, ter merila in pogoje za vračilo plačane okoljske dajatve.

Okoljska dajatev se plačuje za odvajanje industrijske, komunalne in padavinske odpadne vode in je prihodek proračuna Republike Slovenije. Prihodki proračuna Republike Slovenije iz plačil okoljske dajatve iz prejšnjega odstavka so namenski prejemki državnega proračuna za izvedbo operativnega programa varstva okolja na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode.

Okoljska dajatev se ne plačuje za:

- a) odpadno vodo, ki nastaja v kmetijstvu in se tudi uporablja v kmetijstvu na kmetijskih zemljiščih,
- b) odpadno vodo, ki nastaja na vodnem ali priobalnem zemljišču pri odkopu naplavljenega rečnega gramoza, in se uporablja samo za pranje gramoza ter če je zagotovljeno, da se ne odvaja v druge površinske vode,
- c) odpadno vodo, ki nastaja pri opravljanju dejavnosti v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami,
- d) padavinsko vodo, ki se odvaja iz javnih cestnih površin in površin z železniškimi tiri,
- e) padavinsko vodo, ki se odvaja iz objektov infrastrukture, namenjene letalskemu in pomorskemu prometu,
- f) padavinsko vodo, ki se odvaja s površin prekritih in skladno s predpisi zaprtih odlagališč odpadkov ali jalovine, ki je nastala pri izkoriščanju rudnin.

Zavezanec za plačilo okoljske dajatve za odvajanje komunalne odpadne vode je izvajalec javne službe na območju lokalne skupnosti, in sicer za komunalno odpadno vodo tistih uporabnikov, ki so priključeni na omrežje javne kanalizacije ali odvajajo komunalno odpadno vodo skozi pretočno greznico ali malo komunalno čistilno napravo.

Ceno za enoto obremenitve določi Vlada Republike Slovenije s sklepom na predlog ministrstva, pristojnega za okolje.

Zavezanec za komunalno odpadno vodo plačuje okoljsko dajatev od seštevka enot obremenitve, doseženih v koledarskem letu z odvajanjem komunalne odpadne vode na celotnem območju, na katerem izvaja javno službo.

Občina je opravičena do nakazila sredstev iz državnega proračuna iz naslova okoljske dajatve, ki je plačana od zavezancev na njenem območju za odvajanje komunalne odpadne vode, če se ta sredstva vložijo v infrastrukturo javne službe v skladu z operativnim programom varstva okolja na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode in občina za to nakazilo izpolnjuje pogoje iz te uredbe.

3 KANALIZACIJSKI SISTEMI IN NJIHOV POMEN

Temeljni pomen odvajanja odpadnih voda je zdravstvena zahteva, saj s tem preprečujemo prenos nalezljivih bolezni. Z naraščanjem prebivalstva, njihovo koncentracijo v mestih in vaseh, pa je postala količina odpadnih voda tolikšna, da samočistilna sposobnost vodotokov ni več zadoščala. Vodotoki so postajali močno onesnaženi, kar je tudi ogrožalo zdravje ljudi. Zaradi tega pa tudi zaradi vedno večje porabe vode na prebivalca doma in na delavnem mestu ter izpuščanja vedno bolj onesnaženih vod v vodotoke iz industrije, odpadne vode praviloma zbiramo in jih prečiščene vračamo v vodotoke. Na ta način varujemo okolje pred onesnaženjem, sebi zagotavljamo zdravo bivalno okolje in zdravo pitno vodo.

Poleg kanalizacijskih sistemov, ki pred odtokom v vodotok odpadne vode prečistijo v čistilnih napravah, pa se iz ekonomskih razlogov gradijo najprej kanalizacijski sistemi, ki so brez čistilne naprave. Šele ko je zgrajeno cca. 60 % kanalizacijskega sistema, naj bi se zgradila čistilna naprava.

V reke še vedno spuščamo odpadne vode, ki vsebujejo veliko hranilnih snovi, s tem pa zaradi vse večje porabe kisika v vodi rušimo biološko ravnovesje. Rušimo ga tudi zaradi dovoda škodljivih snovi (tenzidov, biocidov), pa tudi strupenih snovi (težke kovine), med njimi so nekatere zelo obstojne in nerazgradljive ter se kopičijo v živih organizmih. Pri še vedno pogostih nepopolnih sistemih kanalizacije neprečiščene odplake odvajajo po najkrajši poti v odvodnik ali ponikajo v tla, kjer onesnažujejo podtalnico. (Slokan, 2003)

3.1 Viri kanalizacijskih voda

Opadne vode povzročajo večino onesnaženja površinskih voda in podtalnice, s čimer zastrupljamo sebe, živali in rastline – uničujemo si vire pitne vode. To onesnaženje lahko preprečujemo samo s sistemom kanalizacije, kjer odpadne vode zbiramo, odvodnjavamo in jih prečiščene vračamo v vodotoke. Na ta način varujemo okolje pred onesnaženjem, sebi zagotavljamo zdravo bivalno okolje in zdravo pitno vodo.

V kanalizacijo odtekajo različne odpadne vode: iz stanovanjskih, upravnih in drugih objektov ter zgradb, pa tudi iz industrije, proizvodnje in obrti ter drugih podobnih dejavnosti.

Vode, ki odtekajo v kanalizacijo, imenujemo odpadne vode. Delimo jih na več skupin, ki se med seboj razlikujejo predvsem po onesnaženosti, količini in spreminjanju velikosti odtoka.

(Slokan, 2003)

- Odpadne vode:
 - hišne odpadne vode,
 - industrijske ali tehnološke odpadne vode,
 - kmetijske odpadne vode,
 - komunalne odpadne vode.
- Tuje vode (podtalnica, izviri).
- Padavinske (meteorne) vode, deževni odtok.

3.1.1 Odpadne vode

Z izrazom odpadne vode označujemo vso onesnaženo vodo, ki odteka v kanalizacijo s stanovanjskih in proizvodnji namenjenih območij. Odpadne vode imenujemo tudi odplake. Odpadne vode po izvoru delimo na:

- **hišne odpadne vode.** Te vode spuščamo v kanalizacijo v stanovanjskih naseljih, šolah, gostinstvu, uradih, bolnicah, ob pripravi hrane, umivanju, kopanju, tuširanju, pranju perila, čiščenju prostorov. Količina odpadne vode v kanalizaciji se relativno malo spreminja, nekoliko večje razlike so le med dnevom in nočjo.
- **industrijske ali tehnološke odpadne vode.** Sem prištevamo vse odpadne vode, ki jih v industrijskih obratih in obrtnih delavnicah spuščamo v kanalizacijo poleg odpadnih voda, ki so posledica tehnološkega postopka.
- **kmetijske odpadne vode.** To so vsi odtoki iz kmetijske in živinorejske proizvodnje, ki jih spuščamo v kanalizacijo.
- **komunalne odpadne vode.** To so vode, ki odtekajo v kanalizacijo zaradi čiščenja ulic, trgov in kanalov.

Vse odpadne vode, ne glede na izvor, so onesnažene, prav tako tudi padavinske, še posebej po daljšem sušnem obdobju. V njih so raztopljene organske in anorganske snovi, pa tudi neraztopljeni delci, maščobe, trdni delci, prisotni so tudi mikroorganizmi. Glede na izvor odpadne vode se te med seboj močno razlikujejo po sestavi, pa tudi vrsti in stopnji onesnaženosti ter možnosti naravnega čiščenja. Hišne odpadne vode so malo onesnažene s kemikalijami, so hitro razgradljive, med seboj se razlikujejo predvsem po koncentraciji. Odpadne vode iz kmetijske in živinorejske proizvodnje običajno niso onesnažene s kemikalijami, so pa preveč koncentrirane, zato je potrebno predčiščenje pred izpustom v javno kanalizacijsko omrežje. Onesnaženost industrijskih odpadnih voda je odvisna od vrste industrije, uporabljenih surovin in delovnih postopkov. Prav industrijska proizvodnja je pogosto največji onesnaževalec.

Onesnaženost odpadne vode ne sme preseči predpisanih vrednosti, zato njeno kakovost nadzorujemo s preverjanjem njenih

- fizikalnih (temperaturo, motnost, barvo, količino snovi, ...),
- kemijskih (količino elementov v vodi, biokemijska potreba po kisiku, ...),
- bakterioloških (število klic in koliformnih bakterij v vodi) parametrov. Če so vrednosti presežene, morajo v industrijskih obratih, obrtnih delavnicah, klavnicah odpadno vodo predhodno očistiti in jo smejo šele delno prečiščeno spuščati v javno kanalizacijo.

Predpisi tudi določajo, česa ne smemo spuščati v kanalizacijo. V kanalizacijo je prepovedano spuščati strupene snovi (topila, čistila, razkužila, težke kovine, zdravila, gnojnice, gnojila, herbicide, insekticide, ...), radioaktivne snovi, pa tudi vročo vodo.

Odpadne vode zaradi onesnaženosti razjedajo cevi (H_2S). Predpisana je najmanjša hitrost toka odpadnih voda, ki ne sme biti manjša od 0,4 m/s, da se ne usedajo suspendirane snovi.

(Slokan, 2003)

3.1.2 Tuje vode

Z izrazom tuje vode označujemo tiste vode, ki nekontrolirano vdirajo v nevodotesno kanalizacijo, ki deluje kot drenaža. Vanjo lahko vdirajo visoka podtalnica, izviri, včasih celo potoki. Pri ločenem sistemu kanalizacije se dogaja, da voda iz višje ležeče počene cevi za padavinsko vodo odteka in se zbira v cevi za odvod odpadne vode (sušni odtok). Včasih pa je padavinska voda celo napačno priključena na cev za odpadno vodo. Velika količina tuje vode, ki vdre v kanalizacijo, to zapolni, odpadna voda pa se izlije v hišah skozi nižje ležeče sifone. Tuja voda je torej moteča, tudi zato mora biti kanalizacijsko omrežje vodotesno. (Slokan, 2003)

3.1.3 Padavinske (meteorne) vode

Padavinske ali meteorne vode imenujemo tiste vode, ki odtekajo v kanalizacijo s streh in utrjenih prometnih površin (cest). Ob suhem vremenu v kanalizaciji ni padavinskih voda, ob nalivih pa so te količine lahko zelo velike – tudi do 100-krat večje od količine odpadnih voda. Padavinska voda nosi s seboj droben pesek, ki brusi cevi, zato je njena največja dovoljena hitrost 3 m/s. Padavinske vode s streh danes zadržujemo ali ponikamo, kjer je to mogoče, onesnažene padavinske vode (prvi val onesnaženja) pa čistimo na čistilni napravi.

3.2 Fazna izvedba kanalizacije s čistilno napravo

Večina kanalizacijskih sistemov, vključno s čistilno napravo, se gradi postopno (v fazah) zaradi zelo drage izvedbe, pa tudi načrtovanja za dolgoletno obratovanje (50 let). Tako je čistilno napravo smiselno graditi, ko je zgrajenega že približno 60 % kanalizacijskega sistema, sicer je čistilna naprava premalo obremenjena.

Več kot 40 % prebivalcev Slovenije še vedno uporablja le delno zgrajene sisteme kanalizacije, pri čemer neprečiščene kanalizacijske vode odvajajo po najkrajši poti ali preko greznic v odvodnik ali jih pustijo, da ponikajo v tla, kjer onesnažujejo podtalnico. V naslednjih letih se bo v Sloveniji moralo zgraditi še nova kanalizacijska omrežja, predvsem v manjših naseljih. (Slokan, 2003)

3.3 Kanalizacijski sistemi

Pri snovanju kanalskega omrežja se moramo odločiti, kako bomo odpadne, tuje in padavinske vode odvedli v vodotok. Uporabljamo mešane in ločene kanalizacijske cevi. Pri mešanem sistemu kanalizacije speljemo odpadne in padavinske vode po eni cevi v čistilno napravo in nato v odvodnik, običajno v vodotok. Pri ločenem sistemu odvajamo po eni cevi odpadno vodo v čistilno napravo, po drugi pa padavinsko vodo neposredno v vodotok – praviloma preko lovilcev olj in maščob. (Slokan, 2003)

3.3.1 Mešani kanalizacijski sistem

Večina kanalizacijskih sistemov je načrtovana in izdelana tako, da je položena kanalizacijska cev, po kateri skupaj odvajamo odpadno, tujo in padavinsko vodo. Tak sistem imenujemo mešani kanalizacijski sistem (Slika 4). Pri teh sistemih so kanali v manjših naseljih v dneh brez padavin skoraj prazni, saj po njih teče samo odpadna voda, napolnijo se le ob nalivih ob dotoku padavinske vode, ki kanale ob tem tudi spere. Kanali leže tako globoko (vsaj 2 m), da moremo nanje priključiti odpadno vodo iz kleti (nekateri občinski odloki ne dovoljujejo priključevanja odtokov iz kleti, začetna globina kanalov je tedaj najmanj 1,2 m).

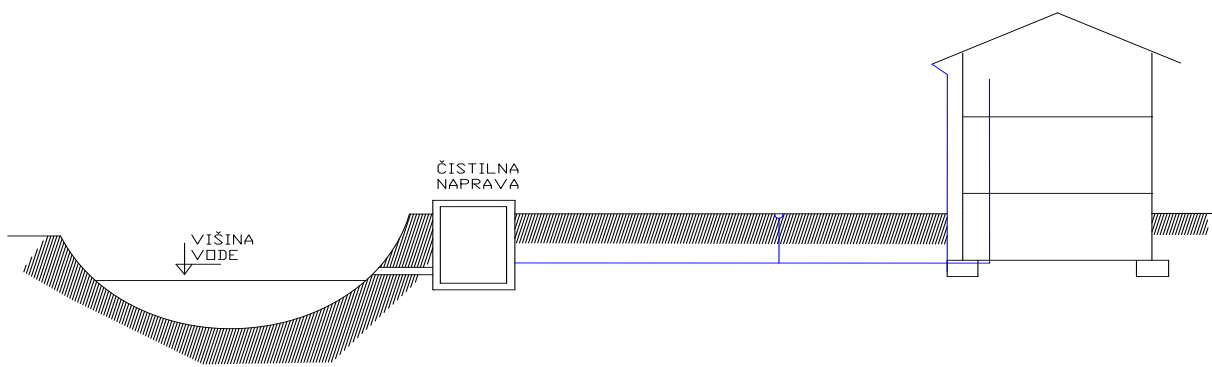
Prednosti mešanega sistema kanalizacije so:

- enostavna zasnova in izdelava,
- pregledna izvedba,
- nižja cena kot pri ločenem,
- očistimo velik del onesnaženih padavinskih voda,
- zagotovimo varno urbano odvodnjo pred poplavami lastnih voda.

Pomanjkljivosti mešanega sistema kanalizacije so:

- nevarnost izliva kanalizacijske vode v kletih ob nalivih,

- premajhna hitrost vode v kanalih, ko ni padavinskega odtoka in s tem povezano škodljivo usedanje blata v ceveh,
- slabše delovanje čistilnih naprav zaradi različne razredčenosti odpadnih voda,
- dražja prečrpališča, saj morajo biti dimenzionirana tudi za velike količine padavinske vode.



Slika 4: Mešani kanalizacijski sistem

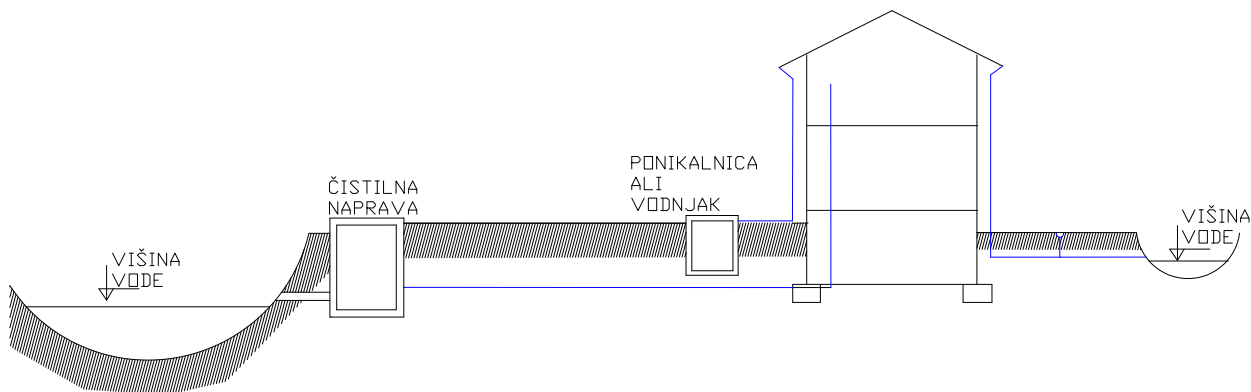
Na mešanih kanalizacijskih sistemih gradimo tudi razbremenilnike, preko katerih ob nalivih odvajamo čistejšo vodo naravnost v odvodnik. Na ta način zmanjšamo količino vode v ceveh, ki so zato lahko manjšega premera, kar gradnjo poceni. Z razbremenilnikom lahko zelo natančno reguliramo količino in kakovost prelite vode. Danes poleg razbremenilnikov gradimo še zadrževalne bazene deževnih voda, ki nam dodatno varujejo odvodnike, zmanjšujejo konice odtokov in enakomerneje ter v večji količini obremenijo čistilno napravo (ČN) z onesnaženo padavinsko vodo. (Slokan, 2003)

3.3.2 Ločeni kanalizacijski sistem

Že beseda »ločen« pove, da pri tem sistemu odpadno in padavinsko vodo ločimo, vsako speljemo v svojo cev. Pri ločenem sistemu kanalizacije (Slika 5) zgradimo dva sistema cevi :

- **kanale za odvod odpadne vode** (te sisteme imenujemo kanalski sistemi za sušni odtok, saj v njih ni deževnice). Kanali so manjših profilov, saj odvajajo samo odpadno vodo, ki jo je mnogo manj kot padavinske. Zaradi priključitve odtokov iz kleti leže cevi za odvod odpadne vode vsaj 2 m globoko; v nekaterih občinah zadošča 1,2 m.
- **kanale za odvod padavinske vode.** Zaradi velikih količin padavinske vode, za katero jih gradimo, so kanali večjega profila in leže vsaj 1 m pod površino. Speljani so naravnost v odvodnik; pred izlivom je pogosto zadrževalni objekt, v katerem prestrezamo olja in suspendirane snovi, ki jih padavinske vode spirajo z vozišč.

Ti sistemi so zaradi dveh cevi dražji in jih gradimo pri manjših naseljih (do 2000 prebivalcev).



Slika 5: Ločeni kanalizacijski sistemi

Njihove prednosti so:

- ob nalivih ni nevarnosti, da bi odpadne vode preplavile kleti hiš, saj je padavinska voda v drugi cevi,
- v čistilno napravo doteka odpadna voda, kar zagotavlja boljše delovanje čistilne naprave,
- zaradi ločenega odvajanja voda so okolju prijaznejši.

Njihove slabosti so :

- večji investicijski stroški,
- dražje vzdrževanje dvojnih kanalskih cevi,
- zapletenost in nepreglednost sistema,
- nevarnost napačnega priključevanja odpadne vode v cev za padavinsko vodo. V takih primerih spuščamo v odvodnik neprečiščeno odpadno vodo. (Slokan, 2003)

3.4 Kanalizacijska mreža

Kanalizacijo pravilno namestimo pod cestami in ulicami: pri ožjih v osi ceste, zato da so razdalje do priključenih hiš približno enake. Štiripasovne ceste običajno opremimo z dvema kanaloma, ki ležita pod pločnikoma. Kanalski sistem je vedno vejičast. Smer padca kanala je ista, kot je padeč terena, tako da pri tem poskušamo ohraniti isto globino polaganja cevi. Kanalske vode odteka od porabnikov po sekundarnem omrežju, ki ima ožje cevi in relativno velike padce v zbirne kanale, ki so večjega profila, padce pa imajo manjše. Glavni zbirni kanal se konča na čistilni napravi, od koder prečiščeno vodo spuščamo v vodotok. Projektiranje in gradnja kanalizacije poteka vedno od spodaj navzgor, saj je naša osnovna kota višina kanala, na katerega bomo priključili novozgrajeni kanal.

Kanale gradimo v ustrezni globini, ki omogoča priključevanje uporabnikov in zaščito pred zmrzovanjem, ki pa ne sme biti prevelika, saj se s tem povečajo stroški gradnje. Po pravilniku je najmanjše kritje cevi 80 cm za padavinsko vodo, za mešani sistem in odpadno vodo pa vsaj 120 cm, saj ta globina zadošča za gravitacijsko odvajanje iz pritličja. Zaradi odtoka vode je smer padca kanalov ves čas od porabnikov proti čistilni napravi oziroma odvodniku. Zaradi padca

kanala in razgibanosti terena se debelina kritja cevi neprestano spreminja, na ravninskem terenu se ves čas veča. Posebno tu ležijo navzdol vodni deli kanalov vedno globlje, do največje globine 6 do 8 m. Pri večjih globinah je bolj ekonomično zgraditi vmesno črpališče, v katerem vodo prečrpavamo na višjo raven. S polaganjem cevi obvezno pričnemo na spodnjem koncu cevovoda zato, da lahko že med gradnjo odvajamo vodo (padavine, hišne priključke). Obojke cevi so zaradi boljšega tesnenja praviloma obrnjene proti gornjemu koncu.

Osnovni element kanalskega omrežja so kanalski odseki ali kanali. Najmanjši notranji premer javne kanalizacije znaša 250 mm, če v kanalu odvajamo samo padavinsko vodo pa vsaj 200 mm – nekateri lokalni predpisi manjših profilov od 250 mm ne dovoljujejo. Za večje odtoke potrebujemo večje profile, na primer v Ljubljani, celo do 2400 mm. Kanali do \varnothing 1200 mm so neprehodni, večje štejemo med prehodne, kar vpliva na največjo dovoljeno razdaljo med jaški.

Kanali imajo na vsem odseku vedno:

- enak (hidravlični) padec I,
- isto smer (so brez horizontalnih in vertikalnih lomov),
- enak premer cevi.

Poleg kanalov so na kanalizacijskem omrežju potrebni še objekti:

- **kanalizacijski priključki.** Služijo za priključevanje hišne kanalizacije na javno kanalizacijo.
- **revizijski jaški.** Ti služijo združevanju dveh ali več cevi, menjavi smeri, padcev in sprememb profila kanala, pa tudi za njihovo kontrolo, čiščenje in vzdrževanje.
- **črpališča.** Gradimo jih na kanalskem omrežju za prečrpavanje vode na višjo raven v višje ležeče kanale in na čistilnih napravah.
- **cestni požiralniki in peskolovi.** Vgradimo jih za odvajanje padavinske vode v kanalizacijo z vozišč in drugih urejenih površin. Voda v kanalizacijsko omrežje pogosto prinaša pesek, zato gradimo požiralnike s peskolovi, ki preprečujejo vnašanje peska v sistem in na čistilno napravo. Prav tako jih namestimo pred vtoki v čistilne naprave, črpališča, razbremenilnike, zadrževalne bazene.

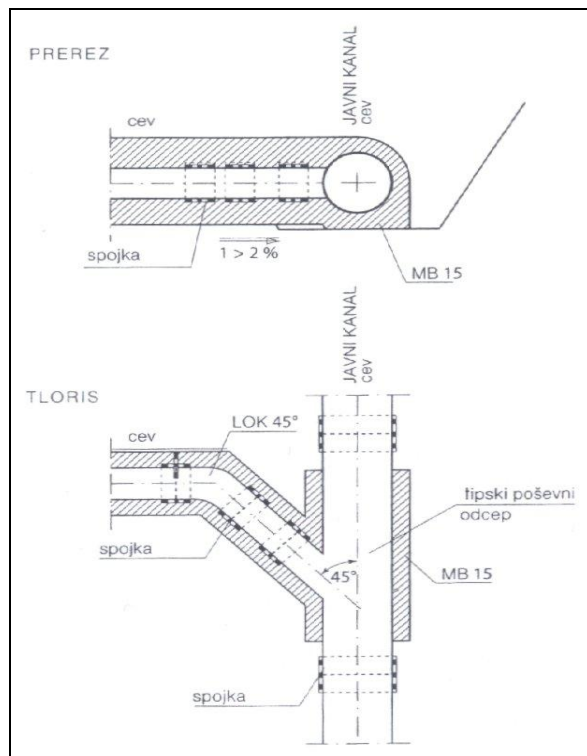
- **razbremenilniki.** To so objekti, zgrajeni na mešanem sistemu kanalizacije, ki ob močnejših padavinah služijo za preliv dela padavinske vode neposredno v odvodnik.
- **zadrževalni bazeni.** Na kanalski mreži jih zgradimo, zato da zadržijo in delno očistijo del padavinske vode – prvi val onesnaženja.
- **objekti za izpiranje kanalske mreže (prekucniki).** Kadar zgradimo kanalizacijsko omrežje s tako majhnim padcem, da je hitrost vode pri srednjem odtoku manjša od 0,4 m/s, moramo na kanalizacijski mreži vgraditi naprave – prekucnike, ki po potrebi avtomatsko izpirajo kanale.
- **lovilci maščob in lahkih tekočin.** To so naprave, ki iz vode izločajo maščobe in lahke tekočine.
- **združiteni objekti.** Služijo združevanju kanalov, večjih od Ø 800 mm. (Slokan, 2003)

3.4.1 Kanalizacijski priključki

Kanalizacijski priključek je del hišne kanalizacije, ki je v lasti uporabnika in je namenjen odvajanju vode do javnega kanalizacijskega omrežja. To je območje kanalizacije od hišnega zbirnega jarka pa do priključka na javno kanalizacijsko omrežje. Ves priključek mora biti izveden v skladu z drugimi navodili za projektiranje in gradnjo kanalizacij: ustrezen padec, polnitev in hitrost kanalske vode, vgradnja revizijskih jaškov na vseh spremembah smeri ali padca hišnega voda. Revizijski jaški imajo tudi tu notranji premer 800 mm, oziroma 600 mm, če je globina priključne cevi manj kot 1,3 m pod terenom. Odtok vode je relativno majhen, predpisani najmanjši notranji premer cevi pa vsaj DN 150 mm (pogosto priključujejo s cevmi DN 200 mm), zato so potrebni večji padci. Priporočeni najmanjši padec je 20 ‰ ali vsaj 1 : DN.

Največji dovoljeni padec je 50 ‰. Hišno kanalizacijo praviloma priključujemo na javni kanal pod kotom 45° v smeri toka vode v kanalu. Zaželeno je, da priključujemo nad gladino stalnega pretoka vode v javnem kanalu (v zgornji polovici cevi), sedaj pa pogosto uporabljamo fazonske priključne kose, s katerimi priključujemo v višini osi kanala (Slika 6).

Pred priključkom hišne kanalizacije iz individualnih objektov na javno kanalizacijo ločenega sistema je pogosto ugodno, da vgradimo nepovratno zaklopko, s katero preprečimo preplavitev objekta. (Slokan, 2003)



Slika 6: Sodoben priključek hišne kanalizacije na javni kanal

(Vir: Slokan, J. 2003. Nizke zgradbe)

3.4.2 Revizijski jaški

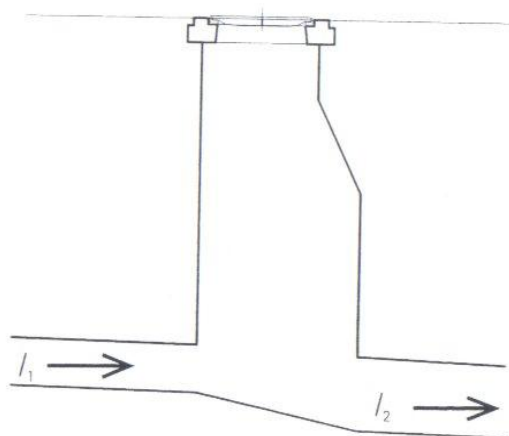
Revizijski jaški so najpogostejši objekti na kanalizacijski mreži. So nujno potrebni, saj jih moramo zgraditi na vseh spremembah smeri, padca ali premera kanala. Predpisi tudi zahtevajo, da kanalske veje združujemo samo v revizijskih jaških. Hišne priključke in cestne požiralnike pa lahko neposredno priključimo na kanalske cevi. Revizijski jaški služijo tudi za dostop do kanalov, za njihov pregled, čiščenje in vzdrževanje. Zaradi vzdrževanja je največja razdalja med jaški omenjena na 100 notranjih premerov kanalske cevi. Ta razdalja ne sme biti večja kot 50 m za neprehodne (do vključno premera 800 mm) in 100 m za prehodne kanale (večjega premera od

800 mm). Nekateri občinski predpisi navajajo drugačne zahteve za največje dovoljene razdalje med revizijskimi jaški.

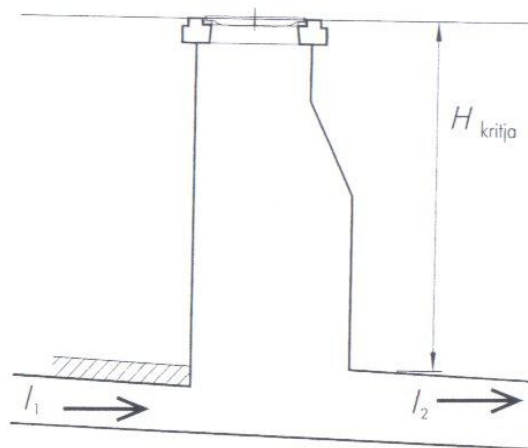
Revizijski jaški morajo izpolnjevati naslednje zahteve:

- V spodnjem delu, visokem vsaj 1,5-2 m, morajo biti dovolj prostorni, da je mogoče kanale pregledati, očistiti in popraviti. Predpisan je najmanjši notranji premer 1000 mm, lahko je tudi več (v Ljubljani običajno DN 1100 mm). Samo za globine, manjše od 1,8 m, zadošča notranji premer 800 mm.
- Vstopni del, ki je statično najbolj obremenjen, je zato običajno ožji. Njegov najmanjši dovoljeni notranji premer je 800 mm. Med zgornji, vstopni del in spodnji revizijski del zato običajno vstavimo konični redukcijski kos 800/1000 mm.
- Pokrovi so litoželezni, ki imajo pogosto vgrajeno armiranobetonsko polnilo. Uporabljamo pokrove različnih nosilnosti, kar je odvisno od lege pokrova (vozišče, pločnik, zelenica). Praviloma so okrogli, premera 600 mm. Ležijo v jeklenem obroču, ki je vdolan v masiven armiranobetonski venec. V pokrovu so luknje, ki služijo zračenju kanalizacije.
- Izjemno pomembna je pravilna izvedba dna jaška, kjer je izdelana ali vstavljena polkrožna koritnica, ki mora zagotavljati nemoten odtok in preprečevati zastajanje blata in odpadkov. Dno jaška mora biti odporno proti škodljivim vplivom kanalizacijskih voda. Posebno skrbno izdelamo detajle, kadar v jašku združujemo kanale. Priključek cevi do premera 400 mm izdelamo v loku v koritnici, pri čemer mora biti radij mulde vsaj 2,5 premera cevi. Kanale združujemo z radijem, ki naj bo najmanj 2 premera cevi. Kadar združujemo kanale večjega premera, ju združujemo s kotom, ki je na vtočni strani manjši od 45°.
- Dno jaška praviloma leži na 10 cm debelem podložnem betonu MB 10.
- Jašek mora biti vodotesen, prav tako priključki kanalov na jašek.
- V jašek vstopamo po prinešenih lestvah. Vstopna železa iz nerjavnega jekla vgrajujemo samo v stene jaškov, ki ležijo nad kanali, ki so večjega notranjega premera kot 1400 mm.
- Revizijski jašek smemo vgraditi samo, če višinska razlika med vtočnim in iztočnim kanalom ni večja od 0,5 m. Voda se v takih primerih preliva v jašku, pri večjih višinskih razlikah pa moramo zgraditi kaskadne jaške.

Če se v revizijskih jaških spremeni premer cevi, jih moramo stikovati pravilno. Praviloma teme kanala ostaja v isti višini (Slika 7), na dnu pa nastane skok, ki prezračuje odpadno vodo. Pri takem načinu stikovanja leži kanal vedno globlje, kar ni ekonomično, to je ponavadi na ravnem terenu. Pri velikih globinah in majhnih padcih (Slika 8) je boljše stopničenje v temenih kanalov, kjer ohranjamo višino dna kanala. Tako stikovanje je neugodno pri visokih vodah, ko se zgornji kanal lokalno napolni do vrha in je zato pod pritiskom. V takih primerih moramo zgornjo cev ob jašku ojačati. (Slokan, 2003)



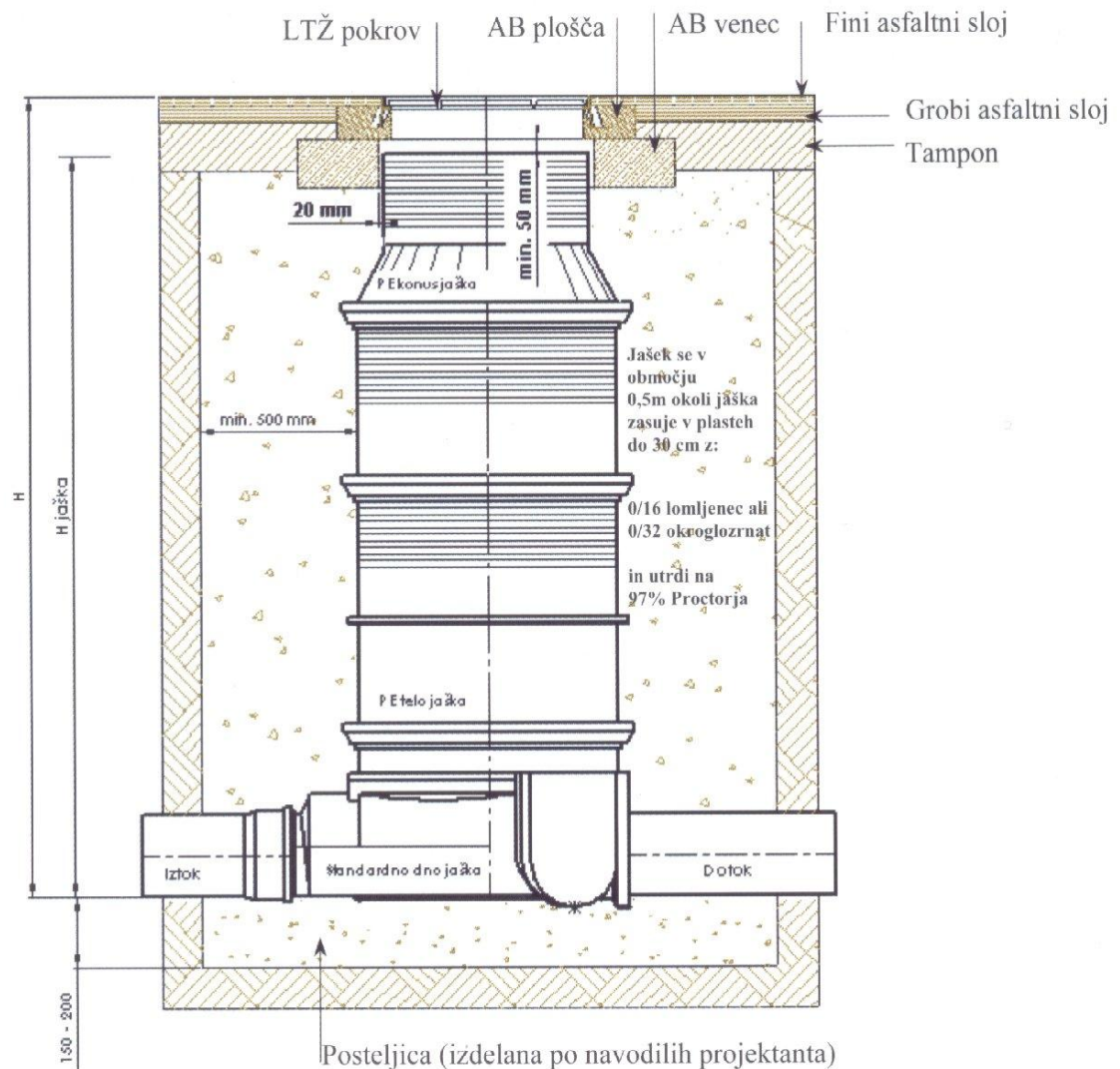
Slika 7: Stikovanje cevi v jaških
(teme v isti višini)



Slika 8: Stikovanje cevi v jaških
(stopničenje temen)

(Vir: Slokan, J. 2003. Nizke zgradbe)

Izvedbe jaškov so zelo različne, zato moramo pri njihovi gradnji strogo upoštevati navodila proizvajalca. Zaradi boljše kakovosti, tesnosti, hitrosti gradnje in cene v Sloveniji zdaj večinoma vgrajujemo okrogle, polmontažne revizijske jaške. Sestavljeni so iz armiranobetonskih, PVC in poliestrskih elementov.



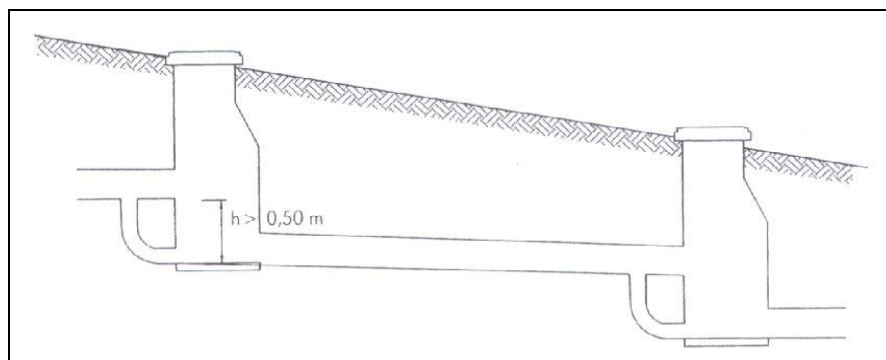
Slika 9: Pravilna vgradnja PE jaška (Zagožen) v povozni površini

(Vir: Navodila za vgradnjo PE jaška tip "Zagožen". Št. izdaje: 08/2005)

3.4.3 Kaskadni jaški

Kaskadni jašek je posebna vrsta revizijskega jaška. V kaskadnih jaških spreminjamo smer, padec ali premer kanala ter združujemo kanalske veje. Prav tako služijo za dostop do kanalov, za njihov pregled, čiščenje in vzdrževanje.

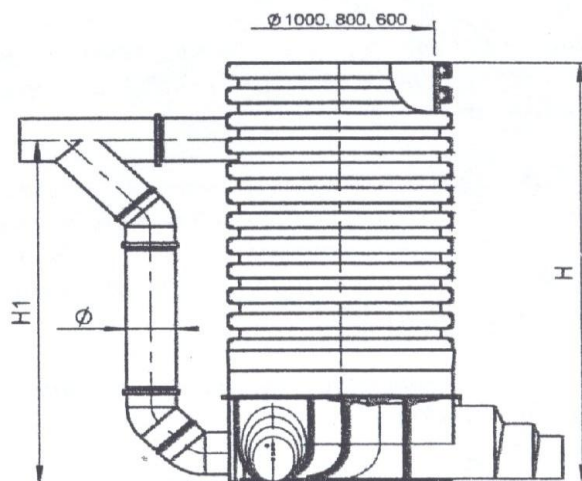
Na strmem terenu so padci kanalov manjši od nagiba terena, zato bi bili kanali zgrajeni preblizu površja (Slika 10), večjih padcev kanalov pa ne smemo izvesti, saj bi hitrost vode v cevi preseгла predpisane 3 m/s.



Slika 10: Prikaz namestitve kaskadnega jaška

(Vir: Slokan, J. 2003. Nizke zgradbe)

Če je višinska razlika med vtočnim in iztočnim kanalom v jašku večja kot 50 cm, zgradimo kaskadni jašek. Od običajnega revizijskega jaška se razlikuje po tem, da zgornjo cev povežemo z dnom jaška z dodatnim cevnim spojem, ki odvaja ves sušni odtok, pri skupnem odtoku pa delno razbremeni preliv in varuje dno jaška pred erozijo. Pomembno je, da dno jaška pri betonskih kaskadnih jaških utrdimo z vgrajenimi tonalitnimi kockami, ki zmanjšujejo vpliv kinetične energije vode, ki se preliva. Cevni spoj je sestavljen iz T - kosa, loka in po potrebi ravnega dela.



Slika 11: Kaskadni jašek iz PE tip "Zagožen"

(Vir: PVC kanalizacijski vodotesni program "Zagožen". Št. izdaje: 03/2002)

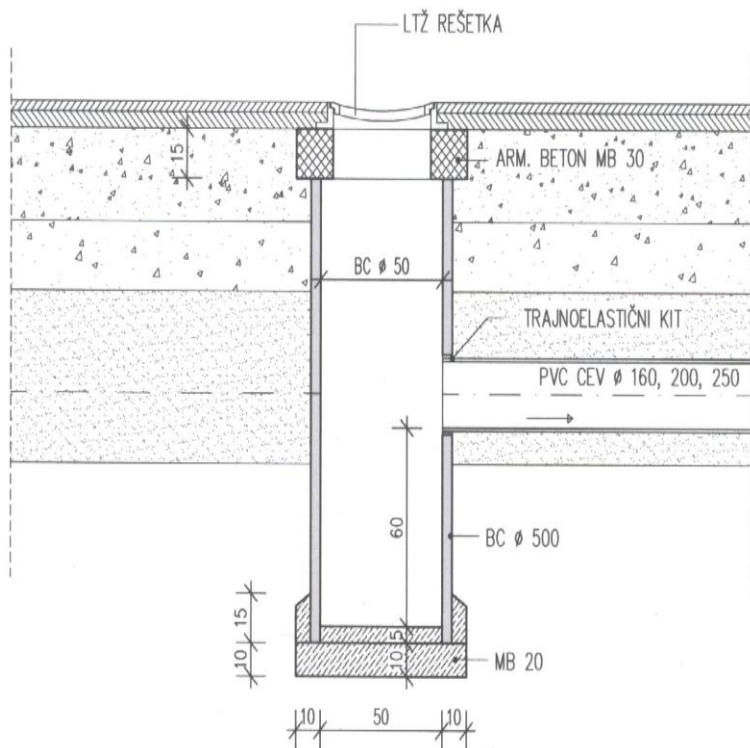
3.4.4 Cestni požiralniki in peskolovi

Cestni požiralniki so tisti objekti v kanalizacijski mreži, ki služijo odvajanju padavinske vode v kanalizacijo. Vgrajujemo jih ob ali na voziščih, kolesarskih stezah, parkiriščih, pločnikih in parkih. Požiralnike nameščamo na 20 do 50 m. Zbirne površine moramo izdelati z vsaj 0,5-odstotnim padcem proti vtoku. Ob voziščih in kolesarskih stezah jih praviloma namestimo pod pločnike, da preprečimo poškodbe zaradi prometne obtežbe – vtok je ob takem primeru skozi odprtino v robniku. Na parkiriščih, parkih in redkeje na voziščih odvajamo vodo skozi rešetko v tleh. Taka izvedba je slabša zaradi nevarnosti ob vtoku in poškodb vozišča ob jašku.

Običajni požiralnik pod pločnikom je sestavljen iz:

- vtoka skozi robnik (potrebujemo poseben robnik),
- cevne kosa premera vsaj DN 100 mm, vstavljenega med vtokom in jaškom,
- jaška, ki je običajno izdelan iz betonskih cevi premera DN 500 mm,

- peskolova, v katerem zadržimo pesek, ki bi se drugače usedal v kanalih; globina peskolova, merjena od odtočne cevi je 0,9 do 2 m, dno je betonsko, debelo vsaj 10 cm in je izdelano na 5 cm debelem podložnem betonu,
- armiranobetonskega venca z vgrajenim jeklenim obročem,
- pokrova ustrezne nosilnosti (odvisno od predvidene obtežbe),
- odtočne cevi, po kateri odvajamo vodo iz jaška v javni kanal, dovoljen je tudi priključek na revizijski jašek. Cev je običajno iz polivinilklorida DN 200 mm. Proti kanalu je speljana z vsaj 2 % padcem, kjer jo nanj priključimo v temenu z vertikalno cevjo DN 200 mm in sedlom. Stik priključne cevi na kanal moramo obbetonirati. (Slokan, 2003)

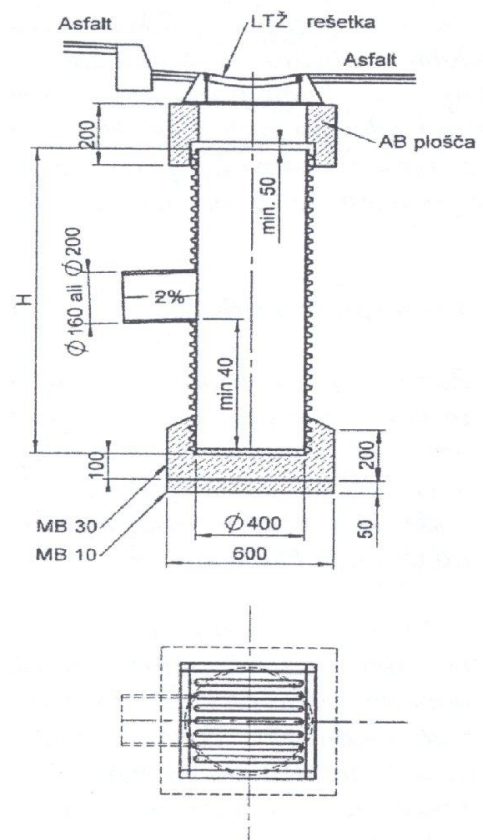
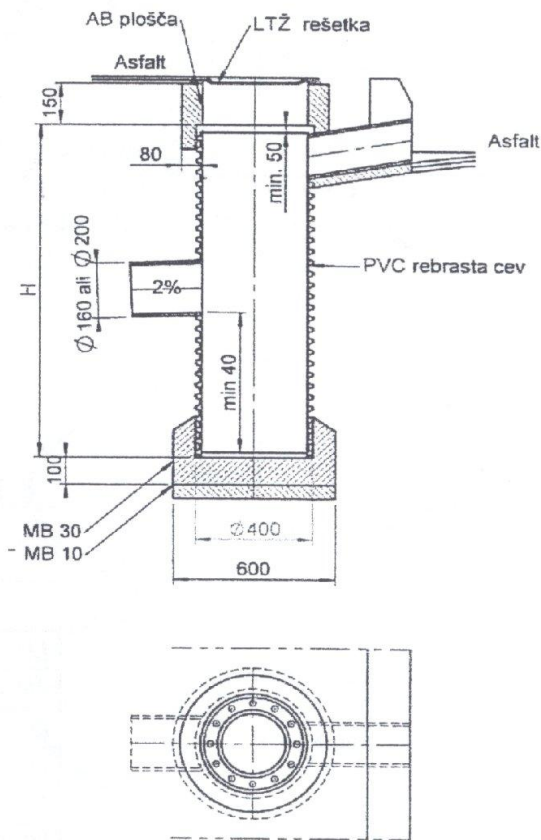


Slika 12: Prerez betonskega cestnega požiralnika Ø 50 cm s peskolovom



Slika 13: Betonski cestni požiralnik Ø 50 cm pod pločnikom s peskolovom

V zadnjem času se uveljavljajo montažni cestni požiralniki iz umetnih mas (PE-HD, strukturirane cevi), katerih vgradnja je hitrejša in enostavnejša.



Slika 14: PE-HD cestni požiralnik z vtokom pod pločnikom

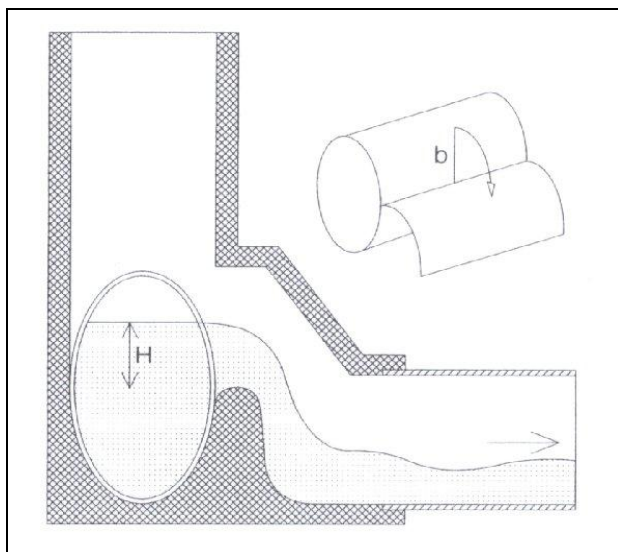
Slika 15: PE-HD cestni požiralnik z vtokom pod cestiščem

(Vir: PVC kanalizacijski vodotesni program "Zagožen". Št. izdaje: 03/2002)

3.4.5 Razbremenilniki in zadrževalni bazeni

To so objekti, zgrajeni na mešanem sistemu kanalizacije, ki ob močnejših padavinah služijo za odvod dela padavinske vode neposredno v odvodnik. Pri mešanem sistemu kanalizacije ob sušnem odtoku vso vodo vodimo v čistilno napravo. Ob nalivih pa se količina vode v kanalih

močno poveča, kar bi lahko povzročilo nadpritisk kanalov in iztok vode iz cestnih požiralnikov. Kanalizacijo največkrat dimenzioniramo na maksimalni odtok z intenziteto 15-minutnega naliva s povratno dobo 0,5 ali 1 leta. Razbremenilniki pa so vgrajeni prav za to, da ob nalivih večji del neonesnaženega padavinskega odtoka neposredno odvajajo v vodotok. Njihovo razbremenjevanje najlažje izrazimo s stopnjo razredčenja, na primer 1 : 5 (1 del sušnega odtoka v vsem odtoku – padavinskega odtoka so 4 deli). Na ta način lahko zgradimo nizvodne kanale manjših dimenzij, s tem pocenimo gradnjo, pa tudi razbremenimo čistilno napravo prevelike količine relativno čiste vode, ki bi neugodno vplivala na njeno delovanje. (Slokan, 2003)



Slika 16: Razbremenilnik z bočnim prelivanjem

(Vir: Slokan, J. 2003. Nizke zgradbe)

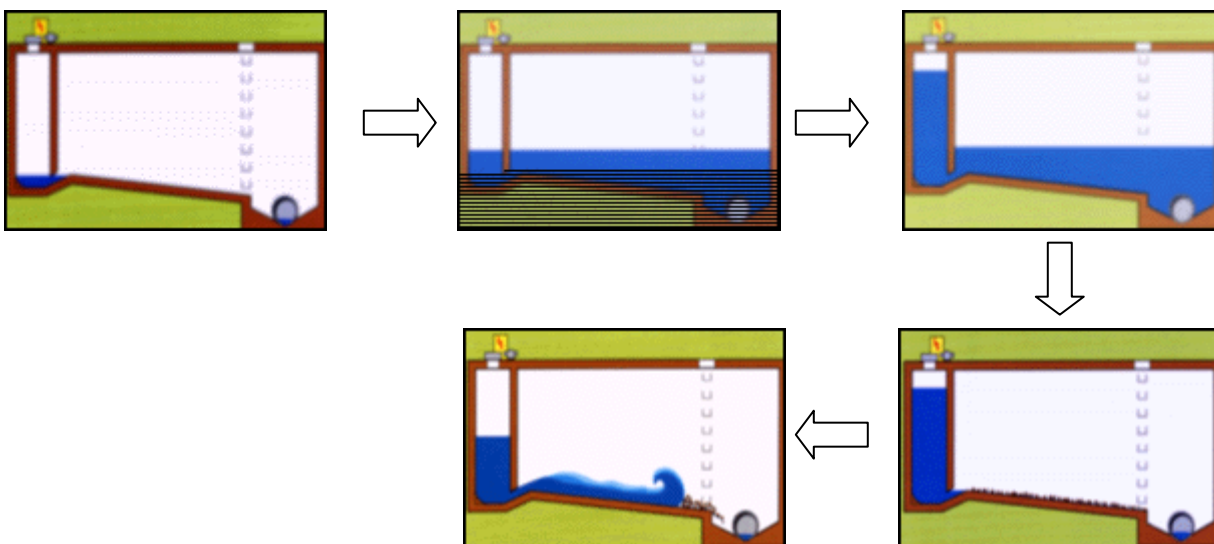
Razbremenilnik bi moral biti zgrajen tako, da bi prelival čimbolj čisto vodo. Zato danes pred razbremenilnike namestimo še zadrževalne bazene (Slika 17). Zadrževalni bazeni so izdelani tako, da se ob nalivih prva voda, ki je sprala cestišča (imenovana prvi čistilni val), zadrži in odteče po končanem nalivu na čistilno napravo. Ko višina vode v zadrževalniku naraste do prelivnega roba, se prične prelivati. Ta zgornja, relativno čista voda odteka v sosednjo, vzporedno cev, ki je speljana v vodotok. Količina prelite vode ni poljubna, ampak natančno določena s

količino tako imenovanega kritičnega odtoka, ki še gre v čistilno napravo. Tako v čistilni napravi poleg odpadne vode očistimo vsaj še 3-4 kratno količino onesnažene padavinske vode.

3.4.5.1 Izplakovanje zadrževalnih bazenov s pomočjo vodnega vala (Biogest – patent)

Ta sistem za izplakovanje lahko deluje tudi pri sušnem stanju. Sistem je možno vgraditi v vsak že obstoječi zadrževalni bazen.

- zadrževalnik je prazen – neposredno pred nevihto. Izplakovalni prekat je prazen,
- začne se dotok padavinske vode. Nivo v bazenu narašča. Voda doseže nivo izstopne reže prekata za izplakovanje,
- samodejno se vklopi vakuumska črpalka. Izplakovalni prekat se polni. Ko je dosežen maksimalni nivo, se črpalka izklopi,
- zadrževalni bazen se po nevihti izprazni. Trdni delci, prineseni z meteorno vodo, sedimentirajo in onesnažijo tla zadrževalnika,
- potem ko se izprazni ves bazen, se sproži sistem za izplakovanje. Zadržana voda sunkovito odteče iz prekata. Močan val učinkovito oplakne dno bazena.



Slika 17: Potek izplakovanja zadrževalnih bazenov s pomočjo vodnega vala
(Vir: <http://www.mfplus.si/ekologija.php?target=zadrzevalnibazeni>)

3.4.6 Črpališča

Kanalizacija praviloma deluje težnostno, saj so kanali položeni s primernim padcem od hišnih priključkov do čistilne naprave oziroma sprejemnika. Če je teren ravninski, je kanal položen vedno globlje, zaradi česar je gradnja vedno dražja in zahtevnejša. V takih primerih, pa tudi na razgibanem terenu, kadar prečimo vmesno vzpetino, moramo kanalsko vodo prečrpavati na višjo raven. Črpališče odpadnih vod s pomočjo centrifugalnih črpalk preko tlačnega voda premosti višinsko razliko in oddaljenost.

Kanalske vode so onesnažene, v njih plavajo tudi odpadki, količina vode se spreminja. Zaradi tega moramo črpališča (Slika 19) zasnovati in izvesti tako, da ne nastanejo motnje pri črpanju ter da je delovanje črpalk zanesljivo.



Slika 18: Vgradnja poliestrskega črpališča fi 2000 x 3600 mm, Regeneracija na gradbišču v Žužemberku



Slika 19: Končni videz poliestrskega črpališča na gradbišču v Žužemberku

3.5 Osnovne, tehnične in tehnološke zahteve za cevne elemente

Za kanalizacijska omrežja se uporabljajo različne vrste cevi. Najmanjši premer javnega kanala, ki odvaja samo odpadno vodo, je 20 cm, za odvod padavinske vode pa 25 cm. Za večje premere se običajno uporabljajo armiranobetonske ter azbestnobetonske cevi, za manjše premere pa keramika in PVC cevi. Na tržišču se še vedno ponujajo tako imenovane azbestno-betonske cevi, čeprav v teh ceveh ni več azbestnih vlaken. Ta vlakna so zaradi škodljivosti nadomestili z umetnimi vlakni, ki dosegajo skoraj isti učinek.

Glede na posebne zahteve odpadnih vod (agresivne industrijske vode), hidravlične zahteve (nizka mehanska obraba cevi), zahteve tal (visoki posedki, plazeči tokovi, agresivne vode), obtežene zahteve (tlačni in podtlačni vodi), se uporabljajo še drugi, dražji materiali, kot na primer: litoželezne cevi, cevi iz umetnih smol, ki so ojačane s steklenimi vlakni, PE-HD, PP. Da se te različne vrste cevi lahko vodotesno priključijo na jaške, se morajo z naročilom jaškov podati in zahtevati tudi ustrezni priključki.

Običajno se uporabljajo okrogle cevi iz umetnih smol, ojačane s steklenimi vlakni, PP, PE-HD, PVC in betonske cevi. Svoj čas so uporabljali tudi cevi jajčaste oblike. Te cevi so imele v spodnjem delu zoženi odtočni presek, kar je zaradi zvišane hitrosti pri delnem polnjenju cevi (pri sušnih odtokih) povzročalo večjo vlečno silo (zmanjšano usedanje).

Osnovne zahteve, ki jih morajo izpolnjevati kanalske cevi, so:

- trajnost in vodotesnost (vsaj 50 let),
- ugodno medcenovno razmerje,
- hidravlične karakteristike (majhna hrapavost, ugoden hidravlični radij pri različnih pretokih,
- mehanska trdnost,
- odpornost proti kemijskim vplivom, abraziji, koroziji,
- samočistilna sposobnost,
- enostavno stikovanje (praviloma z obojko in gumijastim tesnilom),
- kakovost.

Danes se v svetu za odvod odpadne vode v glavnem uporabljajo cevi iz sledečih materialov:

- a) poliestrske cevi (PI),
- b) strukturirane (rebraste) cevi iz polipropilena (PP) in polietilena (PE-HD),
- c) PVC cevi iz polivinilklorida,
- d) betonske in armiranobetonske cevi,
- e) cevi iz nodularne litine (duktilne cevi),
- f) keramične cevi.

3.6 PVC cevi

Cevi in spojni kosi iz nemehčanega polivinilklorida (PVC) za kanalizacijo so osnovni gradniki cevnih sistemov, položenih v zemljo ter delujočih večinoma v pogojih težnosti (s prosto gladino). Prvi plastični material, vpeljan v kanalizacijske sisteme, je bil PVC. To pomeni, da se PVC kanalizacijski sistemi že vrsto let uspešno uporabljajo, ter v celoti ustrezajo zahtevam za zanesljivo zbiranje in odvajanje padavinskih vod, gospodinjskih in odpadnih vod ter tudi industrijskih (agresivnih) odpadnih voda. PVC cevi za kanalizacijo so izdelane v skladu z zahtevami standarda EN 1401. Kanalizacijske PVC cevi so oker, rdečerjave ali sive barve.



Slika 20: PVC cevi

(Vir: http://www.pestan.co.yu/PVC_cevi_i_spoljni_elementi.htm)

Prednosti PVC cevi:

- idealno gladka notranja površina, ki dovoljuje odlične hidravlične lastnosti, zelo dobro odnašanje odplak in bistveno zmanjševanje nastanka usedlin,
- majhna masa, ki omogoča lažji transport in enostavnejšo vgradnjo,
- izredno široka paleta najrazličnejših spojnih, razdelilnih in reduciranih kanalizacijskih cevni sistemov, ki so položeni v zemljo,
- hitra in enostavna montaža cevni sistemov,
- cevi v palicah do 5 m,
- zadovoljiva korozijska odpornost,
- doseganje popolne tesnosti cevovoda, ki je v času resnega varovanja okolja nujno potrebna,
- trajnost cevovodov ter minimalni stroški vzdrževanja,
- enostavna možnost uporabe PVC cevi in elementov za sanacije obstoječih kanalizacijskih cevovodov.

Slabosti PVC cevi:

- slabši razvoj biofilma,
- nimajo še 50-letnih izkušenj,
- ne preveč ugodne proti vzgonu,
- niso iz sonaravnega materiala,
- slaba odpornost proti UV-žarkom.

3.6.1 Material

Cevi in spojni kosi so izdelani iz nemehčane polivinilklorida (PVC), ki je eden od najbolj razširjenih polimernih materialov in tudi dobro preskušen, saj se za cevovode uporablja že več kot štirideset let. Nosilnemu materialu – polivinilkloridu so dodani še različni dodatki kot mazila, polnila, pigmenti, UV in drugi stabilizatorji z namenom doseganja fizikalnih in kemičnih lastnosti, ki bodo v največji meri izpolnjevala postavljene zahteve.

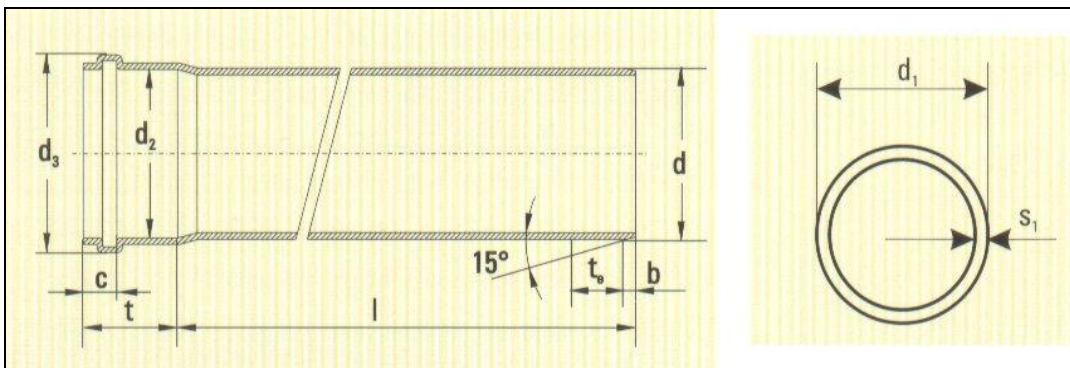
Preglednica 1: Lastnosti PVC cevi

gostota	1,38 - 1,45	g/cm^3
natezna trdnost	≥ 45	N/mm^2
temperatura zmečičišča (Vicat)	≥ 79	$^{\circ}\text{C}$
modul elastičnosti (Ebc)	≥ 3600	N/mm^2
koeficient linearne toplotne razteznosti	$\sim 0,8 \times 10^4$	K^{-1}
koeficient toplotne prevodnosti (pri 23 $^{\circ}\text{C}$)	$\sim 0,16$	W/mK
površinska električna upornost	$> 10^{12}$	Ω

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=2&opt=2>)

3.6.2 Proizvodnji program cevi iz PVC za kanalizacijo

Dimenzije cevi ustrezajo standardu EN 1401, zadovoljujejo pa tudi normam DIN 19534 in DIN 16961. PVC cevi za kanalizacijo izdelujemo v togostnih razredih SN4 in SN8.



Slika 21: Kotiranje PVC cevi

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=2&opt=2>)

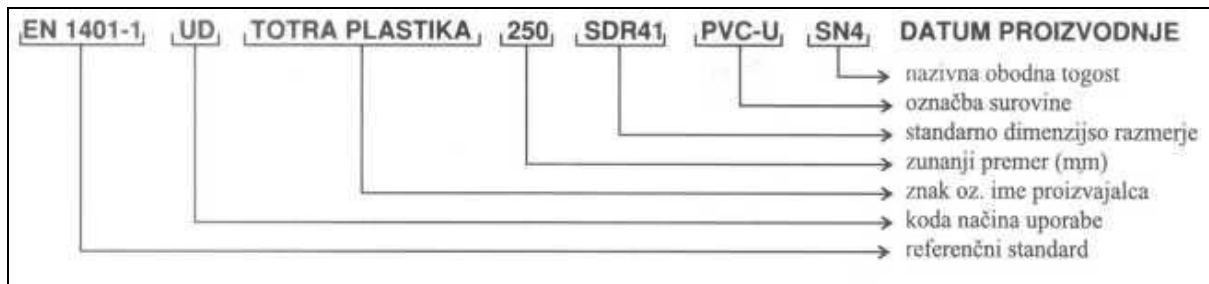
Preglednica 2: Proizvodnji program PVC cevi za togostni razred SN4

Obodna togost cevi: SN \geq 4 kN/m ² (EN ISO 9969)								
Nazivni premer	Zunanji premer	Debelina stene	Notranji premer oglavka	Zunanji premer oglavka	Globina tesnilnega obroča	Vtična globina konca	Širina posnetja	Dolžina cevi
DN (mm)	d1 (mm)	S1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	c max (mm)	te min (mm)	b (mm)	l (m)
110	110	3,2	110,4	125,5	22	76	6	1; 3; 5
125	125	3,2	125,4	142,1	26	82	6	
160	160	4	160,5	179,7	32	100	7	
200	200	4,9	200,6	223	40	120	9	
250	250	6,2	250,6	282,1	70	140	9	
315	315	7,7	315,7	350,5	70	160	12	
400	400	9,8	400,8	441,9	70	190	15	
500	500	12,2	501	551,6	80	220	18	1; 3; 6
630	630	15,4	631,2	692,8	95	260	23	
800	800	19,6	802,4	880,8	110	280	32	

Preglednica 3: Proizvodnji program PVC cevi za togostni razred SN8

Obodna togost cevi: SN \geq 8 kN/m ² (EN ISO 9969)								
Nazivni premer	Zunanji premer	Debelina stene	Notranji premer oglavka	Zunanji premer oglavka	Globina tesnilnega obroča	Vtična globina konca	Širina posnetja	Dolžina cevi
DN (mm)	d1 (mm)	S1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	c max (mm)	te min (mm)	b (mm)	l (m)
110	110	3,2	110,4	125,5	22	76	6	1; 3; 5
125	125	3,7	125,4	142,7	26	82	6	
160	160	4,7	160,5	183,2	32	100	7	
200	200	5,9	200,6	224,6	40	120	9	
250	250	7,3	250,6	283,9	70	140	9	
315	315	9,2	315,7	352,7	70	160	12	
400	400	11,7	400,8	444,7	70	190	15	
500	500	14,6	501	555,2	80	220	18	1; 3; 6
630	630	18,4	631,2	697,2	95	260	23	
800	800	21,6	802,4	888,8	110	280	32	

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=2&opt=2>)



Slika 22: Primer označbe na cevi premera 250 mm

(Vir: <http://www.totraplastika.si/default.cfm?Jezik=SI&Kat=02&ID=4>)

3.6.3 Zagotavljanje kakovosti

Cevi so izdelane v skladu s standardom EN 1401/1 in prEN 13476/1 ter preskušene v skladu s standardom EN 1401/2 in prEN 13476/2, ki zahteva kontinuirano preverjanje cevi v proizvodnem procesu:

- kontrolo dimenzij (zunanji premer, debelina stene, dimenzije oglavka),
- kontrolo izgleda cevi (barva, napis na cevi),
- odpornosti cevi na notranji hidrostatični tlak,
- modula lezenja cevi,
- žilavosti cevi,
- dimenzijske stabilnosti cevi,
- temperature zmehčišča (po Vicatu),
- vsebnosti sulfatnega pepela,
- tesnosti spojev cevi in oblikovnih kosov,
- odpornost na diklormetan,
- odpornost na udarce,
- togost cevi.

3.6.4 Kemična odpornost

Nemehčani polivinilklorid (PVC) je odporen na večino kemikalij (glej preglednico 4), ki se pojavljajo v odpadnih vodah in tudi na agresivne snovi, ki se nahajajo v zemljini zunaj cevi. V današnjih odplakah se vse bolj pojavljajo agresivne snovi. Kemična odpornost je še posebno pomembna za odvod fekalij in odpadnih vod, saj se v teh cevovodih redno nahaja žveplena kislina, ki je odločilen pokazatelj obstojnosti cevnih sistemov. V preglednici 4 je orientacijski prikaz odpornosti cevi iz PVC na posamezne medije ali skupine medijev pri določenih temperaturah. Natančnejši podatki za kemično odpornost PVC na medije so zbrani v tehničnem poročilu ISO TR 10358 in standardu DIN 8061-B1. Za uporabo cevi v posebnih primerih se je potrebno predhodno posvetovati s proizvajalcem PVC surovine oziroma s proizvajalcem cevi.

Preglednica 4: Kemična odpornost PVC cevi na posamezne medije ali skupine medijev pri temperaturah 20 °C in 60 °C, kjer pomeni:

- + ustreza
- 0 deloma ustreza
- - ne ustreza
- * potrebno posvetovanje

Medij	20 °C	60 °C
Aceton	-	-
Alkoholne pijače (do 40 %)	+	+
Amoniak (5 x dop. konc.)	+	+
Bencin	+	+
Citronska kislina	+	+
Detergenti	+	+
Dušikova kislina (do 40 %)	+	0
Etanol (96 %)	+	0
Formaldehid (do 40 %)	+	*
Glicerin (tehnično čist)	+	+
Klorirana voda	+	+

Kurilno olje	+	*
Laneno olje (tehnično čisto)	+	0
Lugi	+	+
Metanol (vse koncentracije)	+	0
Mineralna olja	+	+
Mineralna voda	+	+
Mlečna kislina	+	0
Mleko	+	+
Morska voda	+	+
Motorna olja	+	0
Plinsko olje	-	-
Ocetna kislina	+	+
Petrolej (tehnično čist)	+	*
Pivo	+	+
Rastlinska olja	+	+
Sadni (zelenjavni) sokovi	+	+
Solna kislina (5 %)	+	0
Tekoča mila	+	+
Urin	+	0
Živalska olja	+	+
Žveplasta kislina (do 10 %)	+	+
Žveplasta kislina (do 30 %)	+	+

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=2&opt=3>)

V preglednici 4 je orientacijski prikaz odpornosti cevi iz polivinilklorida (PVC) na posamezne medije ali skupine medijev pri določenih temperaturah. Kot vidimo je polivinilklorid (PVC) pri temperaturi do 20 °C odporen na vse napisane medije, razen plinskega olja in acetona. Pri temperaturi 60 °C pa je odpornost na medije že različna. Za določene medije polivinilklorid ustreza, na plinsko olje in aceton ne ustreza, na druge deloma ustreza, nekaj pa je takih, pri katerih je potrebno posvetovanje s proizvajalcem PVC surovine oziroma s proizvajalcem cevi.

3.6.5 Transport in skladiščenje

Cevi iz PVC zaradi precejšnje odpornosti na obrabo in udarce ter majhne mase omogočajo nezahtevne postopke transporta in skladiščenja ter praktično ne potrebujejo posebnih zaščitnih ukrepov. Kljub vsemu pa je zahtevano skrbno ravnanje, saj velja pozornost nameniti ostrim predmetom in robovom, ki lahko trajno poškodujejo cev. Zato je potrebno transportna sredstva in skladiščne prostore očistiti ostrih predmetov in zaščititi ostre robove. Večjo pozornost je potrebno nameniti tudi transportu cevi pri temperaturah, nižjih od 5 °C, ko postanejo PVC cevi manj odporne na udarce.

Preglednica 5: Število in skupna dolžina cevi v paleti za različne premere DN (mm)

Nazivni premer DN (mm)		110	125	160	200	250	315	400	500	630	800	
Dolžina cevi (m)	1	Število cevi v paleti	76	60	33	20	12	9	4/6	4	4	4
		Skupna dolžina cevi v paleti	76	60	33	20	12	9	4/6	4	4	4
	3	Število cevi v paleti	76	60	33	20	12	9	4/6	4	4	4
		Skupna dolžina cevi v paleti	228	180	99	60	36	27	12/18	12	12	12
	5	Število cevi v paleti	76	60	33	20	12	9	4/6	4		
		Skupna dolžina cevi v paleti	380	300	165	100	60	45	20/30	20		
	6	Število cevi v paleti									4	4
		Skupna dolžina cevi v paleti									24	24

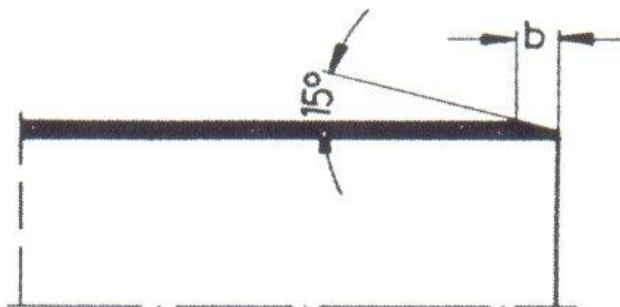
(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=2&opt=4>)

Cevi naj zložene nalegajo po celotni dolžini in naj bodo zaščitene pred zdrsom. Višina nalaganja naj ne bo večja od enega metra. V primeru paletiziranih cevi in skladiščenja v več etažah je potrebno zagotoviti, da leseni okviri ene palete nalegajo na lesene okvire palete pod njo (les na les). Pri nalaganju ali razlaganju cevi ne smemo vleči prek ostrih robov ali po tleh. Material, iz

katerega so izdelane cevi, je UV stabiliziran ter tako dokaj odporen proti ultravijoličnim žarkom in drugim vremenskim vplivom. Vendar proizvajalci priporočajo, da se cevi skladišči nezaščitene pred vremenskimi vplivi največ eno leto. V primeru daljšega skladiščenja je potrebno cevi zaščititi pred sončnimi žarki.

3.6.6 Spajanje cevi s spojnimi kosi

Cevi in razni spojni kosi se spajajo hitro in enostavno z vstavljanjem vtičnega konca v oglavek z utorom in z integriranim gumenim tesnilom. Pred stiskanjem cevi in spojnih kosov morajo biti stične površine čiste in nepoškodovane. Če je zahtevana dolžina cevi krajša od standardne, cev ravno odrežemo (z žago s finimi zobmi) in končni rob obrusimo pod kotom 15° (Slika 23). Posneti rob namažemo z ustreznim sredstvom za zmanjševanje trenja (mastjo za gumena tesnila, silikonskim oljem, milnico), ki ne sme načenjati tesnila ali cevi. Vtični konec cevi z lahkim vrtenjem potisnemo v oglavek sosednje cevi ali spojnega kosa do omejitve. Končni položaj na cevi označimo s pisalom, nato pa cev izvlečemo za približno 2 mm za vsak tekoči meter med spojem, vendar ne več kot za 10 mm, kar omogoči kompenzacijo raztezkov cevi zaradi temperaturnih sprememb. Odklonom cevi v oglavku od smeri cevovoda se je potrebno izogibati. Za spremembe smeri trase se uporabljajo cevni loki in drugi spojni kosi.



Slika 23: Končni rob PVC cevi, obrušen pod kotom 15°

(Vir: Totra plastika d.d. Katalog cevi iz polivinilklorida (PVC-U). Št. izdaje: Junij 2001)

Preglednica 6: Kaže koliko je treba posneti končni rob cevi za različni premer cevi (mm)

Imenski premer (mm)	100	125	160	200	250	315	400
Dolžina posnetja b (mm)	6	7	8	9	9	12	15

(Vir: Totra plastika d.d. Katalog cevi iz polivinilklorida (PVC-U). Št. izdaje: Junij 2001)

3.7 Rebraste cevi iz PE-HD za kanalizacijo

V zadnjem desetletju se uveljavljajo dvoplastne cevi iz polietilena visoke gostote (PE-HD), z zunanjo rebrasto in notranjo gladko steno. Notranja plast je odporna proti kanalskim vodam, zunanja plast pa zagotavlja večjo togost, rebra jim povečujejo odpornost proti poškodbam. PE-HD cevi so plod večdesetletnega mednarodnega razvoja in v celoti izpolnjujejo zahteve za kanalizacijske sisteme. Ob tem pa omogočajo nizke stroške vgradnje ter malo obremenjujejo naravno okolje.



Slika 24: Rebraste PE-HD cevi

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=1&opt=2>)

Prednosti PE-HD cevi s strukturirano steno:

- hitra in enostavna montaža cevnih sistemov,
- enostavno doseganje popolne tesnosti cevovoda, ki je v času resnega varovanja okolja nujno potrebna,
- gladka notranja površina, ki zmanjšuje trenje ob steni in omogoča odlične hidravlične lastnosti,
- praktično neomejen razpon temperatur pri katerih se lahko izvaja polaganje in servisiranje cevovodov (od - 40 °C pa vse do + 80 °C),
- majhna masa, ki omogoča lažji transport in enostavnejšo vgradnjo,
- kemična odpornost proti agresivnim medijem in okoliški zemljini,
- odpornost na obrabo (abrazijo), ki zagotavlja dolgo dobo obratovanja,
- korozijska odpornost,
- dobre fizikalne lastnosti in zato povečano varnost, trajnost ter zmanjšani stroški vzdrževanja.

Slabosti PE-HD cevi s strukturirano steno:

- slabši razvoj biofilma,
- nimajo še 50-letnih izkušenj,
- ne preveč ugodne proti vzgonu,
- niso iz sonaravnega materiala.

3.7.1 Material

Cevi in spojni kosi so izdelani iz polietilena visoke gostote (PE-HD), ki ga odlikujejo dobre mehanske in kemijske lastnosti. PE-HD je okolju prijazen material.

Polietilenu so dodali tudi pigment, ki omogočajo različno obarvanje cevi ter UV-stabilizatorji, ki omogočajo večjo odpornost proti vremenskim vplivom in upočasnjujejo staranje. Cev se zaradi tega lahko dalj časa skladišči na prostem, pri čemer se njene fizikalne in mehanske lastnosti ne

spreminjajo. Zunanja rebrasta stena cevi in spojni kosi so črne barve, notranja stena cevi pa je odvisna od proizvajalca cevi in je lahko: rdečerjava, bela, črna, ...

Preglednica 7: Karakteristike cevi iz PE-HD surovine

gostota	$\geq 0,945$	g/cm^3
indeks taline MFI 190/5	0,4 - 1,3	g/10 min
modul elastičnosti (Ebc)	≥ 800	N/mm^2
koeficient linearne toplotne razteznosti	$1,3 - 2,0 \times 10^4$	K^{-1}
koeficient toplotne prevodnosti (pri 23 C°)	0,35 - 0,40	W/mK
površinska električna upornost	$> 10^{13}$	Ω

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=1&opt=2>)

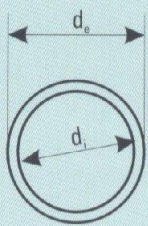
3.7.2 Proizvodnji program cevi iz PE-HD za kanalizacijo

Stena cevi je sestavljena iz profilirane zunanje plasti in ravne notranje plasti, ki sta med rebri zvarjeni in tvorita homogeno steno. Zunanja profilirana plast močno izboljša mehanske lastnosti cevi ter bistveno poveča togost cevi v radialni smeri. Ravna in gladka notranja stran pa poleg dodatne varnosti omogoča tudi idealne hidravlične lastnosti in s tem velike neovirane pretoke.

PE-HD cevi za ulično kanalizacijo izdelujemo v togostnih razredih SN4 in SN8.

Premeri rebrastih cevi so bili predpisani z evropskimi standardi EN 13476-1 1999 serija DN. Zunanji premer cevi je rebrast, notranji pa gladek po ISO 161. Cevi brez spojk so dolžine 6 in 12 m.

Preglednica 8: Proizvodnji program PE-HD cevi za togostni razred SN4 in SN8

	Nazivni premer DN (mm)	Zunanji premer de (mm)	Notranji premer di (mm)
		110	110
	125	125	107
	160	160	136
	200	200	176
	250	250	218
	315	315	272
	400	400	347
	500	500	433
	630	630	535
	800	800	678
	1000	1000	852
	1200	1200	1030

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=1&opt=2>)

Obodna togost cevi: $SN \geq 4 \text{ KN/m}^2$ (EN ISO 9969) ali $S_{R24} \geq 31,5 \text{ KN/m}^2$ (DIN 16961)

Obodna togost cevi: $SN \geq 8 \text{ KN/m}^2$ (EN ISO 9969) ali $S_{R24} \geq 63,0 \text{ KN/m}^2$ (DIN 16961)

3.7.3 Spajanje PE-HD cevi za kanalizacijo

Poznamo dva načina spajanja PE-HD cevi :

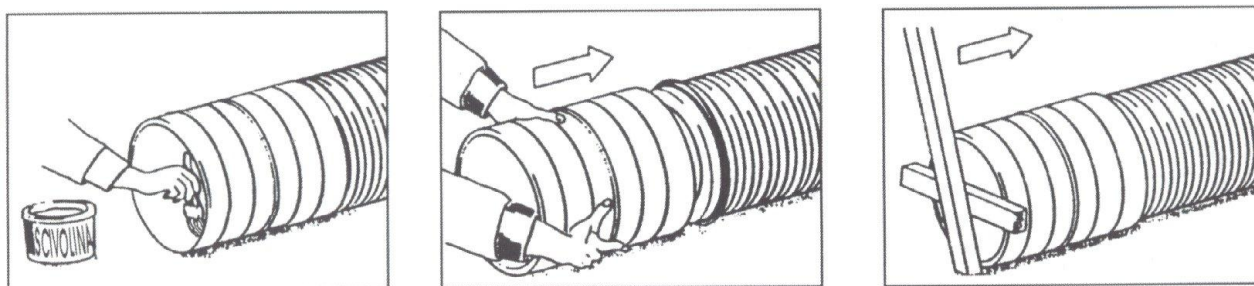
- spajanje cevi s spojnimi kosi,
- spajanje cevi s čelnim varjenjem.

3.7.3.1 Spajanje cevi s spojnimi kosi

Ta sistem je zasnovan tako, da se cevi in razni spojni kosi spajajo hitro in enostavno z vstavljanjem cevi v objemko spojnega kosa. Tehnologija spajanja omogoča minimalno porabo časa in vloženega truda ter zagotavlja optimalni pretok in minimalne hidravlične izgube. Za

tesnjenje spojev so uporabljene tesnilni obroči iz EPDM, ki ustrezajo standardu DIN 4060 in jamčijo visoko stopnjo varnosti proti iztekanju iz kanalizacijskih sistemov.

Pred povezavo cevi in spojnih kosov morajo biti stične površine čiste in nepoškodovane. Če je zahtevana dolžina cevi krajša od standardne, cev ravno odrežemo (z nožem ali žago s finimi zobmi). Vtični konec in objemko namažemo z ustreznim sredstvom za zmanjševanje trenja (mastjo za gumena tesnila, silikonskim oljem, milnico), ki ne sme načenjati tesnila ali cevi. Vtični konec cevi z lahkim vrtenjem potisnemo v objemko do omejitve.



Slika 25: Pravilno nameščanje spojke na cev

(Vir: http://www.kovinoplastika-piskar.si/Prospekt_Mapikan_slo_05_05.pdf)

3.7.3.2 Spajanje cevi s čelnim varjenjem

Ena izmed pomembnih prednosti PE-HD cevi je možnost povezave s čelnim varjenjem. Tehnologija varjenja je enaka kot pri varjenju gladkih ekstrudiranih cevi in nudi enake garancije. Trenutno se za povezavo z varjenjem uporabljajo enaki stroji kot pri varjenju gladkih ekstrudiranih cevi, razvijajo pa se posebni stroji za rebraste cevi.

Pred varjenjem je potrebno čelni površini cevi poravnati z rezkanjem, da dosežemo 100 % naleganje. Navadno je to omejeno le na nekaj milimetrov. Faza ogrevanja mora biti izvedena zelo pazljivo, da se izognemo poškodbam reber. Potrebni tlaki in čas ogrevanja, varjenja in ohlajanja za čelno varjenje rebraste cevi so enaki, kot se uporabljajo za gladke ekstrudirane cevi PN 2,5/3,2.

Glede na debelino stene "e4" in notranji premer "Di" določimo optimalne parametre za izdelavo kvalitetnega vara:

- predgretje t_1 (min), za oblikovanje roba višine $(0,5 + 0,1 \times e_4)$ mm
- ogrevanje t_2 (sec) = $12 \times e_4$
- odstranitev diska t_3 (sec) < $3 + 0,01 \times Di$
- doseganje tlaka varjenja t_4 (sec) < $3 + 0,03 \times Di$
- varjenje t_5 (min) = $3 + e_4$
- ohlajanje t_6 (min) – čas, ki je potreben za popolno ohladitev, je odvisen od debeline stene in zunanje temperature

Preglednica 9: Orientacijska tabela spajanja s čelnim varjenjem

DN mm	Di mm	e4 mm	F predgretja N	višina izbokline mm	F segrevanja N	t2 segrevanja s	F spajanja N	t5 spajanja min
110	92,5	1,1	45	0,6	6	12	45-50	4
125	107	1,5	75	0,7	10	18	75-80	4,5
160	138	2	132	0,7	18	24	132	5
200	176	2,5	210	0,8	28	30	210	5,5
250	216	3,5	365	0,9	48	42	360	6,5
315	271	3,5	455	0,9	60	42	455	6,5
400	343	4,5	740	1	100	54	740	7,5
500	427	5,8	1200	1,1	160	70	1200	8,8
630	535	7	1800	1,2	240	85	1800	10
800	678	8,5	2750	1,4	370	100	2750	11,5
1000	851	9	3650	1,5	490	110	3650	12
1200	1030	13	6400	2	852	156	6400	16

(Vir: http://www.kovinoplastika-piskar.si/Prospekt_Mapikan_slo_05_05.pdf)

3.7.4 Zagotavljanje kakovosti

Cevi so izdelane v skladu s standardom prEN 13476-1 in preizkušene v skladu s standardom prEN 13476-2, ki postavlja še za razred višje zahteve kakovosti in zahteve:

a) redno kontrolo vhodnih surovin:

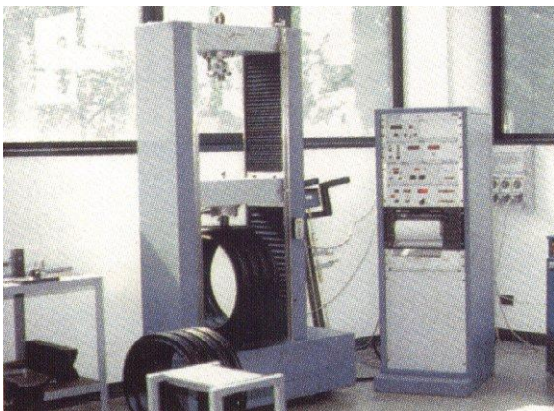
- masni pretok taline,
- dolgotrajna hidrostatska trdnost,
- gostota materiala.

b) kontinuirano preverjanje cevi v proizvodnem procesu:

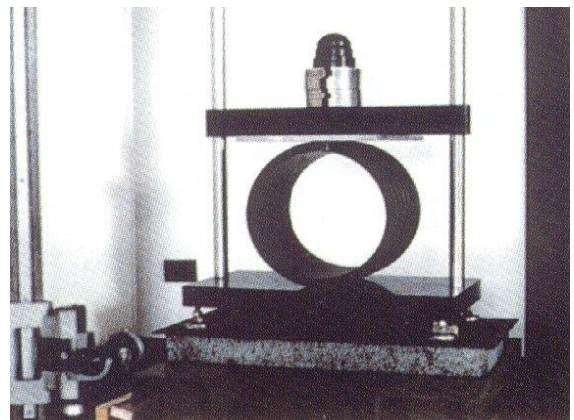
- kontrolo dimenzij (zunani premer, notranji premer, debelina stene notranjega sloja, debelina stene zvarjenega notranjega in zunanjega sloja),
- kontrolo izgleda cevi (izgled površine, barva, napis na cevi).

c) ter redno preizkušanje:

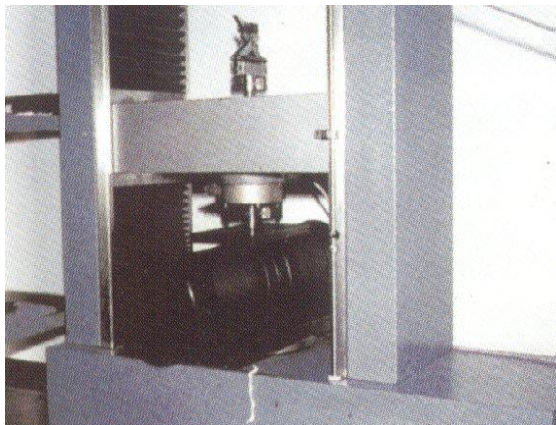
- dimenzijske trdnosti cevi,
- odpornosti cevi na udarce,
- temenske togosti cevi,
- fleksibilnosti cevi,
- modula lezenja cevi,
- tesnosti spojev cevi in spojnih kosov.



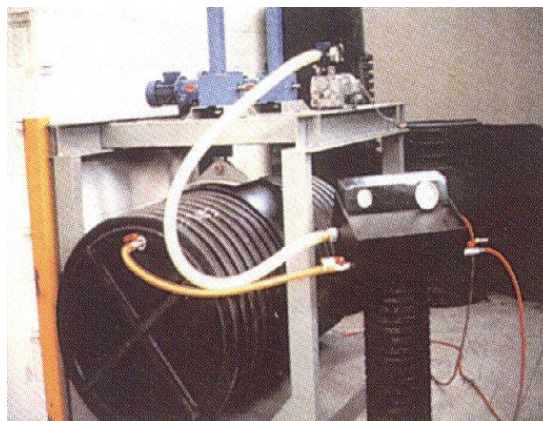
Slika 26: Merjenje obodne togosti



Slika 27: Merjenje lezenja



Slika 28: Merjenje deformacij na spoju s spojko



Slika 29: Preizkus tesnosti spoja

(Vir: http://www.kovinoplastika-piskar.si/Prospekt_Mapikan_slo_05_05.pdf)

3.7.5 Kemična odpornost PE-HD cevi

Cevi iz polietilena visoke gostote (PE-HD) so zaradi svoje parafinske strukture zelo odporne na mnoge kemikalije, zato se cevi iz polietilena pogosto uporabljajo tudi za transport kislin, lugov in solnih raztopin. Kemična odpornost je še posebno pomembna za odvod fekalij in odpadnih vod, saj je v teh cevovodih redno prisotna žveplena kislina, ki je odločilen dejavnik obstojnosti cevnih sistemov. Do korozije zaradi hlapnih sulfidov prihaja tudi nad nivojem tekočine, kar je lahko posebno kritično za vse materiale s cementnim vezivom.

V preglednici 10 je orientacijski prikaz kemične odpornosti cevi iz polietilena na posamezne medije ali skupine medijev pri določenih temperaturah. Natančnejši podatki za kemično odpornost PE-HD na medije so zbrani v tehničnem poročilu ISO TR 10358 in standardu DIN 8075 Beiblat 1. Za uporabo cevi v posebnih primerih se je treba predhodno posvetovati s proizvajalcem polietilenske surovine oziroma s proizvajalcem cevi.

Preglednica 10: Kemična odpornost PE-HD cevi na posamezne medije ali skupine medijev pri temperaturah 20 °C in 60 °C, kjer pomeni:

- + ustreza
- 0 deloma ustreza
- - ne ustreza
- * potrebno posvetovanje

Medij	20 °C	60 °C
Aceton	+	+
Alkoholne pijače (do 40 %)	+	+
Amoniak (5 x dop. konc.)	+	*
Apno	+	+
Asfalt	+	0
Bencin	+	0
Bitumen	+	0
Citronska kislina	+	+
Detergenti	+	+
Dušikova kislina (do 10 %)	+	0
Etanol (96 %)	+	+
Formaldehid (do 40 %)	+	+
Glicerin (tehnično čist)	+	+
Kerozin	+	0
Kislina (aromatske)	+	+
Klej	+	+
Klorirana voda	+	+
Kurilno olje	+	0
Laneno olje (tehnično čisto)	+	+
Lugi	+	*
Metanol	+	+
Mineralna olja	+	0
Mineralna voda	+	+
Mlečna kislina	+	+
Mleko	+	+
Morska voda	+	+
Motorna olja	+	0
Plinsko olje	+	0

Ocetna kislina	+	+
Petrolej (tehnično čist)	+	+
Pivo	+	+
Rastlinska olja	+	*
Ricinusovo olje	+	+
Sadni (zelenjavni) sokovi	+	+
Solna kislina	+	+
Tekoča mila	+	+
Urin	+	+
Zavorna tekočina	+	+
Živalska olja	+	0
Živo srebro	+	+
Žveplasta kislina (do 10 %)	+	+
Žveplasta kislina (do 30 %)	+	+

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=1&opt=4>)

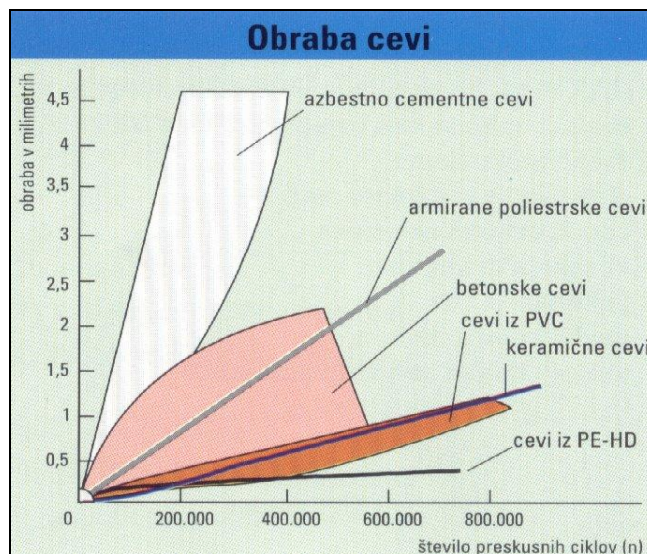
V preglednici 10 je orientacijski prikaz kemične odpornosti cevi iz polietilena na posamezne medije. Kot vidimo, je polietilen (PE-HD) pri temperaturi do 20 °C odporen na vse napisane medije. Tudi pri temperaturi 60 °C je odporen na veliko medijev. Pod vplivom aromatskih in halogenskih ogljikovodikov kot tudi olj, masti in voskov pa nabrekne. Pri temperaturah do 30 °C pa je ta nabreknitev zanemarljiva. Za neoksidirajoče kisline vseh koncentracij kot tudi oksidirajoče kisline manjših koncentracij je PE-HD tudi pri povišanih temperaturah (do 60 °C) odporen. Oksidirajoče kisline visokih koncentracij načenjajo PE-HD tako, da je možna tvorba razjed tudi pri nižjih temperaturah.

3.7.6 Odpornost cevi iz PE-HD na obrabo

Polietilen visoke gostote (PE-HD) je izredno odporen na abrazijo in spada med najodpornejše materiale, ki se uporabljajo za izdelavo cevi.

Na univerzi v Darmstadt so izvedli obširne raziskave obrabe cevi iz različnih materialov na podlagi priznane metode (Slika 30).

Preizkus kaže odpornost proti abraziji (preglednica 11). Abrazivni medij : 15 % peska v vodi – hitrost 10 m/s.



Slika 30: Diagram prikazuje impresivne lastnosti, ki jih imajo cevi iz PE-HD glede odpornosti na obrabo

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=1&opt=4>)

Preglednica 11: Čas, potreben za abrazijo enake količine materiala s sten cevi

keramika	jeklo	beton	PVC	PE 80
60 ur	34 ur	20 ur	50 ur	100 ur

(Vir: http://www.kovinoplastika-piskar.si/Prospekt_Mapikan_slo_05_05.pdf)

3.7.7 Transport in skladiščenje cevi

Cevi iz PE-HD zaradi velike odpornosti na obrabo in udarce ter majhne mase omogočajo nezahtevne postopke transporta in skladiščenja ter praktično ne potrebujejo posebnih zaščitnih ukrepov. Cevi so tudi pri nizkih temperaturah (pod 0 °C) še vedno dovolj žilave in odporne na udarce. Kljub vsemu pa je zahtevano razumno ravnanje. Posebno velja nameniti pozornost ostrim predmetom in robovom, ki lahko trajno poškodujejo cev, zato je potrebno transportna sredstva in skladiščne prostore očistiti ostrih predmetov in zaščititi ostre robove.

Cevi naj zložene nalegajo po celotni dolžini in naj bodo zaščitene pred zdrsom. Višina nalaganja naj ne bo večja od enega metra. V primeru paletiziranih cevi in skladiščenja v več etažah je potrebno zagotoviti, da leseni okvir ene palete nalegajo na lesene okvire palete pod njo (les na les).

Pri nalaganju ali razlaganju cevi ne smemo vleči prek ostrih robov ali po tleh. Priporoča se uporaba primernih orodij, na primer pasov za dviganje.

Material, iz katerega so izdelane cevi, je UV stabiliziran ter tako dokaj odporen proti ultravijoličnim žarkom in drugim vremenskim vplivom. Vendar se priporoča, da se cevi skladišči nezaščitene pred vremenskimi vplivi največ eno leto. V primeru daljšega skladiščenja je potrebno cevi zaščititi pred sončnimi žarki.

Preglednica 12: Število in skupna dolžina cevi v paleti za različne premere DN (mm)

Nazivni premer DN (mm)		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1200	
Dolžina cevi (m)	6	Število cevi v paleti	76	60	33	20	20	12	8	5	*	*	*	*
		Skupna dolžina cevi v paleti	456	360	198	120	120	72	45	30	6	6	6	6

* cevi niso v paleti

(Vir: <http://www.stigma-cs.si/?program&ulica&num=1&opt=5>)

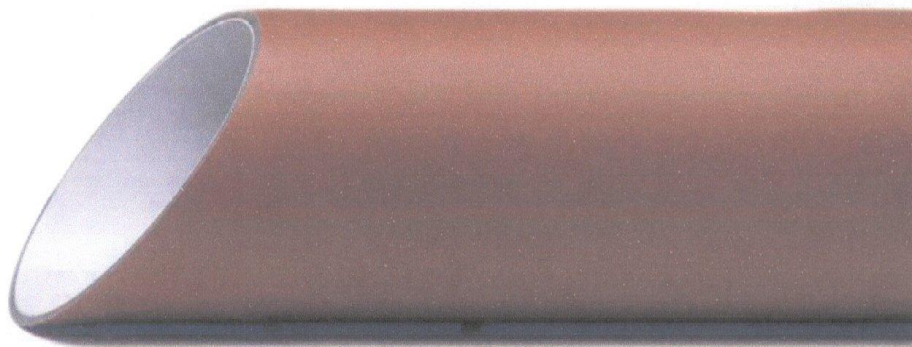
3.8 Rebraste in gladke cevi iz polipropilena (PP) za kanalizacijo

Uporaba materiala polipropilena (PP) v javnih kanalizacijskih omrežjih se je začela v sredini 90. let prejšnjega stoletja v severni Evropi – predvsem v skandinavskih državah. Že leta 1998 je bilo 25 % vseh novih kanalizacijskih omrežij na Švedskem zgrajenih iz cevi iz (PP) osnovnega materiala.

Prve fekalne in meteorne kanalizacije iz (PP) materiala so tako v funkciji že preko 20 let, med tem ko se ta material na področju hišne kanalizacije uporablja že več kot 25 let in je praktično v celoti izrinil druge materiale (PVC).

Z uporabo novih metod nadzora cevovodov (uporaba kamere) in prvih statistik o njihovih poškodbah je prišlo do vse večjega zavedanja pomena kvalitete kanalizijskih sistemov. Na teh osnovah so leta 1998 nastali prvi (PP) materiali, namensko izdelani za izdelavo cevi za kanalizacijo in odvodnjavanje.

Iz polipropilena izdelujemo tako gladke kot rebraste kanalizijske cevi. V svoji nalogi bom opisal gladke kanalizijske cevi POLO - ECO plus iz polipropilena.



Slika 31: Gladka kanalizijska cev POLO – ECO plus iz polipropilena (PP)

(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

3.8.1 Cevni material

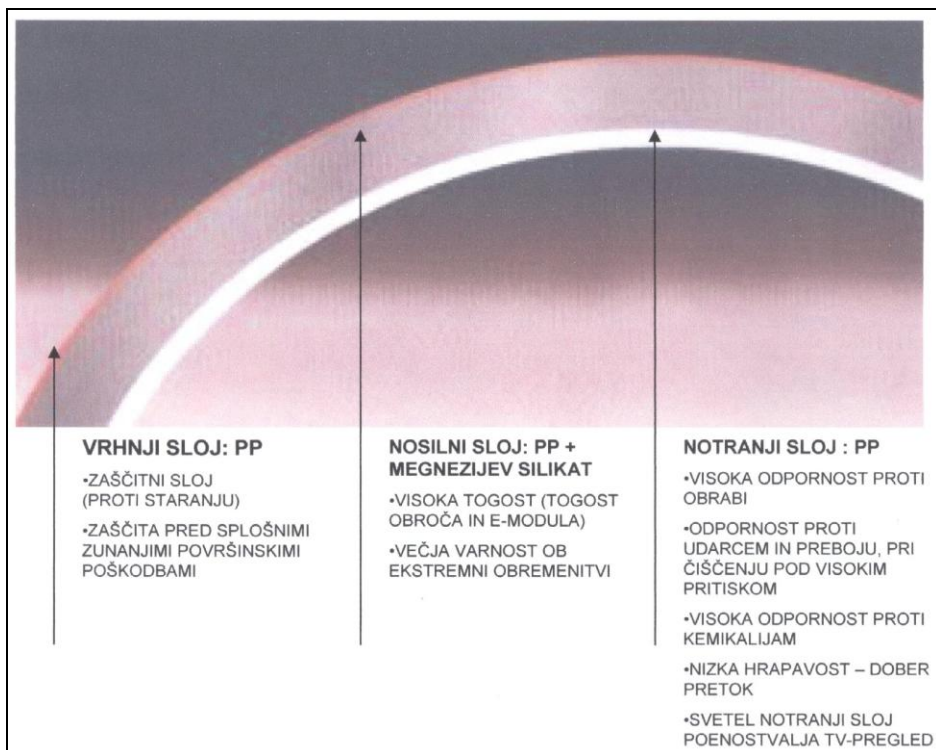
Cevni material je sestavljen iz rudninsko ojačanega, visoko kristaliziranega polipropilena (PP). Kot ojačevalno rudnino se uporablja magnezijev silikat (hidratiziran), ki po posebni predhodni obdelavi pridobi posebno visoko afiniteto kristaliziranega polipropilena (PP), ki se homogeno meša s polipropilensko snovjo.



Slika 32: Magnezijev silikat, vstavljen v (PP) matriko (rastersko elektromikroskopski posnetek)

(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

PP cev izdelujemo s pomočjo večslojnega ekstruzijskega postopka in je sestavljen iz treh slojev. Vsak izmet treh slojev je odgovoren za izpolnitev visokih zahtev pri gradnji kanalizacije. Vsi trije sloji so med seboj povezani v homogeni, ekstruzijsko zavarjeni povezavi. Sestavina nosilnega sloja v povezavi z zunanjim in notranjim slojem se odlikuje po spodaj navedenih lastnostih (Slika 33).



Slika 33: Sestava cevi iz polipropilena

(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

Lastnosti te specialne polipropilenske zmesi so tako dobre, da jo lahko uporabljamo namesto dosedaj uporabljenih materialov – s posebnimi prednostmi pri gradnji kanalizacije in cevovodov:

Prednosti gladke cevi iz polipropilena:

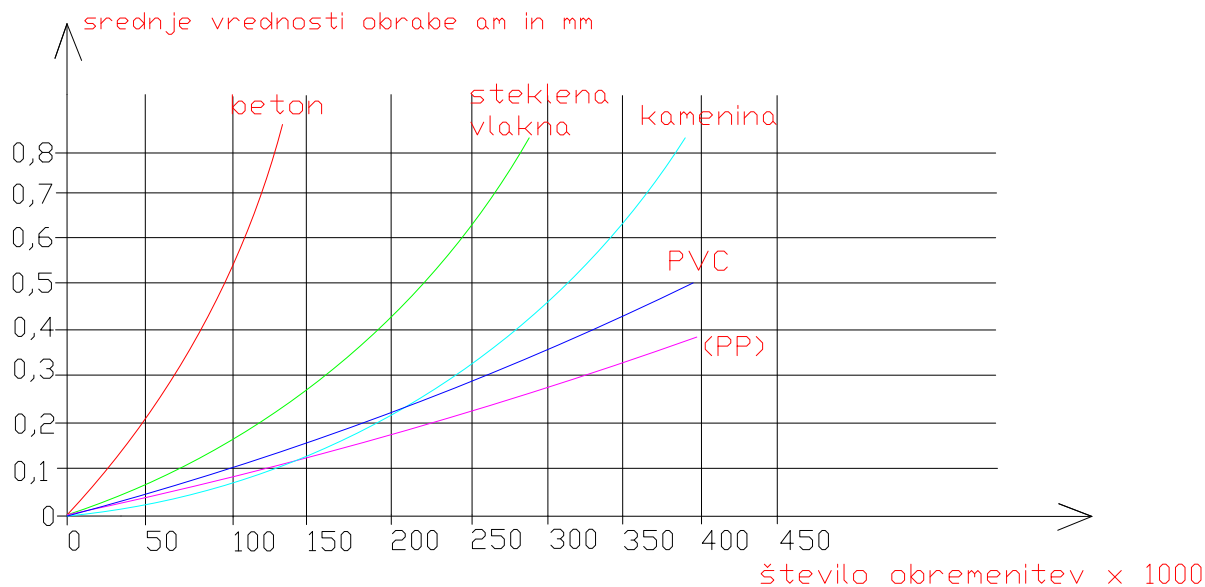
- hitra in enostavna vgradnja cevnih sistemov,
- visoka točkovna obremenitev in odpornost proti preboju,
- odlična odpornost proti obrabi,
- visoka temperaturna obstojnost in odpornost proti mrazu,
- visoka odpornost proti zlomu zaradi ekstremne žilavosti,
- visoka odpornost proti agresivnim odplakam,
- dobra razbremenitev napetosti,
- minimalno raztezanje po dolžini,
- optimalna stenska sestava in debelina.

Slabosti gladke cevi iz polipropilena:

- slabši razvoj biofilma,
- nimajo še 50-letnih izkušenj,
- ne preveč ugodne proti vzgonu,
- niso iz sonaravnega materiala.

3.8.2 Odpornost cevi iz PP na obrabo

PP-kanalizacijske cevi nudijo izjemno varnost za trajno delovanje cevovodov zahvaljujoč dobrim lastnostim PP materialom, ki so odporni na udarce in obrabo.

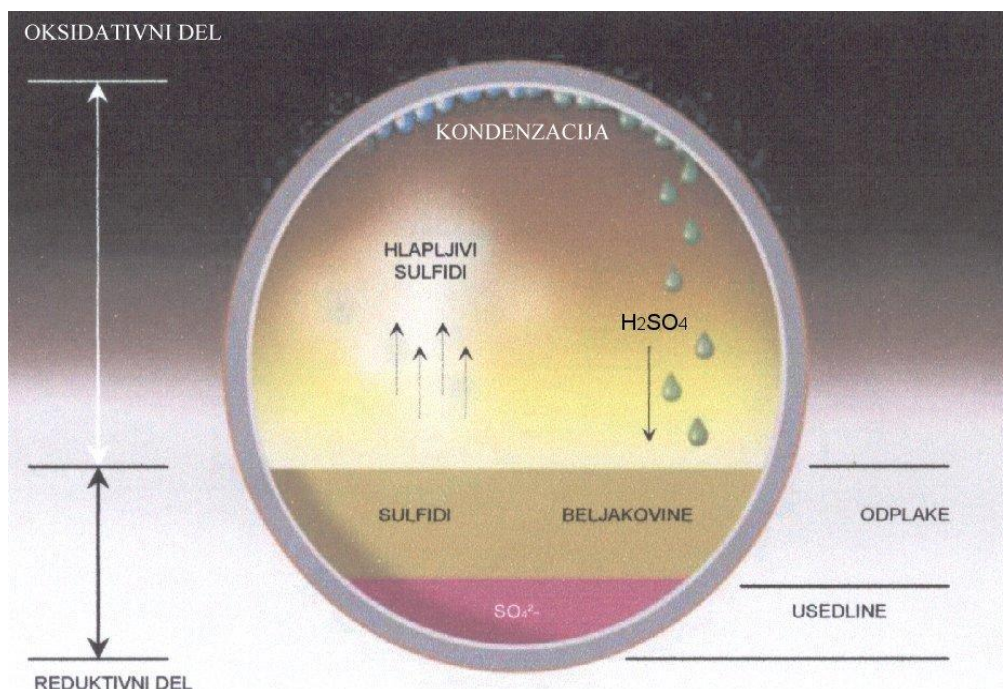


Grafikon 1: Obraba različnih cevni materialov po Darmstatovem postopku

(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

3.8.3 Kemična obstojnost

Za neoksidirajoče kisline je PP zelo dobro odporen tudi pri povišanih temperaturah, medtem ko pod vplivom oksidirajočih kislin pride do pospešene degradacije. Pri nekaterih medijih lahko pride do tvorbe napetostnih poškodb, še posebno pri istočasnem delovanju mehanskih obremenitev. Kot primer vzemimo žveplovo kislino (H_2SO_4). Razredčena žveplova kislina (do koncentracije približno 50 %) in do temperature 50 °C ne spremeni bistveno mehanskih lastnosti materiala. Pri višjih koncentracijah ali višjih temperaturah pa se poslabšajo mehanske lastnosti PP in tudi tvorba napetostnih razjed se znatno poveča.



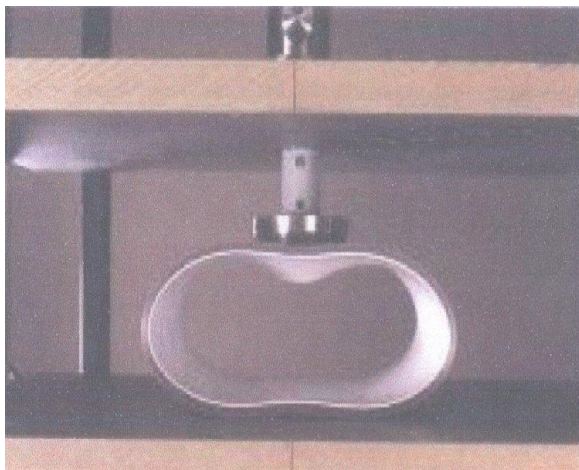
Slika 34: Nastajanje biogene žveplove kisline v kanalizacijski cevi
(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

3.8.4 Ekstremna žilavost

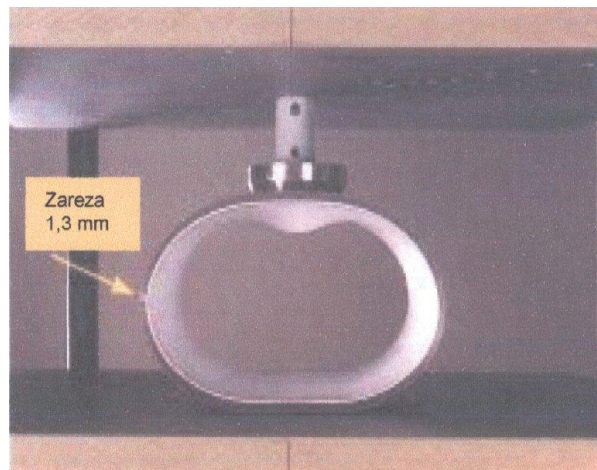
Točkovne obremenitve in velike razlike v obremenjenosti kanalizacijskih cevi lahko nastopijo zaradi grobozrnate podlage in različne sestave tal, kot tudi neenakomernega utrjevanja podlage.

Kanalizacijske cevi POLO – ECO plus iz PP so namenjene prav takim obremenitvam. Lastnosti večslojne polipropilenske cevi nudijo pri tem ekstremno visoko žilavost in varnost proti zlomu.

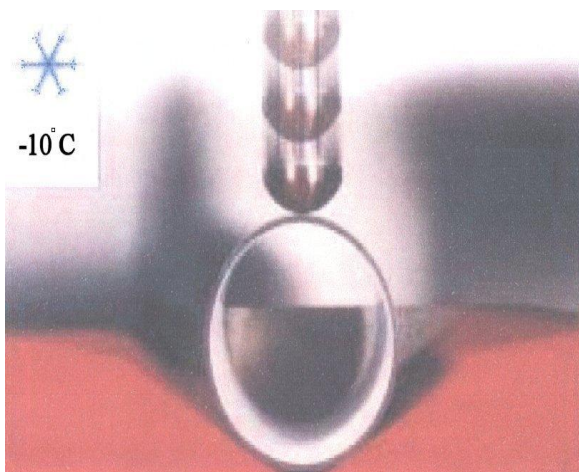
Preizkus točkovne obremenitve in preizkus preboja dokazuje, da kanalizacijske cevi zdržijo celo ekstremno visoke obremenitve in deformacije. Preizkusi dokazujejo tudi sposobnost zmanjševanja napetosti v steni cevi, ki nastaja zaradi različnih obremenitev.



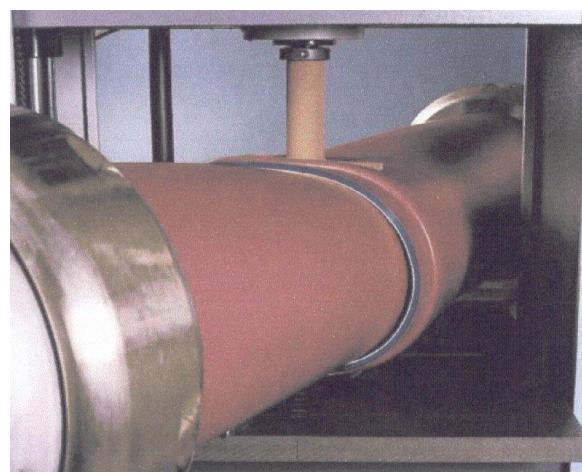
Slika 35: Meritev sposobnosti točkovne obremenitve



Slika 36: Preverjanje neobčutljivosti na zareze



Slika 37: Preverjanje odpornosti na mraz



Slika 38: Preverjanje ekstremne deformacije na spoju cevi

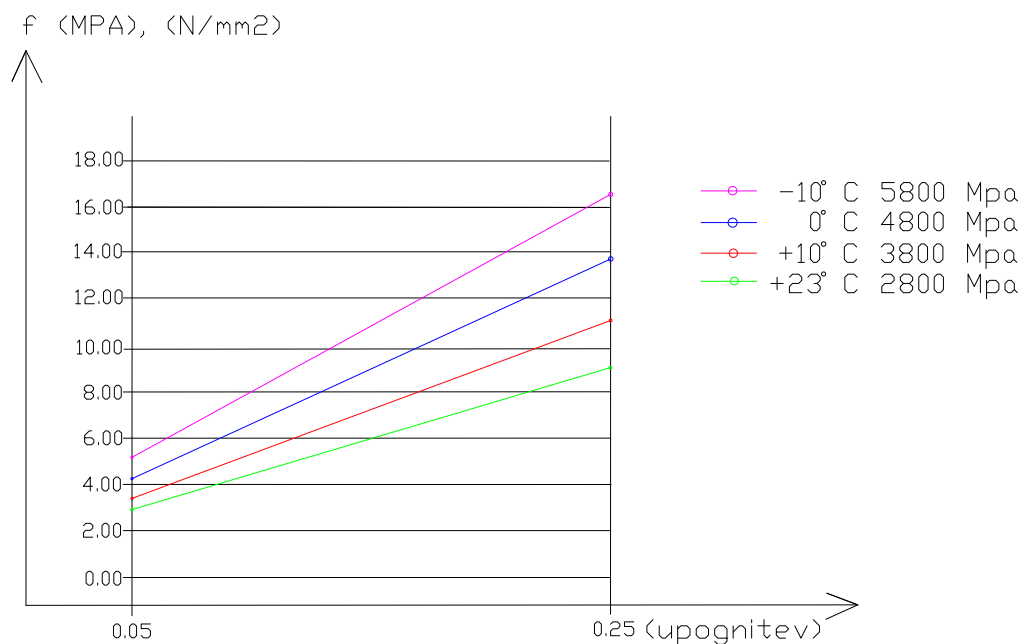
(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

3.8.5 Modul elastičnosti in togost cevi

Modul elastičnosti [EB] in togosti oboda [SR] cevi POLO – ECO plus iz polipropilena pri različnih vgradnih in obratovalnih obremenitvah.

Prikazani grafikoni (Grafikon 2, Grafikon 3) kažejo odpornost na spremembe oblike cevi iz PP pod različnimi obremenitvami (deformacije, temperatura).

Kanalizacijske cevi POLO – ECO plus iz polipropilena imajo lastnosti, ki so idealne za zemeljsko polaganje kanalizacijskih cevi. Po eni strani se zvišuje modul elastičnosti [E_B] in s tem odpornost proti deformacijskim silam pri padajoči temperaturi. Po drugi strani pa se zvišuje odpornost proti deformacijam z naraščajočo deformacijo oziroma raztezanjem obrobnih vlaken.



Grafikon 2: Meritev modula elastičnosti [E_B] s pomočjo 3-točkovnega poskusa upogibanja
(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

Bistvena lastnost kanalizacijskih cevi iz polipropilena je povečana togost in žilavost materiala. Iz polipropilena izdelujejo obodne togosti SN8, SN12, SN16.

Obodne togosti SN16 uporabljamo:

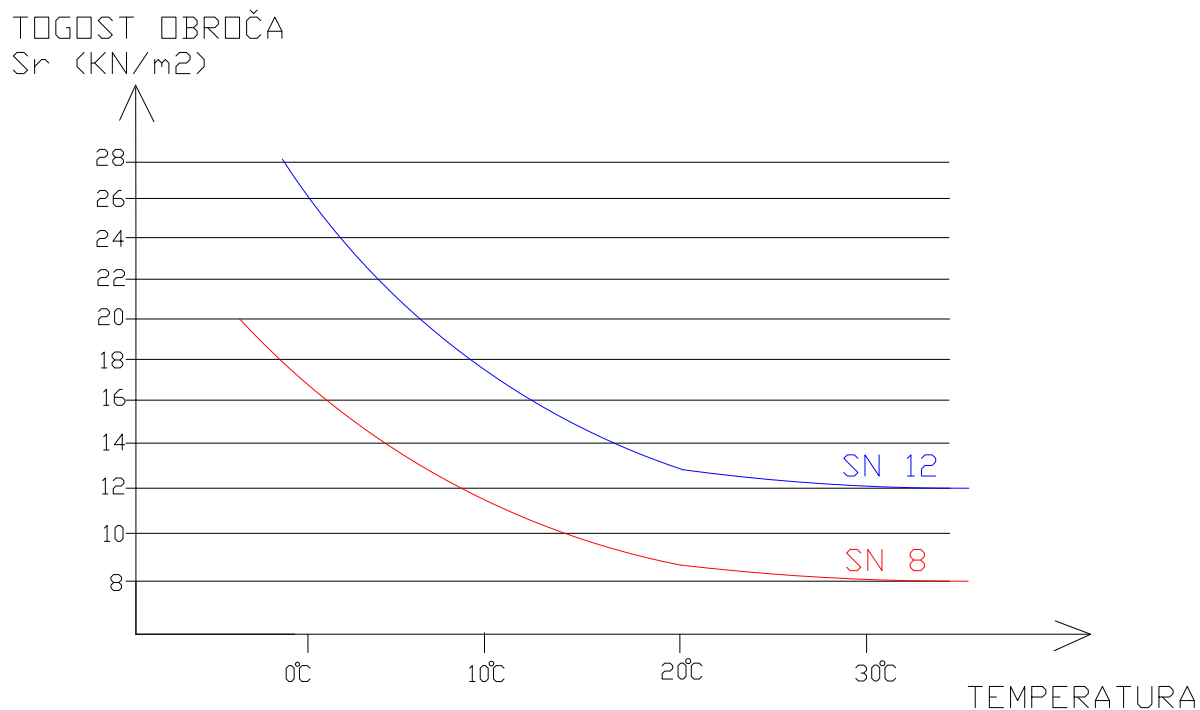
1. v mestnih središčih:
 - ker so tu prisotne visoke prometne obremenitve,
 - ker nudijo maksimalno zanesljivost investitorju in upravljalcu.

2. pri nizkih višinah nadkritja:

- v kombinaciji s prometnimi ali drugimi obremenitvami,
- pri prečnih povezavah na avtocestah.

3. pri velikih višinah nadkritja:

- na deponijah, nasutjih in jezovih, kjer nadkritje doseže tudi več kot 30 m.

Grafikon 3: Togost oboda [S_r], SN8, SN12

(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

3.8.6 Pretočnost

Izjemno gladka in neporozna notranja površina PP kanalizacijskih cevi omogoča polaganje tudi pri izjemno majhnih dolžinskih naklonih. Zaradi majhne hrapavosti je pretočni volumen maksimalen.

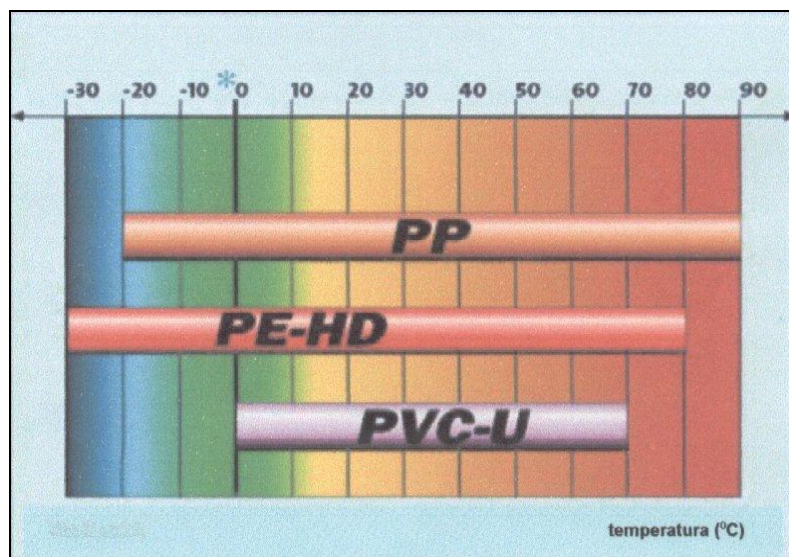
Gladka notranost cevi zmanjšuje potrebo po čiščenju in na podlagi tega zmanjšuje stroške vzdrževanja na minimum.

Stopnja hrapavosti kanalizacijskih cevi POLO – ECO plus iz polipropilena ($k = 0,01$ mm).

3.8.7 Temperaturne obremenitve

Najvišja temperatura dovajalnih odplak je v skladu s predpisi EN, omejena na 45 °C.

Polipropilen nudi pri tem veliko varnost (Slika 39).



Slika 39: Temperaturno območje uporabe

(Vir: http://www.cmc-ekocon.si/si/ponudba/255/product_details.html)

3.9 Betonske in armiranobetonske cevi

Betonske cevi so lahko armirane ali nearmirane in so namenjene za izgradnjo težnostnih kanalizacijskih sistemov. Z njimi imamo več kot stoletne izkušnje. Če so kvalitetno narejene, kot npr. v Ljubljani zbiralnik A, zdržijo več kot 100 let. Sodobne betonske in armiranobetonske cevi imajo na eni strani obojko z vgrajenim gumenim tesnilom, drugi del pa je raven. Betonske cevi uporabljamo predvsem za padavinsko kanalizacijo in pri odpadnih vodah večjega premera. Cevi iz betona so definirane kot toge cevi. Poleg vodotesnosti in zelo dobre temenske nosilnosti imajo primerno hrapavo površino za razvoj biofilma v kanalizacijskem sistemu in s tem večjo samočistilno sposobnost. Nazivni premer cevi je enak notranjemu.



Slika 40: Armiranobetonska cev z vgrajenim gumijastim tesnilom
(Vir: <http://www.stavbar-igm.si/betonske-vodotesne-cevi-p-1922.php>)



Slika 41: Armiranobetonska cev z ravnim dnom in vgrajenim gumijastim tesnilom

(Vir: <http://www.stavbar-igm.si/betonske-vodotesne-cevi-p-1922.php>)

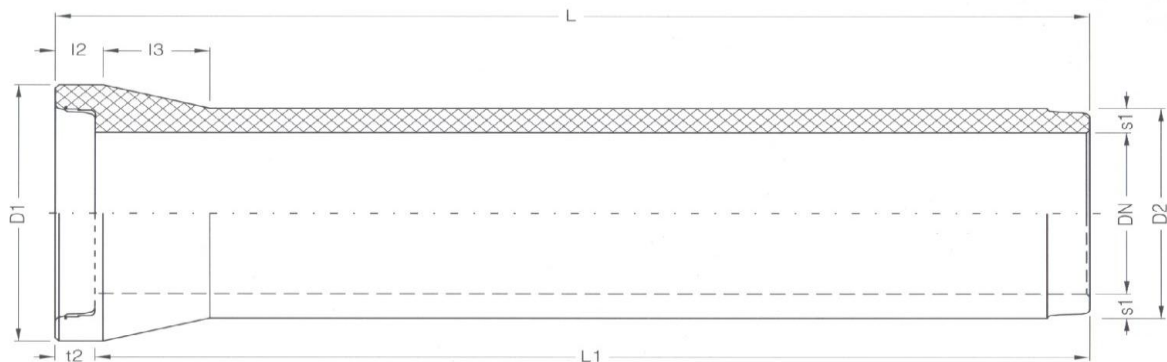
Tehnološke možnosti inštaliranih strojev so od premera \varnothing 20 cm do premera \varnothing 250 cm. Prav tako je možno izdelati cevi z ravnim dnom, kvadratne cevi ali cevi drugih pravokotnih oblik.

Proizvodnja poteka v vertikalnih jeklenih kalupih z vibracijsko tehniko, ki omogoča dnevno izdelavo več kot 500 m cevi, armaturni koš se pripravi na avtomatski krivini, sestavljeni in varilni napravi.

Standardni premeri sodobnih betonskih in armiranobetonskih cevi z vgrajenim gumenim tesnilom so med 300 in 1400 mm, standardne dolžine pa 2500 mm ali 3000 mm. Da pa se izdelat tudi večje premere do 2500 mm, odvisno od proizvajalca betonskih cevi.

Poznamo tudi betonske cevi na pero in utor, pri katerih je dolžina cevi 1m, premer pa od 200 mm do 2000 mm.

3.9.1 Armiranobetonska cev tip »NIVO«



Slika 42: Prerez in pogled armiranobetonske cevi

(Vir: http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/katalog.pdf)

Preglednica 13: Lastnosti armiranobetonske cevi, dolžine 250 cm

Efektivna dolžina 250 cm						
DN (mm)	L1 (mm)	L (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	s1 (mm)	masa* (kg)
300	2500	2600	594	450	75	610
400	2500	2600	694	550	75	765
500	2500	2600	794	650	75	925
600	2500	2600	894	760	80	1145
700	2500	2620	1040	880	90	1530
800	2500	2620	1176	1000	100	1940
900	2500	2620	1312	1120	110	2410
1000	2500	2620	1450	1240	120	2930
1200	2500	2630	1724	1480	140	4160

* Toleranca teže proizvodov je $\pm 5\%$

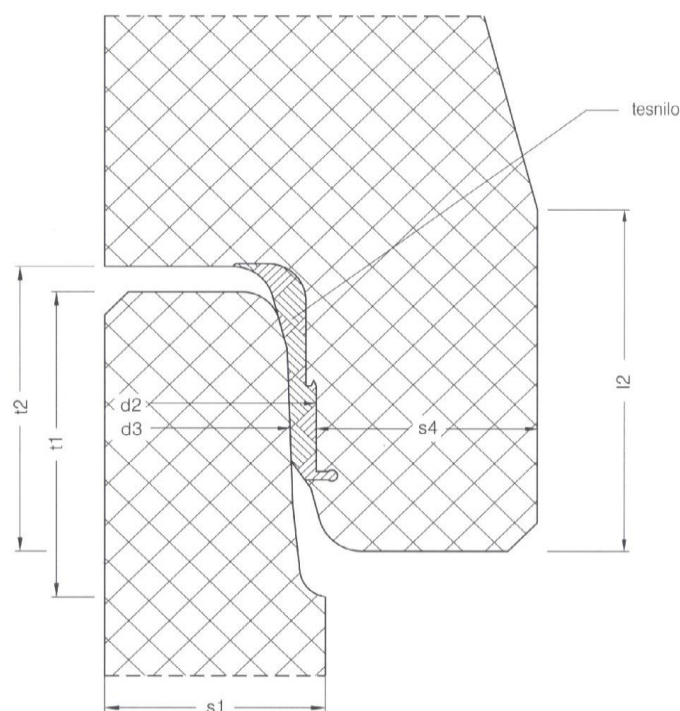
(Vir: http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/katalog.pdf)

Preglednica 14: Lastnosti armiranobetonske cevi, dolžine 300 cm

Efektivna dolžina 300 cm						
DN (mm)	L1 (mm)	L (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	s1 (mm)	masa* (kg)
300	3000	3100	594	450	75	720
400	3000	3100	694	550	75	905
500	3000	3100	794	650	75	1090
600	3000	3100	894	760	80	1355
700	3000	3120	1040	880	90	1800
800	3000	3120	1176	1000	100	2285
900	3000	3120	1312	1120	110	2835
1000	3000	3120	1450	1240	120	3450
1200	3000	3130	1724	1480	140	4885

* Toleranca teže proizvodov je $\pm 5\%$

(Vir: http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/katalog.pdf)



Slika 43: Detajl stika armiranobetonske cevi tip »NIVO«

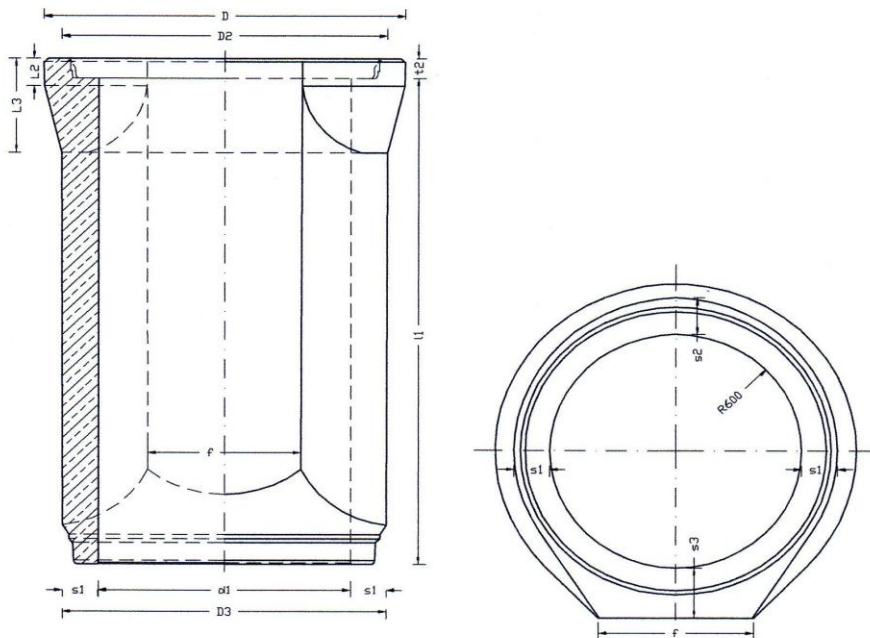
(Vir: http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/katalog.pdf)

Preglednica 15: Dimenzije stika za različni DN cevi

Skupni podatki							
DN (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	I2 (mm)	I3 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)	s4 (mm)
300	105	100	120	269	443,8	426	75,1
400	105	100	120	269	543,8	526	75,1
500	105	100	120	269	643,8	626	75,1
600	105	100	120	250	743,8	726	75,1
700	125	120	140	299	867	844	86,5
800	125	120	140	328	985	962	95,5
900	125	120	140	358	1103	1080	104,5
1000	125	120	140	392	1221	1198	114,5
1200	135	130	150	455	1462	1434	131

(Vir: http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/katalog.pdf)

3.9.2 Armiranobetonska cev z ravnim dnom tip »IGM Stavbar«



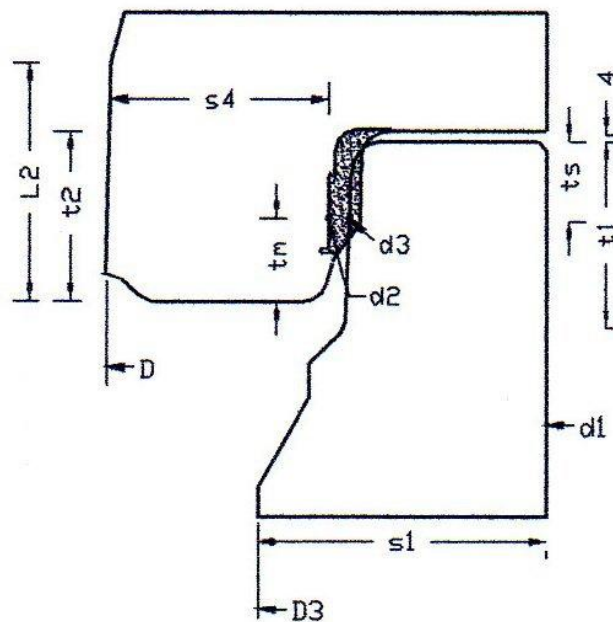
Slika 44: Prerez in pogled armiranobetonske cevi z ravnim dnom

(Vir: http://www.stavbar-igm.si/images/File/Katalogi/Kanalizacijski_sistemi_2007-tehnicni_katalog.pdf)

Preglednica 16: Lastnosti armiranobetonske cevi z ravnim dnom, dolžine 250 cm

Efektivna dolžina 250 cm									
d1 (mm)	s1 (mm)	l1 (mm)	D (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	L (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	masa* (kg)
1200	170	2500	1720	1549	1540	2600	140	485	5680

(Vir: http://www.stavbar-igm.si/images/File/Katalogi/Kanalizacijski_sistemi_2007-tehnicni_katalog.pdf)



Slika 45: Detajl stika armiranobetonske cevi tip »IGM Stavbar«

(Vir: http://www.stavbar-igm.si/images/File/Katalogi/Kanalizacijski_sistemi_2007-tehnicni_katalog.pdf)

Preglednica 17: Dimenzije stika armiranobetonske cevi z ravnim dnom tip »IGM Stavbar«

Skupni podatki										
s2 (mm)	S3 (mm)	f (mm)	s4 (mm)	t1 (mm)	t2 (mm)	tm (mm)	ts (mm)	d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)
190	260	730	130	110	100	49	47	1200	1457,4	1434

(Vir: http://www.stavbar-igm.si/images/File/Katalogi/Kanalizacijski_sistemi_2007-tehnicni_katalog.pdf)

3.9.3 Prednosti in slabosti betonskih cevi

Prednosti betonskih cevi:

- hitro in enostavno polaganje zaradi vgrajenih tesnil,
- zaradi povečanih debelin sten in armature visoka temenska nosilnost,
- zaradi posebno gladke obdelave notranjih sten in muld velika transportna sposobnost cevovoda,
- ugodne proti vzgonu,
- enostavno in poceni vzdrževanje,
- kompatibilnost z drugimi sistemi in materiali,
- daljša življenjska doba od 80 – 100 let,
- ugodne za razvoj biofilma,
- so iz sonaravnega materiala,
- cenovno ugodne.

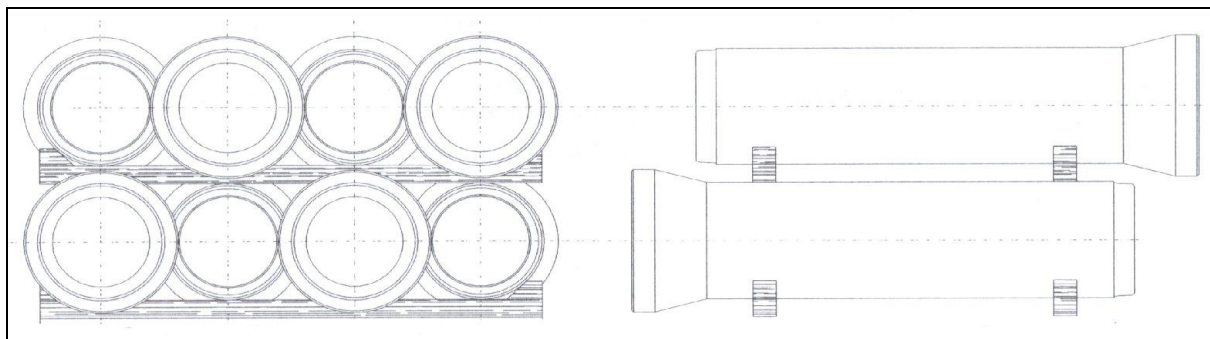
Slabosti betonskih cevi:

- so težke,
- slabša odpornost proti abraziji,
- so krajše (dolžinsko) od drugih cevi.

3.9.4 Skladiščenje in transport betonskih cevi

Betonske in armiranobetonske cevi se skladiščijo tako, da so postavljene navpično ter stoje na mufenskem delu po celi površini na ravni podlagi. Enako se skladišči tudi jaške.

V primeru, ko je skladiščenje začasnega značaja (za potrebe gradbišča), se cevi deponirajo na lesene morale, dim. 12/12 cm, ki ležijo na ravni in čvrsti podlagi. Na obeh koncih moralov so cevi podprte z lesenimi zagozdami, ki so pritrjene na morale. Naslednje cevi se odlagajo tako, da tvorijo simetrične vrste preko na novo položenih moralov. Cevi večjih profilov se deponirajo samo v eni vrsti na moralih z zagozdami. Vgrajeno gumijasto tesnilo, ki je v obojki (mufni del cevi) ne sme biti izpostavljeno soncu.



Slika 46: Prikaz odlaganja betonskih cevi na gradbišču

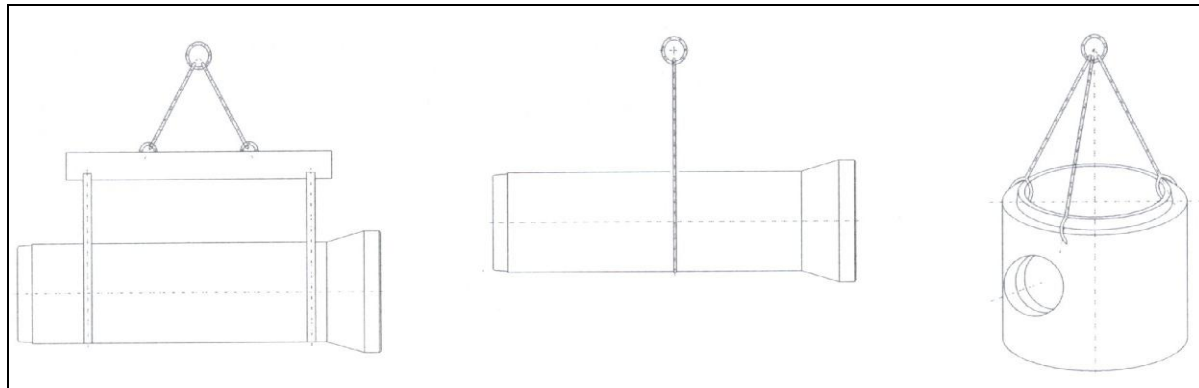
(Vir: Navodila za montažo cevnih sistemov NIVO)

Med transportom z vozili morajo biti cevi podložene z morali na enak način kot pri začasnem skladiščenju. Ko je tovor naložen, se še dodatno poveže z najlon trakovi.

Pri premeščanju ne sme priti do poškodb plašča ali robov cevi, torej se moramo izogniti različnim udarcem, sunkovitemu dviganju in spuščanju cevi. Tudi nekontrolirano kotaljenje ni dovoljeno.

Lokalni transport (na gradbišču) se izvaja s pomočjo gradbene mehanizacije (bager) ter jeklenih vrvi, ki so prirejene v ta namen. Omenjen način transporta se uporabi tudi pri montaži cevi in jaškov.

Dvigovanje cevi z vrvjo ali drogom skozi cev kot tudi dvigovanje več cevi hkrati ni dovoljeno.



Slika 47: Prikaz gradbiščnega transporta cevi z dvema jeklenima ali najlon vrvema preko droga, premeščanje cevi s prirejeno enokrako jekleno vrvjo ter premeščanje baze betonskega jaška s prirejeno trikrako jekleno vrvjo (ali verigo) in kleščami

(Vir: Navodila za montažo cevnih sistemov NIVO)

3.10 Poliestrske cevi

Poliestrske cevi (PI) so sodobne cevi, ki jih uporabljamo predvsem za večje premere kanalizacije. S steklenimi vlakni ojačana nenasičena poliestrska smola je iz treh komponent sestavljen kompozit, ki ga štejemo k duroplastičnim umetnim snovem. Izhodiščni material za njegovo izdelavo so nenasičena poliestrska smola kot vezivo, steklena vlakna kot ojačanje in polnila.

Funkcija poliestrske smole je vezanje posameznih komponent. Ker poliestrska smola popolnoma obdaja vse druge komponente kompozita, je njegova korozivna obstojnost neposredno odvisna od obstojnosti uporabljenih smol. Naloga steklenih vlaken je ojačanje materiala, zvišanje upogibne in natezne trdnosti. Polnila so primerna za sprejemanje tlačnih napetosti. Pri gradnji cevnih sten jih zato uporabljamo za tvorbo tlačnega območja.



Slika 48: Poliestrske cevi »HOBAS«

Cevi so označene z notranjim premerom (DN). Običajno jih izdelujejo od nazivnega premera 200 mm do DN 1600 mm, lahko tudi večje pod oznakami PN 1/SN 2500, PN 1/SN 5000 in PN 1/SN 10000, kjer PN 1 pove nazivni tlak 1 bara, SN 2500, 5000, 10000 pa nazivno togost cevi v Pa.

Za manj obremenjene cevovode (pod zelenicami in pločniki) uporabljamo cevi SN 5000, pod vozišči pa SN 10000. Standardna dolžina cevi je 6 m.

Preglednica 18: Poliestrske kanalizacijske cevi, nazivni premer DN, zunanji premer dz, notranji premer dn, debelina stene δ in masa cevi G za cevi PN 1/SN 10000

DN (mm)	dz (mm)	dn (mm)	δ (mm)	G kg/m
200	220,8	209,2	5,8	6,5
250	272,5	258,7	6,9	10
300	324,5	308,5	8	14
400	427,1	406,7	10,2	23
500	530,2	505,9	12,3	35
600	616,4	588,2	14,1	47
700	718,8	685,2	16,3	64
800	820,4	783,6	18,4	83

1000	1026,1	980,5	22,8	130
1200	1229	1175	27	185
1400	1434	1371,2	31,4	249
1600	1638,4	1567	35,7	330

(Vir: Gradbeniški priročnik)

3.10.1 Lastnosti poliestrskih cevi

Prednosti poliestrskih cevi:

- nizka teža in enostavno spajanje cevi močno olajšujeta polaganje,
- homogena struktura cevne stene zaradi patentiranega centrifugalnega postopka,
- visoka obstojnost proti obrabi,
- majhno usedanje blata,
- izredno gladka notranja površina cevi,
- neobčutljivost na mraz in zvišane temperature,
- majhen dilatacijski koeficient,
- dobra odpornost proti UV-žarkom,
- velika statična obremenljivost,
- dobra kemijska obstojnost,
- velika trpežnost,
- možno upogibanje v spojki,
- enostavna obdelava cevi.

Slabosti poliestrskih cevi:

- zelo drage cevi,
- nimajo še 50-letnih izkušenj,
- slabši razvoj biofilma.

3.11 Cevi iz nodularne litine za kanalizacijo – duktilne cevi

Duktilne cevi, kot jim pogosto rečemo, se vedno več uporabljajo za gravitacijske in tlačne cevovode v vodovodnih ter kanalizacijskih sistemih. Ker so zelo drage, jih za kanalizacijo uporabljamo le redko, čeprav so kakovostne, trajne, nosilne, dobro tesnijo, so pa težke. Od vodovodnih cevi se razlikujejo po zunanji zaščiti; nodularna litina je za kanalske cevi zunaj pocinkana v debelini sloja 200 g/m in premazana z rdečo epoksidno barvo debeline 120 mikronov, znotraj pa prekrita z aluminatno cementno malto, centrifugalnega nanosa debeline 3 do 9 mm. Nazivni premeri so enaki notranjim. Cevi običajno dobavljajo od DN 60 mm do DN 2000 mm, dolžine so običajno 6 m, cevi večjih premerov so lahko tudi daljše od 7 do 8,27 m.



Slika 49: Cevi iz nodularne litine za kanalizacijo

(Vir: <http://www.pamline.fr/pages/site/Gamme.asp?idrubriquecatalogue=10095>)

3.11.1 Lastnosti duktilnih cevi

Prednosti duktilnih cevi:

- velika odpornost proti udarcem,
- dobre mehanske lastnosti,
- enostavno polaganje in montaža,
- velika korozijska odpornost,
- odpornost na abrazijo in agresivne odplake od pH 4 do pH 12,
- trajnost cevovodov ter minimalni stroški vzdrževanja.

Slabosti duktilnih cevi:

- so težke,
- zelo drage.

3.12 Keramične cevi za kanalizacijo

Keramične cevi iz gline so definirane kot toge cevi. Zaradi odpornosti proti agresivnim vplivom kislin in lugov ter mehanskim obremenitvam, dolge življenjske dobe in primerne cene jih vedno več uporabljajo (v tujini) za gradnjo kanalizacije do premera 300 mm ali več v stavbnih in industrijskih prostorih. Keramične cevi spajajo klasično z obojko ali novejše z natakljivimi polipropilenskimi obojkami, ki imajo vdelana tesnila. Cevi iz gline so dimenzionirane glede na notranji premer.



Slika 50: Keramične cevi za kanalizacijo

(Vir: http://bp1.blogger.com/_D1_zr-NVvNc/R-MhLKAwEZI/AAAAAAAAABZo/4StLj_EaznU/s1600-h/Clay+sewer+pipes.jpg)

Preglednica 19: Keramične kanalizacijske cevi, nazivni premer DN, zunanji premer dz, notranji premer dN, vgradna dolžina cevi l in masa cevi G

DN (mm)	dz (mm)	dN (mm)	l (mm)	G (kg/m)
100	100	122	1,6	9,6
150	150	178	1,75	17,4
200	200	237	1,75 in 2,0	28,2
250	250	296	2,0	47,5
300	300	357	2,0 in 2,5	70,5

(Vir: Gradbeniški priročnik)

4 KRATEK OPIS DIMENZIONIRANJA CEVI

Če želimo kanale dimenzionirati, moramo pred tem:

- izbrati kanalizacijski sistem; če se odločimo za mešani sistem, bodo vse vode odtekale po eni cevi; če se odločimo za ločeni sistem, bodo odpadne in tuje vode odtekale v cevi za odpadno vodo (ta je manjšega premera, običajno leži globlje, speljana je v čistilno napravo), padavinske vode pa bodo odtekale po cevi večjega premera (preko lovilca olj) ali zadrževalnega bazena v vodotok,
- določiti prispevno področje na podlagi urbanističnih načrtov,
- za vsak kanal izračunati skupni odtok: poleg vode s prispevne površine upoštevati tudi vodo, ki priteče iz višje ležečih kanalov,
- poznati in upoštevati pravila o hitrosti vode v kanalih, polnjenosti cevi in najmanjših priporočenih (hidravličnih) padcih,
- pregledati in posneti teren, saj želimo padce cevi prilagoditi ali celo enačiti s padci terena.

Naslednji koraki hidravličnega preračuna so:

- izbira (izračun) notranjega premera cevi in hidravličnega padca po ustrezni metodi in z uporabo tabel za hidravlično dimenzioniranje kanalizacijskih cevi; izbrani premer cevi je vedno večji od izračunanega – to zahtevajo predpisi, saj je na ta način zagotovljena večja varnost pred zapolnitvijo cevi, ko so dotoki v cev večji od predpostavljenih,
- za izbrani notranji premer cevi pri skupnem odtoku preverimo:
 - dejansko hitrost vode pri skupnem odtoku, ki ne sme biti večja od 3 m/s zaradi prehitre obrabe cevi,
 - dejansko polnjenost cevi pri skupnem odtoku, ki je omejena na 70 %, za cev za odvod odpadne vode pri ločenem sistemu pa samo na 50 %,
- pri sušnem odtoku mešanega sistema kanalizacije in pri cevi ločenega sistema kanalizacije za izbrani notranji premer cevi preverimo:
 - dejansko hitrost vode, ki ne sme biti manjša od 0,4 m/s,

- dejansko polnjenost cevi, ki mora biti vsaj 10 % (višina vode v cevi mora biti vsaj desetinka premera cevi) in vsaj 3 cm; pri majhnih sušnih odtokih z okroglimi cevmi žal težko zadostimo navedenima pogojema – jajčasta oblika cevi bi bila zaradi ugodnejšega hidravličnega radija boljša. (Slokan, 2003)

4.1 Dimenzioniranje cevi pri mešanem kanalizacijskem sistemu

Za vsak kanal izračunamo vsoto odtoka skupne, največje vodne količine, kar služi za določitev ustreznega premera cevi.

Za dimenzioniranje cevi uporabimo naslednje enačbe:

$$Q = v \cdot A$$

Q - pretok vode v cevi, ki jo dimenzioniramo [m^3/s],

v - hitrost vode v cevi [m/s],

A - prerez cevi [m^2].

Povezavo med hitrostjo vode v , hidravličnim padcem I , hidravličnim radijem R , ob upoštevanju de Chezyjevega koeficienta C (ki je odvisen od koeficienta hrapavosti n) podaja de Chezyjeva enačba:

$$v = C \sqrt{R \cdot I} = C \cdot R^{1/2} \cdot I^{1/2}$$

C - de Chezyjev koeficient [$\text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$];

Običajno ga izračunamo po Manning-Stricklerjevi formuli: $C = \frac{1}{n} \sqrt[6]{R} = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$, kjer je n

(koeficient hrapavosti) za betonsko cev približno $n = 0,013$, oziroma je $v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$ po Manningu.

Oznake v enačbi pomenijo:

R - hidravlični radij [m];

To je razmerje med ploskvijo prečnega notranjega prereza cevi in omočenim obodom (tistim delom cevi, kanala, korita, struge, kjer se voda dotika stene);

$$R = \frac{A}{O}$$

Za okrogle in polne cevi velja:

$$R = \frac{A}{O} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{2\pi r} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4}$$

d – notranji premer cevi [m]

I – hidravlični padec [‰]

Enačbo za dimenzioniranje okroglih cevi običajno zapišemo tako, da pri izbranem skupnem pritoku Q , koeficientu hrapavosti n (običajno kar $n = 0,013$) in predpostavljenem hidravličnem padcu I iščemo ustrezen premer cevi:

$$d_{\min} = \left(3,208 \cdot Q \cdot n \cdot I^{-1/2} \right)^{0,375} = \left(\frac{3,208 \cdot Q \cdot n}{\sqrt{I}} \right)^{0,375}$$

Računanje z zapisano enačbo je zapleteno. Preveriti moramo še hitrost vode v cevi

$\left(Q = v \cdot A \rightarrow v = \frac{Q}{A} \right)$, ki ne sme preseči 3 m/s. V preglednici (glej prilogo B) so za različne notranje premere cevi (d_N) izračunani pretoki (Q) in hitrosti (v) v odvisnosti od padca (I) z upoštevanjem koeficienta hrapavosti $n = 0,013$.

Izbrati moramo take premere in padce cevi, da bomo zadostili pogoju hitrosti vode v cevi in polnitve cevi. Pri ceveh manjšega premera so zato potrebni večji padci kot pri ceveh večjega premera. Priporočene padce kanalov odčitamo iz preglednice 20. Če je mogoče, projektant sledi naravnemu padcu terena: izbira enake padce cevi, kot je nagib terena, saj je to najbolj ekonomično. Kadar je teren raven, ali so cevi položene celo s kontra padcem terena, izberemo minimalni padec iz preglednice 20, (na primer 3 ‰ za cev premera 200 mm).

Preglednica 20: Priporočeni padci kanalov

Premer cevi (mm)	Priporočeni padci kanalov (‰)
200	3 - 100
250 - 350	2 - 50
400 - 500	1 - 30
550 - 1000	0,5 - 10
> 1000	0,2 - 6

(Vir: Slokan, J. 2003. Nizke zgradbe)

Pri dimenzioniranju cevi se projektant pri zahtevanem pretoku odloča med večjim premerom cevi in manjšim padcem, lahko pa izbere tudi manjši premer, toda za isti pretok mora biti zato padeč večji in s tem večja hitrost vode v cevi. Kaj bo izbral, je odvisno od padca terena in višine spodaj ležečega kanala, na katerega bo priključil nov kanal. Iz tega razloga projektanti končni hidravlični račun kanalizacijske mreže kontrolirajo od spodnjega priključka navzgor glede na padeč gladine oziroma tlačne črte, ki ne sme segati nad teren, saj bi voda v takih primerih iztekla iz jaškov in požiralnikov. Pri tem moramo vedeti, da je osnovna višina kanala dno kanala.

Vse to velja do prvega razbremenilnika ali zadrževalnega bazena deževnih voda. Ta dva objekta dimenzioniramo posebej. Višino prelivnega roba razbremenilnika določimo tako, da v čistilno napravo speljemo samo količino padavinske vode, ki je enaka kritičnemu odtoku Q_{krit} , ki je odvisen od kritičnega naliva in prispevne površine, to je približno 1,5 - 3 sušnega odtoka. Ves deževni odtok, ki je večji od kritičnega odtoka, speljemo neposredno v odvodnik. (Slokan, 2003)

5 POLAGANJE IN KONTROLA KANALOV TER NAPELJAV ZA ODPADNO VODO

Kanale lahko polagamo v :

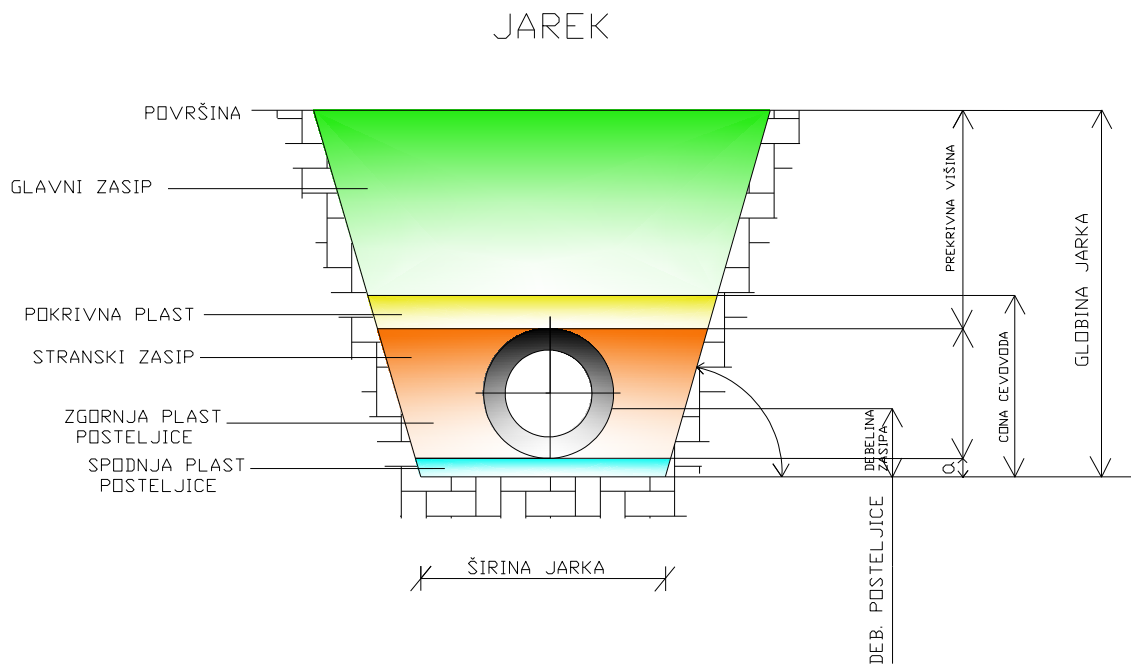
- odprtem gradbenem načinu,
- zaprtem gradbenem načinu.

5.1 Odprti gradbeni način

Vgradnjo cevi in njenih fazonskih elementov morajo izvajati usposobljeni delavci pod strokovnim nadzorom. Potrebno je upoštevati splošne smernice za polaganje cevovodov, ki so položeni v zemljo in so okvirno definirane v standardu SIST EN 1610.

5.1.1 Priprava jarkov

Jarek mora biti dimenzioniran in izkopan tako, da je zagotovljeno strokovno in varno vgrajevanje cevovoda. Če je med gradnjo potreben dostop do zunanje stene pod terenom ležečih objektov, npr. jaškov, je treba urediti zavarovan in najmanj 0,5 m širok delovni prostor. Kjer sta v istem jarku ali pod istim nasipom položena dva ali več cevovodov, mora biti v območju med cevmi minimalni delovni prostor. Če ni drugače določeno, mora vodoravna razdalja med cevmi znašati 0,35 m za cevi do vključno DN 700 in 0,5 m za cevi, večje od DN 700.



Slika 51: Prerez jarka

(Vir: PVC kanalizacijski vodotesni program "ZAGOŽEN". Št. izdaje: 03/2002)

Preglednica 21: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od nazivnega premera cevi (DN) lahko znaša:

DN	Najmanjša širina jarka ($Dz + x$) v m		
	Opažen jarek	Neopažen jarek	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	$Dz + 0,40$	$Dz + 0,40$	
> 225 do ≤ 350	$Dz + 0,50$	$Dz + 0,50$	$Dz + 0,40$
> 350 do ≤ 700	$Dz + 0,70$	$Dz + 0,70$	$Dz + 0,40$
> 700 do ≤ 1200	$Dz + 0,85$	$Dz + 0,85$	$Dz + 0,40$

(Vir: PVC kanalizacijski vodotesni program "ZAGOŽEN". Št. izdaje: 03/2002)

V vrednosti $Dz + x$, pomeni $x/2$ minimalni prostor med cevjo in steno jarka (varovalnim opažem)

Dz – zunanji premer cevi (m)

β – kot naklona stene jarka

Preglednica 22: Najmanjša širina jarka v odvisnosti od globine jarka:

Globina jarka (m)	Najmanjša širina jarka (m)
< 1,00	ni podana
$\geq 1,00$ do $\leq 1,75$	0,8
> 1,00 do $\leq 4,00$	0,9
> 4,00	1,00

(Vir: PVC kanalizacijski vodotesni program "ZAGOŽEN". Št. izdaje: 03/2002)

Pri izkopu jarka oziroma pri izdelavi posteljice je potrebno paziti na ustrezen padec kanalizacijskega cevovoda, ki mora ustrezati zahtevam projekta. Med polaganjem cevovoda morajo biti izkopani jarki suhi, v njih ne sme biti deževnice, precejne vode, izvirov vode ali vode iz puščajočega cevovoda. Načini odvodnjavanja ne smejo vplivati na območje cevovoda in na cevovod. Podvzeti je potrebno ukrepe, da se med odvodnjavanjem prepreči izpiranje drobnih frakcij materiala. Deformacija oblike kanalizacijskega cevovoda v veliki meri zavisi od pravilne vgradnje cevi v posteljico.

5.1.2 Priprava posteljice

Širina posteljice mora biti enaka širini jarka, če ni drugače predpisano. Material posteljice in material za obsip v coni cevovoda mora biti konzistenten, da cevovod med in po polaganju ostane v svoji legi. Ne sme povzročati poškodb cevi in mora biti stisljiv do določene mere. Material, ki vsebuje zmrznjene kepe, večje kamne in odkruške skal, se ne sme uporabljati za izgradnjo posteljice. Posteljico sestavlja spodnja in zgornja plast, stranski zasip in pokrivna plast. Če ni drugače predpisano, ne sme biti debelina spodnje plasti posteljice (a) manjša od 100 mm za normalne razmere in 150 mm za skalnata in trdna tla. Cevi se smejo položiti tudi neposredno na predhodno pripravljeno dno jarka v primerih ko imamo homogena, relativno mehka in fino zrnata tla jarka, ki dovoljujejo naleganje cevi po vsej dolžini cevi. Cevovod mora po vsej dolžini popolnoma ležati na podlagi. Če je treba, se izkopljejo glavične jame v območju spoja.

5.1.3 Montaža cevi

Na pripravljeno posteljico se položi cev (ročno ali s pomočjo gradbenih strojev) in izvede montaža spoja. Polaganje cevi naj se začne na spodnjem (dolvodnem) koncu cevovoda, pri čemer se običajno cevi položijo tako, da so obojke obrnjene proti gornjemu (gorvodnemu) koncu cevovoda. Če se dela za dalj časa prekinejo, naj se konci cevi začasno zaprejo. S tem se zaščitijo pred vnosom tujih snovi. Sleherni material v cevi je treba odstraniti. Zaščitni čepi se odstranijo šele tik pred izdelavo spoja. Cevi je treba polagati točno v smeri in po višini v okviru toleranc, podanih v projektu. Vse potrebne prilagoditve višinskega položaja je treba narediti z dviganjem ali zniževanjem posteljice in tako zagotoviti, da so cevi v končnem položaju po celi dolžini enakomerno podprte. Nikoli se ne sme dokončnih popravkov napraviti z lokalnim podbijanjem. Pri spajanju delov cevnih površin, ki pridejo v stik z deli za spajanje, morajo biti nepoškodovani, čisti in po potrebi suhi. Vtične spoje je potrebno premazati z mazivi. Če cevi ni mogoče spajati ročno, se v ta namen uporabljajo primerna orodja. Cevi se spajajo s postopnim pritiskanjem v smeri osi, pri tem pa ne sme priti do siljenja in do preobremenitve sestavljenih delov.

Natančnost smeri naj se preverja in po potrebi po spajanju popravi. Pri polaganju cevi je treba predvideti na dnu jarka glavične jame, ki omogočajo pravilno spajanje in preprečujejo, da bi cevi ležale na spojih. Glavične jame ne smejo biti večje, kot je potrebno za pravilno izdelavo spoja. Pri polaganju oziroma manipulaciji cevi in fazonskih elementov je potrebno le te varovati pred poškodbami.

5.1.4 Zasipavanje jarkov

Zasipavanje jarka (bočni in glavni zasip) se sme začeti šele, ko so spoji cevi in posteljica zmožni prevzeti obtežbe. Utrjevanje pokrivnega sloja neposredno nad cevovodom naj se izvaja ročno. Mehansko utrjevanje glavnega zasipa tik nad cevjo naj se ne prične, dokler debelina sloja nad temenom cevi ne znaša najmanj 30 cm. Skupna debelina sloja neposredno nad cevjo, predno se prične z mehanskim utrjevanjem, je odvisna od vrste opreme za utrjevanje. Utrjevanje glavnega

ali stranskega zasipa z močenjem je dovoljeno le izjemoma, in to samo v primerih nevezanih zemljinah. Obsipavanje cevovoda je potrebno izvajati po plasteh z utrjevanjem po višini največ 50 cm.

Srednje težki ter težki stroji za komprimacijo se dopuščajo šele, ko prekritje cevi presega 1,0 m. Tudi prečkanje cevi s težkimi tovornjaki ter gradbenimi stroji ali skladiščenje težkih snovi iznad trase je dopustno le pri zadostnem prekritju cevi.

Jarek smemo razopaziti postopno, kakor to dopuščajo zaščitni ukrepi ter zasipavanje jarka. Globlja je na primer zagatna stena in bližja je položeni cevi, tem večji so votli prostori, zrahljano območje ter naknadni posedki po odstranitvi teh sten. Zaradi stranskega zrahljanja se poveča tudi temenski pritisk na cev.

5.1.5 Nadzor gradnje

Posebno v mestih (oviranje prometa) se velikokrat zahteva čim krajše gradbišče. Pri kratkih gradbiščih je nadzor znatno otežen (ob zvišani možnosti napak). Zato se mora v teh primerih zahtevati še posebno skrben nadzor. Praviloma se mora tako gradbišče odpreti na najmanj 4-do 5-kratno dolžino cevi. Pri tem se delovni postopki (izkop, priprava ležišča ter polaganje cevi, zasutje ter komprimacija območja cevi, zasutje jarka ter odstranitev opaža) med seboj ne smejo ovirati.

Nadzor gradnje mora vpeljati sledeča nadzorna dela:

- **pregledi** (smer ter višinska lega, spojke, preveriti cevi ter priključne komade na deformacije ali poškodbe, izvedba priključkov, preveriti izravnave ter nanešene plasti),
- **preverbe komprimacije** (s pomočjo Proktorskega preizkusa ali s pomočjo udarne sonde),
- **preverba vodotesnosti** (s pomočjo zraka izvedba "L", s pomočjo vode izvedba "W").

5.1.6 Preizkus tesnosti cevovoda in jaškov

Po DIN EN 1610 se mora kanalizacijski sistem preveriti na vodotesnost vključno z jaški ter priključki v občutljivih območjih in varstvenih pasovih vodnih virov. Pri netesnih kanalskih sistemih kanalske vode ponikajo in onesnažujejo podtalnico, kar moramo preprečiti.

Preizkus vodotesnosti kanalskih sistemov izvajajo pooblaščen organizacije, ki preverjajo tesnost cevovodov po zasipu. Pred uradnim preizkusom priporočamo predpreizkus, ki ga opravimo na enak način kot uradnega. Razlika je samo v tem, da je pri predpreizkusu cevovod samo delno zasut, tako da so stiki vidni. V primeru netesnosti cevovod popravimo lažje, hitreje in ceneje.

Preizkušanje tesnosti cevovodov se izvaja tako, da preizkušeni del na vseh straneh zatesnimo s tesnili, na katerih so nameščeni ventili za dovod vode in izpust zraka. Preizkušamo lahko:

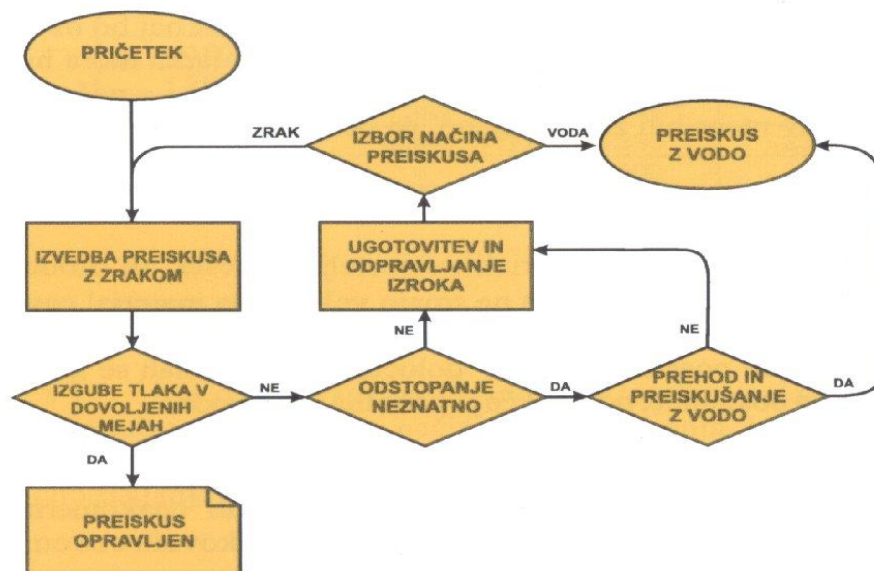
- **z vodo** (izgube vode morajo biti v dovoljenih mejah),
- **z zrakom** (izgube tlaka morajo biti v dovoljenih mejah).

Izvajalec lahko zahteva preizkus celotnega sistema ali pa ločeno posameznih cevovodov in jaškov. Pri preverbi vodotesnosti s pomočjo zraka število ponovitev ni omejeno. Če ti preizkusi odpovedo, se lahko izvrši preizkus z vodo. Odločilen je preizkus z vodo.

Preizkus z zrakom (postopek "L")

Potek postopka je prikazan na sliki 52. Čas preskušanja, glede na dimenzijo cevi in tip preizkusa (LA, LB, LC), je prikazan v preglednici 23. Začetni tlak, ki je nekoliko večji od tlaka p , se vzpostavi za 5 minut, nakar se uravna tlak na vrednost po preglednici 23. Beleži se padec tlaka D_p , ki se primerja z dopustnim.

Posamezni preizkusi vodotesnosti s pomočjo zraka se običajno vrše na posameznih odsekih, pri prevzemu nedostopnih odsekov ali na obstoječih kanalih.



Slika 52: Potek postopka preizkusa tesnosti cevovoda z zrakom

(Vir: Totra plastika d.d. Katalog cevi iz polivinilklorida (PVC-U). Št. izdaje: Junij 2001)

Preglednica 23: Tlak preizkušanja, dopustni padec tlaka in čas preizkušanja

Postopek	Tlak preizkušanja p. mbar [kPa]	Dopustni padec tlaka Dp mbar [kPa]	Čas preizkušanja [mm]			
			Premer cevi d [mm]			
			110 - 180	200 - 280	315 - 355	400 - 560
LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10
LB	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5
LC*	300 (30)	50 (5)	3	3	5	6

LA.... tip preizkusa A

LB.... tip preizkusa B

LC.... tip preizkusa C

* Pri preizkušanju večjih premerov (d) se iz varnostnih razlogov zahteva posebna pozornost.

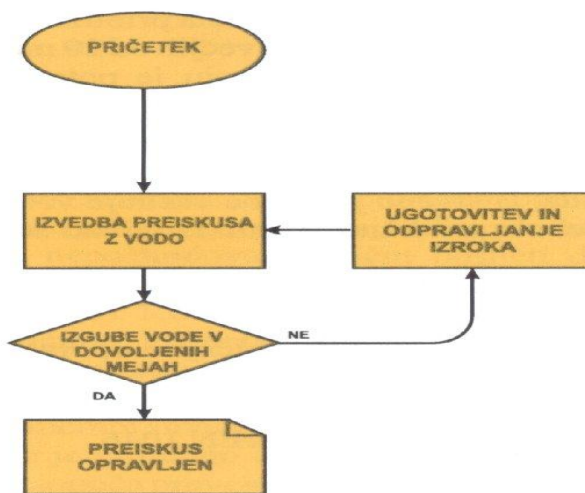
(Vir: Totra plastika d.d. Katalog cevi iz polivinilklorida (PVC-U). Št. izdaje: Junij 2001)

Preizkus z vodo (postopek "W")

Potek postopka je prikazan na sliki 53. Poskusni tlak je tlak, ki nastane s polnjenjem preskušane odseka cevovoda do nivoja izliva jaška in znaša od najmanj 10 kPa (0,1 bar) do največ 50 kPa (0,5 bar). Višji preizkusni tlaki se uporabljajo za cevovode, ki obratujejo pod stalnim obratovalnim tlakom. Odsek cevovoda se počasi napolni z vodo tako, da v njem ni zraka in nato ustvari zahtevani preizkusni tlak. Po pripravljalnem času, za kar običajno zadošča ena ura, se začne preizkus, ki traja 30 minut. V času preizkusa se vzdržuje preizkusni tlak z natančnostjo 1 kPa (0,01 bar) z dodajanjem vode. Celotno količino dodane vode in tlačno višino pri vsakokratnem dodajanju je treba meriti in beležiti.

Zahteva preizkusa je izpolnjena, če količina dodatne vode ne presega:

- 0,15 l na m² omočene notranje površine za cevne odseke,
- 0,20 l na m² omočene notranje površine za cevovode, vključno z jaški,
- 0,40 l na m² omočene notranje površine za jaške in revizijske komore.



Slika 53: Potek postopka preizkusa tesnosti cevovoda z vodo

(Vir: Totra plastika d.d. Katalog cevi iz polivinilklorida (PVC-U). Št. izdaje: Junij 2001)

Preglednica 24: Maksimalen pretok pri polnjenju cevi in maksimalna dovoljena izguba vode za različne premere cevi

Premer cevi (cm)	Maksimalen pretok pri polnjenju cevi (l/s)	Maksimalna dovoljena izguba vode (l/m)
15	0,88	0,47
20	1,57	0,63
30	3,53	0,94
40	6,28	1,26
50	9,81	1,57
60	14,13	1,88

(Vir: http://www.stavbar-igm.si/images/File/Katalogi/Kanalizacijski_sistemi_2007-tehnichni_katalog.pdf)

5.2 Zaprti gradbeni način

"Zaprti" gradbeni način pri sanaciji in gradnji se uporablja predvsem za pohodne kanale. Prvotni načini so prevzeti iz rudarstva. Dandanes pa ga zahtevajo prometne okoliščine posebno v večjih mestih. V praksi se za pohodne kanale štejejo kanali \geq DN 1000 mm.

Pri izbiri načina so odločilni sledeči parametri: globina jarka, premer cevi, dolžina gradnje, trasa brez ali z ovinki, nadkritje napeljave, mehanika tal, stanje podtalnice, način zazidave ter obtežbe in točnost izvedbe.

Pred desetletji so se za polaganje hišnih priključkov na tržišču pojavile »ruske rakete«, ki so jih pozneje zahodne firme znatno izpopolnile. Iz startnega jarka se sproži kladivo na stisnjen zrak, ki se z udarci samodejno premika v smeri na priključek. Talni material konična konica kladiva izrine in stisne v okolico. Če to kladivo naleti na večji kamen, ga ta lahko odkloni v drugo smer, zato je točnost tega načina odvisna od sestave tal. V rahlih ilovnatih tleh se tako kladivo lahko ustavi, saj ni dovolj trenja, da bi se lahko samodejno pomikalo. Na kladivo je obešena cev za stisnjen zrak. Z njo lahko spremenimo smer gibanja kladiva (naprej ali nazaj) ali pa ga izvlečemo,

če obtiči. Dodatno je možno na kladivo obesiti tudi vlečno vrv ali cevi do premera kladiva. Na ta način se lahko vgradijo cevi od DN 100 do DN 200 mm.

S pomočjo koničaste cevi in stiskalnice se lahko iz startnega jarka vrinejo cevi, ki na podoben način kot s kladivom izrinejo ter stisnejo talni material v okolico cevi.

Podoben način je tudi prebitje trase z vodilom (majhen premer), na katerem sta pritrjena razširitveni trn ter končna cev. Iz ciljne jame se nato izvleče vodilo in trn.

Večji premeri cevi se običajno vnašajo s pomočjo vrtanja. Iz startnega jarka se s pomočjo stiskalnice delno vrine cev. Po odstranitvi materiala s pomočjo vrtalnega polža se cev ponovno vrine in s polžem zopet odstrani material. Točnost takega vrtanja je odvisna od točnosti začetne nastavitve cevi.

Za prebod pohodnih kanalov običajno uporabljamo stiskalnice, ki so nameščene v startnem jarku po obodu cevi tako, da je možno s povečanjem stranskih pritiskov tekoče izravnati odstopanja od predvidene smeri. Ta način je izredno točen, tako v smeri kakor tudi v višini. Izpodrinjeni material se odstranjuje iz cevi. S pomočjo zračne zapore ter zračnega nadpritiska se lahko izvajajo dela tudi izpod gladine podtalnice. Zaradi preprečitve nastajanja votlih prostorov okoli cevi se pri teh ceveh uporablja začetni rezilni prstan in posebne spojke, ki ne zahtevajo razširitve ustja cevi. Tudi izkop je dopusten le v profilu cevi. Osamelci se lahko razbijejo s pnevmatičnim kladivom in nato odstranijo. Ta način zahteva precej veliki startni jarek s stabilnim armiranobetonskim naslonom za stiskalnice. (Maleiner, 2003)

5.3 Znižanje podtalnice

V kolikor obstaja sum, da leži gladina podtalnice iznad dna jarka, je potrebno izvesti ustrezne raziskave tal in meritve, da se izbere pravilen, cenen in po možnosti neškodljiv način znižanja podtalnice. Poleg tega se mora oceniti tudi vplivno območje celotnega posega ter njegove posledice oziroma škodo, ki jo lahko ali bo povzročilo (uničenje flore zaradi pomanjkanja vode, gnitje glav pilotov zaradi dostopa zraka, posedki tal zaradi izsušitve) predvideno znižanje podtalnice.

Z meritvami se mora določiti količina črpanja za potrebno enoto znižanja gladine ter vplivno področje lijaka. Na podlagi teh podatkov strokovnjak lahko izbere ustrezn način za znižanje gladine podtalnice. Najcenejše in najenostavnejše je znižanje podtalnice s pomočjo odprtega črpanja vode iz odprtega gradbenega jarka ali jame. S pomočjo stranskih jarkov ali drenaž se infiltrirana podtalnica zbira in odvaja v črpališčne poglobitve, od koder se odstrani s pomočjo potopnih črpalk. Zaradi nevarnosti izplakovanja in črpanja finih delcev z dna ali s sten jarka ali jame so ponekod potrebni posebni ukrepi, kot na primer zabijanje vodotesnih zagatnih sten, ki se jih kasneje opuščene zasuje. Ta način se uporablja tam, kjer je minimalna višinska razlika med gladino podtalnice ter dnom jarka in je količina pronicajoče podtalnice zaradi slabo propustnih tal majhna. Z dodatnimi ukrepi, kot so zmrznenje tal ali injiciranje maltnih zapor, se ta način lahko uporabi tudi za večje globine.

Za večje znižanje podtalnice se običajno uporabljajo globoki "studenci". Med izvrtanjem se vnese do predvidene globine zaščitna, v območju podtalnice perforirana cev, premera med 250 in 600 mm. V to cev se vnese in pritrdi črpalna cev. Vmesni prostor se zasuje s filterskim peskom določenih granulacij. S pomočjo cevne črpalke se črpa predvidena količina podtalnice, da se z doseženimi lijaki doseže predvideno znižanje gladine. Tako znižanje se uporablja pri tleh s propustnostjo vode med 10^{-3} m/s do 1 m/s.

Znižanje podtalnice se lahko doseže tudi z vakuumskim znižanjem. Pri tem se najprej sesalna kopja na medsebojni razdalji med 0,6 do 3,0 m (odvisno od propustnosti tal ter količine podtalnice) s pomočjo tlačnega izplakovanja zapičijo navpično na določeno globino. Perforacijo za tlačno izpiranje oziroma srkanje podtalnice imajo kopja nameščena na špici. Preko zasuna za regulacijo pretokov na drugem koncu kopja so kopja z ustrežno cevjo priključena na vakuumsko črpalko. Tako vakuumsko znižanje se uporablja pri tleh s prepustnostjo vode med 10^{-6} m/s do 10^{-3} m/s.

Podtalnica se lahko zniža tudi s pomočjo (iz gradbenega jarka) horizontalno vnesenih kopij. Znižanje podtalnice običajno zahteva določen čas predčrpanja. Izpad črpalk lahko povzroči hudo škodo (vzgon in poškodba cevi, bazenov), zato je potrebno predvideti 24-urni nadzor ter zasilni agregat. Izbira načina znižanja podtalnice, namestitvev vrtin ter kopij, njihova oddaljenost,

namestitve znotraj ali zunaj zagatnih sten zahteva precejšnje znanje ter izkušnje. Napačne ocene ter namestitve zahtevajo izredno visoke dodatne stroške.

Če so količine dotoka podtalnice zelo velike, pride v upoštevanje metoda zmrzovanja.

(Maleiner, 2003)

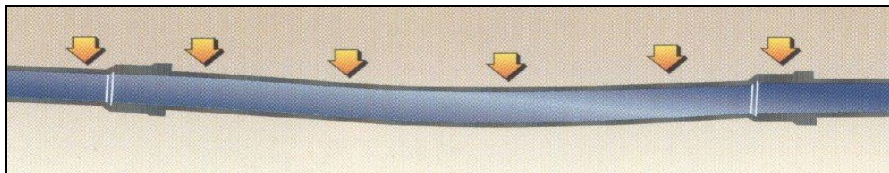
6 PRIMERJAVA KANALIZACIJSKIH CEVI MED SEBOJ

6.1 Primerjava betonskih in armiranobetonskih cevi s cevmi iz plastičnih mas (polietilen, polipropilen, poliester, za kanalizacijo)

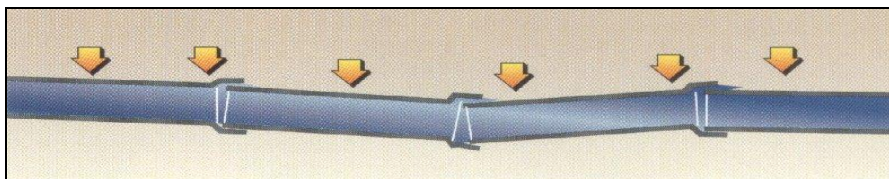
Sodobni projektant kanalizacijskih sistemov se pri izbiri sistema kanalizacijskih cevi srečuje z vse večjim številom materialov. Vsak material ima svoje prednosti, zato mora projektant pri izbiri materialov izdelati koncept, kako izbrati pravi material. Primerjal bom betonske oziroma armiranobetonske cevi in cevi iz plastičnih mas, katere zadnje čase vse več uporabljamo.

6.1.1 Primerjava odpornosti

Cevi iz betona so definirane kot trde cevi (toge), cevi iz umetnih mas pa kot fleksibilne. Fleksibilne cevi se po celotni dolžini prilagodijo neravnemu terenu, cev pa ostane nepoškodovana in spoji tesni. Pri togih ceveh pa se nepravilnosti v terenu kompenzirajo z zamikom na spoju. Pomanjkanje fleksibilnosti v kombinaciji z relativno kratko spojko lahko povzroči netesnost sistema.



Slika 54: Prikaz pomikov in deformacij fleksibilne cevi



Slika 55: Prikaz pomikov in deformacij togih cevi

(Vir: http://www.kemoplast.hr/files/TERAKAN_cro_1219652996.pdf)

Maksimalna odpornost cevi iz betona je določena s tovarniškimi A-testi. Odpornost te cevi glede na čas se ne spreminja. Odpornost cevi iz betona zadovoljuje različne pogoje uporabe za odvodne in odpadne vode. V praksi se projektira cevi na ta način, da je dejanska obremenitev na lom, ki jo navaja proizvajalec cevi, zaradi možnosti povečanja obremenitve ali spremembe pogojev okolja cevi.

Cevi iz plastike, ojačane s steklenimi vlakni, ali cevi iz PVC-ja niso določene glede na odpornost na lom, zato uporabljamo klasifikacijo nazivne trdote. Nazivna trdota je enaka začetni trdoti prstanov cevi, katera se s časom, kot nam je poznano, zmanjšuje.

Osnutek evropskega standarda za PVC in plastiko, ojačano s steklenimi vlakni, predvideva minimalno dolgoročno trdoto, običajno po 50 letih kontinuirane obremenitve. Pri ceveh iz plastike, ojačane s steklenimi vlakni, osnutek EN predvideva, da trdota (rezultat 10000 urnega testiranja) ne sme biti manjša od 40 % začetne trdote. Ocena vrednosti trajne odpornosti za cevi iz plastike in PVC-ja so še predmet diskusije Tehničnega odbora CEN/TC 155 (v nekaterih nacionalnih standardih obstaja podatek, da je trdota 20 % od vrednosti). Projektant nima kvalitetnih podatkov, da je lahko siguren v kvaliteto izdelka glede na vek trajanja uporabe izdelka.

6.1.2 Hidravlične karakteristike

Glede na izračunano količino dotoka odpadnih vod projektant izbere pravilno dimenzijo cevi. Betonske cevi so vse dimenzionirane glede na notranji premer, ki ima določeno toleranco. Na podlagi tega dobimo minimalno odprtino (premer).

PVC so dimenzionirane glede na zunanji premer in imajo manjši premer luknje kot enake cevi nazivnega premera (DN).

Projektant mora upoštevati sestavo odpadnih vod. Cevi iz cementa se lahko pri odpadni vodi, ki ima nizek pH (< 5,5) ali visok delež sulfata (> 2000 mg/g), poškodujejo oziroma lahko s časom

razpadejo. Termoplastični materiali so dobro odporni na kisline in baze, slabo pa na klorirane ogljikohidrate (topila) in benzole.

Izjemno gladka in neporozna notranja površina kanalizacijskih cevi iz umetnih mas omogoča polaganje tudi pri izjemno majhnih dolžinskih naklonih. Zaradi majhne hrapavosti je pretočni volumen maksimalen. Gladka notranjost cevi zmanjšuje potrebo po čiščenju in na podlagi tega zmanjšuje stroške vzdrževanja na minimum.

Pri betonskih ceveh notranja površina ni tako gladka kot pri ceveh iz umetnih mas, je pa ta površina koristna za razvoj biofilma.

6.1.3 Pogoji montaže

Naloga materiala, uporabljenega za drenažo ležišča cevi je, da poveča nosilnost cevi. Povečanje je odvisno od površine naleganja materiala na obod cevi. To povečanje se giblje od 10 % "polaganje na dno kanala" do 100 % za ležišča z drenažo okrog cevi.

Termoplastične cevi in PVC imajo zelo malo nosilnost. Menim, da imajo cevi iz plastike, ojačane s steklenimi vlakni, z vidika projektanta naravno odpornost nič. Odvisno je od tipa in gostote drenaže ležišča. To pomeni, da moramo drenažni material za ležišča teh cevi vedno pripeljati na gradbišče. Za ležišče cevi ne smemo uporabljati materiala od izkopa. Glede na sestavo in lego zemljišča so možni dodatni stroški pri izdelavi ležišč (stranske ojačitve kanala).

Nekatere vrste betona so podvržene vplivu vode in tal, ki vsebujejo sulfate, sam tip konstrukcije lahko ta problem še poslabša. Zrnati material ležišča lahko povzroči luženje sulfata iz sloja zemlje pod površino. Rešitev za ta problem so uporaba v proizvodnji cevi dražji cement, ki je odporen na sulfate ali dodatna zaščita cevi.

V primeru gradnje kanalizacijskih cevi v tla, ki so onesnažena, moramo poznati sestavo tal in vplive onesnaževalcev na različne materiale cevi. Tla so lahko onesnažena z različnimi materiali, kot so težke kovine (kadmij, svinec), petrolej, katran, organske spojine (fenoli, sulfati), odvisno od predhodne uporabe terena. Sulfati so agresivni na beton; olje, katran in organske spojine so agresivne na plastiko, gumo in zaščitne obloge.

6.1.4 Vzdrževanje

S predpostavko, da so cevi pravilno projektirane in izbrane, da prenesejo vse predvidene obremenitve, obstajajo še trije važni faktorji, ki nam lahko porušijo sistem. To so korozija, abrazija in vplivi čiščenja.

Delavna grupa CEN/TC 165/WG 1 (osnovne zahteve za cevi, fazonske kose, spojke vključno s tesnjenjem in jaški) je ugotovila v prEN 467, da cevi, fazonski kosi, spojke, tesnila, jaški morajo biti odporne na korozijo odpadnih vod, površinskih vod in vpliva tal in talnih vod.

Kanalizacijske cevi iz umetnih mas imajo izredno korozijsko odpornost, kar pa ne moremo reči za betonske in armiranobetonske cevi.

Odpornost na abrazijo se pri specifikacijah cevi večkrat zanemarja, toda lahko izredno vpliva na zmanjšanje življenjske dobe sistema. Raziskave so pokazale, da se materiali iz cementa zaradi abrazije hitreje obrabijo, odvisno od kompaktnosti betona in trdote agregata. Vpliv abrazije in agresivnosti zaradi nizke vrednosti pH lahko zmanjšajo življenjsko dobo betonskih cevi pod 20 let. Odpornost materialov na abrazijo iz polimerjev je dobra, vendar je potrebno vzeti v obzir tudi ostale faktorje. Pri ceveh iz plastike, ojačane s steklenimi vlakni in pri večini na novo uvedenih plastičnih materialih za cevi je odpornost na abrazijo odlična. Iz diagrama (Slika 30) vidimo, da imajo cevi iz plastični mas (PE-HD, PVC, ...) boljše lastnosti na obrabo kot betonske cevi.

Vedno več se uporablja tehnika čiščenja kanalizacij in odstranjevanja zamaškov s curki vode pod visokim pritiskom. Nekateri materiali ne dovoljujejo čiščenja na tak način. Obsežne raziskave v evropskih državah so pokazale, da se pri čiščenju odvodnih kanalov uporablja curek s pritiskom cca 3000 psi, za odstranjevanje zamaškov pa večkrat tudi pritisk nad 5000 psi. Nedavno uvedeni novi tankostenski plastični materiali, kontrolirani od neodvisnih inštitutov, so pri testiranju pokali pri pritisku 2500 psi.

6.1.5 Dimenzije in teža cevi

Cevi iz plastičnih mas so dosti lažje od betonskih cevi. Zaradi nizke teže je manipulacija in vgradnja cevi iz plastičnih mas zelo enostavna, kar je posebej ugodno na gradbišču.

Standardnih premeri sodobnih betonskih cevi z vgrajenim gumenim tesnilom so med 300 in 1400 mm, standardne dolžine pa 2500 mm ali 3000 mm. Da pa se izdelati tudi večje premere do 2400 mm.

Standardni premeri sodobnih cevi iz umetnih mas so med 100 in 1200 mm, standardne dolžine pa 6000 mm, nekateri proizvajalci pa izdelujejo tudi 12000 mm dolge cevi.

6.1.6 Trajnost in življenjska doba

Planirana življenjska doba je v tesni povezavi s ceno, vendar moramo vzeti v obzir ceno skozi celotno življenjsko dobo in ne samo ceno postavitve cevi ali samo ceno cevi, ki predstavlja maksimalno 20 % od cene postavitve cevi in nizek procent od stroškov glede na življenjsko dobo. Faktorji, katere je potrebno vzeti v obzir pri izračunu stroškov glede na življenjsko dobo:

- cena postavitve,
- cena letnega vzdrževanja – cena zamenjave,
- pričakovana življenjska doba.

Metoda, ki se jo lahko uporabi za oceno stroškov življenjske dobe, je metoda čiste današnje vrednosti. Ta določa opcijo najnižjih stroškov za nove napeljave na podlagi zgoraj navedenih faktorjev. Pri uporabi te metode je najvažnejši faktor pričakovana življenjska doba instalacije. Certifikat neodvisne ustanove je garancija kupcu, da izdelek zadovoljuje potrebe njegovih zahtev in s pravilno vgradnjo in uporabo bo funkcionalen v času predvidene življenjske dobe. EN 295 – 1 zahteva obvezno certifikat od neodvisne ustanove. EN 295 – 2 vsebuje vse važne posebnosti programa testiranja in režima kontrole kvalitete, za katere je dobro, da jih kupci poznajo.

Za cevi iz umetnih mas je pričakovana življenjska doba do 80 in več let, vendar bo to pokazal čas, ker imamo do sedaj komaj 30-letne izkušnje z njimi. Za cevi iz betona (sodobne betonske in

armiranobetonske cevi z vgrajenim gumijastim tesnilom) pa je pričakovana življenjska doba 100 in več let. Vendar moram reči, da do zdaj, kar sem videl v praksi, to ne drži za betonske cevi, ki so bile narejene približno 35 let nazaj. Ko smo na gradbišču v Žužemberku odkrivali betonske kanalizacijske cevi za odpadno vodo, so bile vse v slabem stanju in to že po 35 letih njenega delovanja. Ko smo jih odkrili, so se večinoma že kar same zdrobile. Razlog za to je verjetno slaba izdelava teh betonskih cevi, saj vemo, da so v Ljubljani nekje položene betonske cevi, ki so stare že 100 let. Današnje kanalizacijske cevi iz betona in armiranega betona so dosti boljše, zato je pričakovana življenjska doba večja kot 100 let.

6.1.7 Splošne karakteristike betonskih cevi in cevi iz plastičnih mas za kanalizacijo

Splošne karakteristike betonskih cevi:

- ***dolga življenjska doba*** – pričakovana življenjska doba 100 let in več,
- ***cenovno ugodne,***
- ***hitro in enostavno polaganje*** - zaradi vgrajenih tesnil,
- ***povečana debelina sten*** – zaradi tega visoka temenska nosilnost, ni potrebno obbetoniranje cevi,
- ***posebno gladka obdelava notranjih sten in muld*** – zaradi tega velika transportna sposobnost cevovoda,
- ***enostavno in poceni vzdrževanje,***
- ***kompatibilnost z drugimi sistemi in materiali,***
- ***sonaravni materiali,***
- ***ugodne za samočiščenje.***

Splošne karakteristike cevi iz plastičnih mas:

- ***dolga življenjska doba*** – pričakovana življenjska doba je 80 in več let (bomo videli s časom),
- ***enostavna in varna manipulacija ter vgradnja,***

- **odlične mehanske lastnosti** – preko širokega temperaturnega območja, dobra odpornost na udarce tudi pri nizkih temperaturah, odlične lastnosti pri visokih temperaturah,
- **visoka temperaturna obstojnost** – odporna na temperature do 60 °C, kratkotrajno celo do 90 °C,
- **visoka odpornost na abrazijo** – manjša obraba skozi življenjsko dobo zaradi abrazivnih delcev peska,
- **nizka teža cevi** – pomeni ekonomično, lahko in varno manipulacijo in vgradnjo,
- **okolju prijazna rešitev** – uporabljen material je možno v celoti reciklirati, absolutna tesnost celotnega sistema preprečuje onesnaževanje okolja,
- **kompletna rešitev** – vsi elementi sistema (cevi, jaški) so izdelani iz istega materiala,
- **fleksibilnost pri obdelavi in spajanju** – uporabne so vse klasične metode spajanja, obdelave in varjenja,
- **nizki celotni stroški sistema,**
- **fleksibilnost cevi** – prenese velike deformacije brez poškodb v strukturi, tudi pri zemeljskih premikih.

6.1.8 Zaključek primerjave betonskih in armiranobetonskih cevi s cevmi iz plastičnih mas (polietilen, polipropilen, poliester) za kanalizacijo

Pri primerjanju betonskih cevi in cevi iz plastičnih mas sem ugotovil, da se zadnje čase večinoma gradi kanalizacijska omrežja iz plastičnih mas (polivinilklorid, polipropilen, polietilen, poliester), predvsem za priključke in premere cevi do Ø 500 mm. Cevi iz betona uporabljamo samo še pri kanalizacijah večjih premerov, drugače pa prevladujejo cevi iz plastičnih mas. Katere cevi bomo uporabljali za gradnjo kanalizacijskega sistema na projektu, je odvisno tako od projektanta kot od investitorja. Opazil sem, da se zadnje čase za gradnjo kanalizacijskega omrežja projektanti in investitorji odločajo predvsem za cevi iz plastičnih mas. Moje ugotovitve in ugotovitve drugih raziskovalcev so, da so cevi iz plastičnih mas malenkost boljše od betonskih. Res pa je, da cevi iz plastičnih mas še niso časovno raziskane tako kot betonske, zato še ne vemo, kakšne bodo čez 50 in več let.

6.2 Točkovna ocena najpomembnejših lastnosti kanalizacijskih cevi iz različnih materialov

Iz spodnje preglednice 25 vidimo ocene kanalizacijskih cevi za različne materiale (PVC, PP, PE-HD, armiranbeton in poliester). Kanalizacijske cevi so ocenjene od 1 do 5, in sicer za dvajset najpomembnejših lastnosti. Kot vidimo iz preglednice 25, je največje skupno število dobil poliester (83 točk), sledi mu polipropilen z 81 točkami, polietilen z 80 točkami, in na koncu polivinilklorid ter armiranbeton s 73 točkami.

Moram poudariti, do so te točkovne ocene za dvajset najpomembnejših lastnosti kanalizacijskih cevi moja lastna ocena. Kot vidimo iz preglednice 25 ni velikih odstopanj pri končnem številu zbranih točk. Vseh pet materialov se giblje med 73 – 83 zbranimi točkami.

Iz te ocene še ne sledi, da se zadnje čase za gradnjo kanalizacijskega sistema največ uporabljajo materiali iz umetnih mas. Od projektanta in investitorja je odvisno, katere cevi bo uporabil pri gradnji kanalizacijskega sistema. Res, da so cevi in jaški iz umetnih mas skoraj v vseh lastnostih boljši od betonskih, vendar so ti materiali iz umetnih mas še dokaj novi, tako da bomo videli šele čez nekaj let, kako se bodo obnesli. Sedaj se ocenjuje, da cevi in jaški iz umetnih mas zdržijo 80 let in več.

Preglednica 25: Ocena najpomembnejših lastnosti kanalizacijskih cevi iz različnih materialov

OPIS		PVC	PP	PE-HD	Armiran beton	Poliester
		Ocena (1-5)	Ocena (1-5)	Ocena (1-5)	Ocena (1-5)	Ocena (1-5)
1	Ugodno razmerje med ceno in drugimi parametri	3	3	4	5	3
2	Trajnost (vsaj 50 let)	3	3	3	5	3
3	Vodotesnost - nepropustnost	4	5	5	4	5
4	Hidravlične karakteristike (majhna hrapavost)	5	5	5	3	5
5	Mehanska trdnost	4	4	4	4	5
6	Odpornost proti kemijskim vplivom	4	4	4	3	4
7	Samočistilna sposobnost	2	2	2	5	2
8	Vzdrževanje cevi in obratovanje	4	4	4	4	4
9	Kakovost cevi	4	5	4	4	5
10	Seizmična odpornost	4	4	4	3	4
11	Abrazija, korozija	4	5	5	3	5
12	Togost cevi	4	5	5	1	4
13	Žilavost cevi	4	5	5	3	5

14	Polaganje cevi	5	5	5	2	5
15	Transport	5	5	5	2	5
16	Temperaturna obstojnost	3	5	4	4	5
17	Revizijski jaški	2	3	3	5	4
18	Kompatibilnost z drugimi sistemi in materiali	4	3	3	5	4
19	Odpornost na udarce	4	4	4	3	4
20	Okolju prijazen material - sonaravnost	1	2	2	5	2
OD SKUPNO 100 MOŽNIH TOČK ZBRANO:		73	81	80	73	83

Legenda: 5 – zelo dobro

4 – dobro

3 – zadovoljivo

2 – pogojno zadovoljivo

1 – nezadovoljivo

6.3 Primerjava kanalizacijskih cevi glede na nabavne cene

Preglednica 26: Približna nabavna cena z davkom na dodano vrednost 1 m cevi, premera 300 - 315 mm na dan 06. 06. 2008.

Vrsta cevi	Cena cevi z DDV	Faktor glede na betonsko cev
Betonska cev na pero in utor	12,00 €	1
Armiranobetonska cev z obojko	29,00 €	2,4167
PVC-UK SN 4	30,09 €	2,5075
PVC-UK SN 8	38,15 €	3,1792
PVC-UK rebrasta SN 8	36,26 €	3,0217
PE-HD Mapikan SN 4	26,27 €	2,1892
PE-HD Mapikan SN 8	29,45 €	2,4542
PP Terakan SN 8	42,17 €	3,5142
PP Terakan SN 16	56,49 €	4,7075
Cev iz poliestra SN 10	56,69 €	4,7242
Cev iz nodularne litine	68,60 €	5,7167

Kot vidimo iz preglednice 26, so najcenejše cevi za kanalizacijo betonske cevi na pero in utor, sledijo cevi iz polietilena (PE – HD), armiranobetonske (AB), polivinilklorida (PVC – UK), polipropilena (PP), poliestra (PI) in na koncu najdražje cevi iz nodularne litine. Cevi se po ceni razlikujejo tudi zaradi obodne trdnosti. Večja kot je obodna trdnost, dražja je cev. Iz preglednice 26 vidimo še, kolikšen je faktor glede na betonsko cev, ki je najcenejša.

6.4 Cenovna primerjava izgradnje kanalizacijskega sistema iz različnih materialov na gradbiščih v letu 2008

V nalogi bom predstavil pet različnih gradbišč izgradnje kanalizacijskega sistema, ki se je gradil v letu 2008. Na vsakem gradbišču smo gradili kanalizacijo za odpadno vodo iz različnih materialov, kateri se sedaj največ uporabljajo pri nas in v tujini. Popise del sem dobil pri firmi CGP d.d. Novo mesto, katera je bila tudi izvajalec kanalizacijskega omrežja na teh gradbiščih v Sloveniji.

V nalogi bom predstavil, koliko cenovno stane položitev 100 m kanalizacijskega omrežja, kompletno z izkopi, cevmi Ø 300-315 mm, jaški Ø 1000 mm, globine 2 m in zasipi pri firmi CGP d.d. Novo mesto v letu 2008. Cene sem vzel iz popisov gradbišč, količine pa sem izračunal za 100 m kanalizacije in jih enakomerno porazdelil po gradbiščih. (Preglednica 27).

Gradbišča, ki sem jih obravnaval:

- **Obnova kanalizacije v Mestnem logu v Kočevju.** Na tem gradbišču smo vgradili cevi fi 300 mm in jaške fi 1000 mm iz armiranobetonskih cevi AB. (Priloga C)
- **Izgradnja cestne in komunalne infrastrukture Žužemberk.** Na tem gradbišču smo vgradili cevi fi 300 mm in jaške fi 1000 mm iz polipropilena PP. (Priloga D)
- **Izgradnja kanalizacije Žužemberk.** Na tem gradbišču smo vgradili cevi fi 300 mm in jaške fi 1000 mm iz poliestra PI. (Priloga E)
- **Izgradnja fekalne kanalizacije Sejmišče v Žužemberku.** Na tem gradbišču smo vgradili cevi fi 315 mm in jaške fi 1000 mm iz polietilena PE-HD. (Priloga F)

- ***Ureditev ceste Stranska vas – krak C.*** Na tem gradbišču pa smo kombinirali. Cevi so bile iz polivinilklorida PVC fi 315 mm, jaški pa so bili armiranobetonski AB fi 1000 mm. (Priloga G)

Preglednica 27: Izračun količin za 100 m položene kanalizacije

OBRAČUN KANALIZACIJE: KANALIZACIJA ZA ODPADNO VODO															
KANALIZACIJA															
odsek		globina izkopa	širina izkopa na vrhu [m]	širina izkopa na dnu [m]	polmer cevi	premer cevi [m]	dolžina [m]	izkop	planiranje dna jarka	posteljica	zasutje 0-16	III.KTG. 0-2	V. KTG 0-2	zasutje 0-60	zasutje 0-32
1	2	povp. h	š	p	r	d	l	[m3]	[m2]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]	[m3]
J1	J2	2,00	2,20	0,80	0,15	0,30	20,00	60,00	16,00	1,60	11,49	42,00	18,00	33,00	12,60
J2	J3	2,00	2,20	0,80	0,15	0,30	20,00	60,00	16,00	1,60	11,49	36,00	24,00	33,00	12,60
J3	J4	2,00	2,20	0,80	0,15	0,30	30,00	90,00	24,00	2,40	17,23	45,00	45,00	49,50	18,90
J4	J5	2,00	2,20	0,80	0,15	0,30	30,00	90,00	24,00	2,40	17,23	63,00	27,00	49,50	18,90
SKUPAJ							100,00	300,00	80,00	8,00	57,44	186,00	114,00	165,00	63,00

6.4.1 Rezultati primerjave izgradnje kanalizacijskega sistema iz različnih materialov na različnih gradbiščih

Rezultate, ki smo jih dobili na teh petih gradbiščih, sem vnesel v preglednico 28. Iz preglednice se lepo vidi, kolikšno vrednost smo dobili za posamezno gradbišče. Na gradbiščih, kjer smo uporabljali cevi in jaške iz polipropilena (PP), poliestra (PI) in polietilena (PE-HD), ni prišlo do velike razlike v vrednosti cene med njimi. Na gradbiščih, kjer smo uporabljali armiranobetonske cevi in jaške ter PVC cevi v kombinaciji z betonskimi jaški, pa je že opaziti razliko za cca 3000 € med polipropilenom (PP), poliestrom (PI) in polietilenom (PE-HD). Ta cena bi narasla sorazmerno z dolžino polaganja kanalizacijskega sistema.

Če pogledamo cene za prve tri materiale PP, PE-HD in poliester, vidimo, da so cene skoraj enake. To ne pomeni, da so ti materiali cenovno enakovredni, ker vsi vemo, da ima vsak material svoje lastnosti in cene. To je zato, ker gradbene firme dajejo različne cene za jaške in cevi, ko se prijavljajo na razpis za določen posel. Če na razpisu za določena dela ponudiš najcenejšo storitev, pomeni, da je delo tvoje. Vendar je treba zmeraj gledati, katera je tista zadnja meja na razpisu, da nam gradbišče ne bo delalo izgube.

Rezultate raziskave bi zaključil nekako tako, da so cene poliestra, (PP) in (PE-HD), katere vidimo iz preglednice 28, skoraj enakovredne, medtem ko so cene armiranobetonskih cevi ter jaškov in PVC cevi v kombinaciji z betonskimi jaški cenejše. Če bi se jaz odločal, kateri material bi moral izbrati za gradnjo kanalizacijskega omrežja, bi se odločil nekako tako:

Do premera cevi \varnothing 500 mm bi bil na prvem mestu zagotovo poliester. Ta material je nekoliko dražji od drugih plastičnih materialov, vendar je to material, ki je od drugih plastičnih materialov še najbolj preizkušen in vreden zaupanja. Nato pa bi se odločil še za polipropilen (PP), polietilen (PE-HD), armiranbeton (AB) in na koncu polivinilklorid (PVC). Za vse cevi večje od \varnothing 500 mm, pa bi dal na prvo mesto armiranobetonske cevi. To pa zato, ker je to material z večletnimi izkušnjami in se je z leti samo izpopolnjeval. Sodobne betonske in armiranobetonske cevi z vgrajenim gumenim tesnilom so tako izpopolnjene, da so jim podaljšali življenjsko dobo do 100 in več let. Nato pa bi se odločil še za poliester (PI), polipropilen (PP) in polietilen (PE-HD).

Kanalizacijske cevi iz polivinilklorida (PVC) delajo samo do premera Ø 500 mm, zato jih v tej postavki ne uvrščam.

Preglednica 28: Cenovna primerjava vrednosti gradbišča za 100 m kanalizacijskega sistema

Vrsta cevi	Gradbišče	Vrednost z DDV	Faktor glede na AB
AB	Obnova kanalizacije v Mestnem logu v Kočevju	16.284,60 €	1
PP	Izgradnja cestne in komunalne infrastrukture Žužemberk	19.153,66 €	1,1762
PI	Izgradnja kanalizacije Žužemberk	19.719,72 €	1,2110
PE-HD	Izgradnja fekalne kanalizacije Sejmišče v Žužemberku	19.423,72 €	1,1928
PVC	Ureditev ceste Stranska vas - krak C	16.510,19 €	1,0139

7 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi sem najprej predstavil zgodovino kanalizacijskih sistemov in zakonodajo. Nato sem opisal materiale, ki se uporabljajo za izdelavo kanalizacijskih cevi in jaškov pri nas in v tujini. To so materiali: polivinilklorid (PVC), polietilen (PE-HD), polipropilen (PP), beton in armiranbeton (AB), ojačan poliester (PI), nodularna litina in keramika. Poleg materialov sem predstavil vse osnovne pojme gradnje kanalizacijskega omrežja, vse potrebne objekte, kateri sodijo zraven kanalizacijskega omrežja, njihove osnovne lastnosti, proizvodnjo, vgrajevanje do transporta in skladiščenja cevi in jaškov.

V drugem delu naloge sem primerjal kanalizacijske cevi iz različnih materialov. Predvsem sem se osredotočil na primerjavo armiranobetonskih cevi s cevmi iz plastičnih mas (polietilen, polipropilen, poliester, polivinilklorid). Naredil sem tudi točkovno oceno za dvajset najpomembnejših lastnosti kanalizacijskih cevi iz različnih materialov. Prikazal sem približno nabavno ceno z davkom na dodano vrednost 1 m cevi premera 300-315 mm na dan 06. 06. 2008. Nato pa sem predstavil pet različnih gradbišč izgradnje kanalizacijskega omrežja v letu 2008. Na vsakem gradbišču smo imeli cevi in jaške iz različnega materiala. Popise materialov za izgradnjo 100 m kanalizacijskega sistema sem naredil sam in jih enakomerno porazdelil po gradbiščih, cene pa vzel od popisov gradbišč, ki sem jih dobil od izvajalcev na teh gradbiščih. Tako sem prišel do ugotovitve, kakšna je približna razlika v ceni jaškov in cevi različnih materialov, ki smo jih vgradili na gradbiščih v letu 2008 pri firmi CGP d.d. Novo mesto.

Ugotovil sem, da na gradbiščih, kjer smo uporabljali cevi in jaške iz polipropilena (PP), poliestra (PI) in polietilena (PE-HD), ni prišlo do velike razlike v vrednosti cene med njimi. Na gradbiščih, kjer smo uporabljali armiranobetonske cevi in jaške ter PVC cevi v kombinaciji z betonskimi jaški, pa je že opaziti razliko za cca 3000 € med polipropilenom (PP), poliestrom (PI) in polietilenom (PE-HD). Ta cena bi naraščala sorazmerno z dolžino polaganja kanalizacijskega sistema. Zato lahko ugotovimo, da so za priključke in manjše premere ugodne cevi iz plastičnih mas (PVC, PE-HD, PP in PI), za večje premere pa betonske oziroma armiranobetonske cevi.

VIRI:

Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, DZS: 523 str.

Panjan, J. 2005. Osnove zdravstveno hidrotehnične infrastrukture. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG: 289 str.

Slokan, J. 2003. Nizke zgradbe: Temeljenje, vodovod, kanalizacija. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 175 str.

Kompare, B. 1991. Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG: 509 str.

Gradbeniški priročnik. 2001. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 509 str.

Maleiner, F. 2003. Strokovni seminar. Načrtovanje in gradnja kanalizacijskih omrežij ter objektov po evropskih normah. Ljubljana: 45 str.

Polo-Eco plus. Kanalizacijske cevi prihodnosti iz polipropilena. [http:// www. cmc-ekocom.com](http://www.cmc-ekocom.com)
(15.11.2006)

White, H. 1995. Togo udobje, osebni pogled na cevi in cevovode. [http:// www. aqs.si/clanki/toge_cevi.pdf](http://www.aqs.si/clanki/toge_cevi.pdf) (30.11.2006)

PVC kanalizacijski vodotesni program "ZAGOŽEN". Št. izdaje: 03/2002

HOBAS, univerzalni cevovodni sistemi. Št. izdaje: 02/2006

Kovinoplastika Piskar MP d.o.o. Katalog kanalizacijskih cevi nove generacije: MAPIKAN, TERAKAN. <http://www.kovinoplastika-piskar.si> (21.11.2006)

Stigma cevni sistemi d.o.o. Katalog kanalizacijskih cevi: STIKAN 2000, STIGMA PVC UK. <http://www.stigma-cs.si> (21.11.2006)

Totra plastika d.d. Katalog cevi iz polivinilklorida (PVC-U). Št. izdaje: Junij 2001

NIVO, gradnje in ekologija, d.d. http://www.nivo.si/pgm/filelib/pgm_zalec/katalog.pdf (21.11.2006)

Navodila za montažo cevnih sistemov NIVO. Št. izdaje: Marec 2003

IGM Stavbar. Komercialno tehnični katalog. http://www.stavbar-igm.si/images/File/Katalogi/Kanalizacijski_sistemi_2007-tehnicni_katalog.pdf (16.08.2007)

Zakon o graditvi objektov. UL RS, št. 102/2004 in 126/2007

Zakon o varstvu okolja. UL RS, št. 39/2006 in 70/2008

Zakon o vodah. UL RS, št. 67/2002 in 57/2008

Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne in padavinske vode. UL RS, št. 105/2002 in 50/2004

Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda. UL RS, št. 123/2004 in 85/2008

PRILOGE:

Priloga A: Vodilni proizvajalci in trgovska podjetja za kanalizacijske cevi v Sloveniji in tujini

Priloga B: Odvisnost pretoka (Q) in hitrosti (v) od padca (I) za cevi notranjega premera od $d_N = 100$ mm do $d_N = 500$ mm

Priloga C: Obnova kanalizacije v Mestnem logu v Kočevju

Priloga D: Izgradnja cestne in komunalne infrastrukture Žužemberk

Priloga E: Izgradnja kanalizacije Žužemberk

Priloga F: Izgradnja fekalne kanalizacije Sejmišče v Žužemberku

Priloga G: Ureditev ceste Stranska vas – krak C

Priloga A: Vodilni proizvajalci in trgovska podjetja za kanalizacijske cevi v Sloveniji in tujini

V Sloveniji:

1.) *Kovinoplastika Piskar MP d.o.o*

- cev Terakan, material: polipropilen (PP), dvoslojne rebraste cevi za kanalizacijo in odvodnjavanje
- cev Mapikan, material: polietilen visoke gostote (PE80), dvoslojne rebraste cevi za kanalizacijo in odvodnjavanje

2.) *Minerva Žalec d.d*

- polietilenske cevi za kanalizacijo, material: PE 80 in PE 100

3.) *Stigma cevni sistemi d.o.o*

- cev Stikan, material: PEHD, zbiranje in odvajanje komunalnih, tehnoloških in padavinskih odpadnih vod
- cev Stigma, material: PVC, zbiranje in odvajanje komunalnih, tehnoloških in padavinskih odpadnih vod

4.) *Zagožen d.o.o*

- PE rebraste cevi za zunanjo kanalizacijo
- PVC kanalizacijske cevi SN4, SN8

5.) *Totra plastika d.d*

- cevi iz polivinilklorida (PVC-U) za kanalizacijske cevovode

6.) *Regeneracija d.o.o*

- nabavljajo cevi HOBAS iz Švice, Hobas cevni sistemi so izdelani iz plastike, okrepljene s centrifugalnimi odlitki steklenih vlaken (poliesterske cevi)

7.) CMC Ekocon d.o.o

- kanalizacijske cevi prihodnosti POLO-ECO PLUS iz polipropilena SN8, SN12

8.) Pipelife Slovenija d.o.o

- PVC kanalizacijske cevi

9.) Vipro d.o.o

- PVC cevi za kanalizacijo

10.) Coma commerce d.o.o

- PVC in PP cevi za kanalizacijo

11.) Alpro d.o.o

- PVC, PE cevi za kanalizacijo

12.) NIVO, d.d. Gradnje in ekologija Celje

- proizvodnja gradbenega materiala (PGM) Žalec
- betonske cevi, tip NIVO, ki so lahko armirane ali nearmirane, od profilov 300 do 1200 mm in dolžin od 2500 do 3000 mm. Proizvedene so z vibracijsko tehniko in z vgrajenim tesnilom.

13.) Prevent gradnje - IGM d.d.

- Proizvodnja betonskih cevi

14.) Kograd IGEM d.o.o

- izdelava betonskih cevi

15.) cementni izdelki Jarc

- izdelava betonskih cevi

16.) Ingrad Gramat d.d

- izdelava betonskih cevi

17.) Rokava d.o.o

- izdelava betonskih cevi

18.) Kodel d.o.o

- izdelava betonskih cevi

19.) Tavi d.o.o

- izdelava betonskih cevi

V tujini:

1.) Alpro – ATT Hrvaška

- PVC cevi za ulično kanalizacijo

2.) Martoni – Italija

- PP in PVC cevi za kanalizacijo

3.) Italiana Corrugati – Italija

- PP in PE cevi za kanalizacijo

4.) Vargon d.o.o – Hrvaška

- rebraste kanalizacijske cevi iz polietilena (PE)

5.) Resin Plast Ravenna Spa – Italija

- PVC kanalizacijske cevi

6.) Artigianplastic SRL – Italija

- PVC cevi za kanalizacijo

7.) Superlit Boru Ve Levha San – Turčija

- polietilenske, azbestno cementne, poliesterske cevi za kanalizacijo

8.) BC Inženjering Čačak – Srbija

- betonske cevi

9.) DP betonjerka Čačak – Srbija

- armiranobetonske cevi

10.) *Fad International, Srl - Italija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

11.) *B.C.M srl - Italija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

12.) *Sitindustrie, spa – Italija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

13.) *Voestalpine Tubulars GesmbH & Co.KG - Avstrija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

14.) *Argento KFT - Madžarska*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

15.) *Oceetee – Hungary RT – Madžarska*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

16.) *Histria Tube d.d. - Hrvaška*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

17.) *Opere Indriche S.P.A. Corporatio - Italija*

- izdelava betonskih cevi

18.) *Musilli – Italija*

- izdelava betonskih cevi

19.) *Creabeton Produktions AG – Švica*

- izdelava betonskih cevi

20.) *Surya steel pipes – Indija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

21.) *Electrosteel castings LTD – Indija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

22.) *Hobas AG – Švica*

- poliesterske cevi za kanalizacijo

23.) *Hydrosphere – Francija*

- cevi za kanalizacijo iz polietilena, PVC, jekla

24.) *Heplast – pipe d.o.o - Hrvaška*

- PE-HD in PVC cevi za kanalizacijo

25.) *Humes TM – Avstralija*

- proizvodnja jeklenih cevi za kanalizacijo

26.) *KWH pipe LTD – Finska*

- PVC cevi za kanalizacijo

27.) *CPSA concrete pipeline systems associatio – Anglija*

- izdelava betonskih cevi

28.) *Saint – Gobain PAM - Francija*

- je eden izmed največjih svetovnih proizvajalcev in dobaviteljev cevi, fazonskih kosov in armatur iz duktilne litine za distribucijo pitne vode in odvodnjavanja komunalnih, tehnoloških ter padavinskih odpadnih vod.

Priloga C: Obnova kanalizacije v Mestnem logu v Kočevju

za.št.	opis	e.m.	kol.	cena	skupaj
I. PRIPRAVLJALNA DELA					
1,0	Zakoličenje osi kanala in revizijskih jaškov	m	100,00	1,00	100,00
II. ZEMELJSKA DELA					
1,0	Izkop jarka v terenu III-IV. Ktg z nakladanjem izkopenega materiala na kamion in odvozom na deponijo, razdaljo do 5 km (vključen tudi izkop za jaške in podboj	m3	186,00	5,01	931,86
2,0	Izkop jarka v terenu V. ktg.- izkop z bagrom z udarnim kladivom, z nakladanjem izkopenega materiala na kamion in odvozom na deponiji dna razdaljo do 5 km (vključen tudi izkop za jaške in podboj)	m3	114,00	14,12	1.609,68
3,0	Ročno planiranje dna jarka s točnostjo +/- 3 cm po predvidenem padcu	m2	80,00	1,15	92,00
4,0	Dobava in izdelava temeljne plasti peščene posteljice ter obsutje A.B. cevi s finim peskom - posteljica v povprečni debelini 15 cm; v postavki ni zajeta dobava in vgrajevanje cevi	m	8,00	12,52	100,16
5,0	Zasipavanje nad predhodno obsutimi kanalizacijskimi cevmi in ob kanalizacijskih jaških s kamnitim lomljenjem in komprimiranjem v slojih po 20-30 cm do predpisane trdnosti - v postavki zajeta dobava lomljenca	m3	165,00	12,68	2.092,20
6,0	Strojno zasipavanje jarka s tamponskim materialom cestnega ustroja	m3	63,00	14,20	894,60

III. GRADBENA DELA

1,0

Nabava, dobava in vgradnja kanalizacijskih revizijskih jaškov na kanalu iz armiranobetonskih cevi, jaški iz armiranega betona z izvedbo priključkov cevi na jaške (vtoki, iztoki), izdelava po detajlih proizvajalca, brez izkopa in zasipa, z betoniranjem podstavka iz podložnega betona v MB 15 v debelini 15 cm, vključno s tipskimi pokrovi fi 600 mm s protihrupnim vložkom in zaklepom ter odprtinami za prezračevanje in armiranobetonskim okvirjem za vgraditev pokrova - pokrovi morajo prenesti obremenitev 250 Kn

a.)

Revizijski jašek fi 1000, globine 1,5-2,00 m, jašek v kompaktni izvedbi - 1x iztok in 1x vtok iz armiranobetonske cevi fi 300

kos	5,00	900,00	4.500,00
-----	------	--------	----------

2,0

Nabava, dobava in vgradnja armiranobetonskih (A.B.C.) cevi z vgrajenim tesnilom, v zahtevanem padcu na že pripravljeno peščeno posteljico, brez izkopa in zasipa ter obsipa cevi

a.)

A.B.C. cevi fi 300

m	100,00	32,50	3.250,00
---	--------	-------	----------

	SKUPAJ		13.570,50
	DDV 20%		2.714,10
	SKUPAJ € :		16.284,60

Priloga D: Izgradnja cestne in komunalne infrastrukture Žužemberk

za.št.	opis	e.m.	kol.	cena	skupaj
I.	PRIPRAVLJALNA DELA				
1,0	Zakoličenje trase kanalizacije z zavarovanjem osi in postavitvijo prečnih profilov iz desk s potrebnimi višinami.	m	100,00	1,00	100,00
II.	ZEMELJSKA DELA				
1,0	Strojni izkop jarkov z bagrom z direktnim nakladanjem in odvoz materiala na gradbeno deponijo do 5 km, ki jo pridobi izvajalec. Izkop v raščenenem stanju.				
	a/ III. in IV. Kategorije globine od 0-2 m	m3	186,00	5,07	943,02
	b/ V. Kategorije globine od 0-2 m	m3	114,00	13,67	1.558,38
2,0	Planiranje dna jarka v terenu 3 do 5 kategorije s točnostjo +/- 3 cm po predvidenem naklonu	m2	80,00	0,90	72,00
3,0	Izdelava posteljice debeline 10 cm iz proda ali lomljenca frakcije do 16 mm. Posteljico je potrebno planirati s točnostjo +/- 1 cm.	m3	8,00	17,00	136,00
4,0	Izdelava nasipa ob in nad cevjo debeline 30 cm iz proda in lomljenca frakcije do 16 mm. Zasip je treba bočno komprimirati do 95 % trdnosti po standardnem Proctorjevem postopku.	m3	57,44	17,00	976,48
5,0	Strojno zasipavanje jarka z ustreznim tamponskim materialom premera do 60 mm in utrjevanjem po plasteh	m3	165,00	14,50	2.392,50

6,0	Izdelava nevezane nosilne plasti vozišča iz enakomerno zrnatega drobljenca iz kamenine do premera 32 mm v deb. 30 cm	m3	63,00	16,00	1.008,00
III. GRADBENA DELA					
1,0	Izdelava prefabriciranega revizijskega jaška iz PP materiala po smernicah standarda SIST 124, ali drugih materialov po ustreznih standardih, DN 100 cm, globine 1,5 do 2,0 m, skupaj z betonskim obročem in tipskim litoželeznim pokrovom DN 60 cm, nosilnosti 250 kN, z upoštevanjem izvedbe mulde in vodotesnimi spoji. Upoštevani sta spojki in priključka na jašek. Ležišče jaška je izdelano iz betona MB 15, debeline 10 cm. V postavki je zajet dodatni izkop za jašek in zasip z nabijanjem . Upoštevano teflonsko ležišče pokrova.	kom	5,00	812,00	4.060,00
2,0	Izdelava kanalizacije iz cevi polipropolena PP - B po standardih ISO 1183, 527, ali drugih materialov po ustreznih standardih, nazivne togosti SN 16, skupaj s tesnilom in spojko za spajanje. Polaganje cevi po navodilih proizvajalca. DN 300	m	100,00	47,15	4.715,00
SKUPAJ					15.961,38
DDV 20%					3.192,28
SKUPAJ € :					19.153,66

Priloga E: Izgradnja kanalizacije Žužemberk

za.št.	opis	e.m.	kol.	cena	skupaj
I.	KANALIZACIJA				
1,0	Zakoličba trase kanala po projektu s 5% režijskega pribitka	m	100,00	0,70	70,00
2,0	Dobava kanalizacijskih poliestrskih cevi nazivne togosti SN 10000N/m ² , kompletno z vsem potrebnim spojnim materialom premer cevi 300 mm	m	100,00	55,50	5.550,00
3,0	Polaganje kanalizacijskih cevi v projektiranem padcu z dobavo materiala za izdelavo peščene posteljice debeline 10 cm ter zasip cevi s peskom (prodcem) granulacije 3-20 mm 30 cm nad temenom cevi, kompletno z vsemi potrebnimi deli in prenos. Posteljico in zasip je potrebno utrditi do predpisane nosilnosti. premer cevi 300 mm	m	100,00	13,70	1.370,00
4,0	Dobava prefabriciranega revizijskega jaška globine 0.00 - 2.00 m iz armiranega poliestra premera 100 cm skupaj z betonskim obročem, razbremenilno ploščo in tipskim LTŽ pokrovom premera 60 cm, nosilnosti 250 kN. Upoštevano teflonsko ležišče pokrova.	kom	5,00	690,00	3.450,00
5,0	Montaža (vgradnja) revizijskega jaška globine 0.00 - 2.00 m iz armiranega poliestra premera 100 cm skupaj z betonskim obročem, razbremenilno ploščo in LTŽ pokrovom premera 60cm, nosilnosti 250 kN z vodotesnimi spoji. Ležišče jaška iz betona MB15, debelina 10 cm. Pred montažo jaška prostor pod muldo zapolniti z betonom MB15.	kom	5,00	57,00	285,00

II. GRADBENA DELA				
1,0	Strojni izkop jarka, globine 0-2.00 m s poševnim odsekavanjem stranic jarka in poravnavo dna izkopa s točnostjo +-3 cm. Širina jarka na dnu 0.80 m, odvoz izkopanega materiala na deponijo, ki si jo preskrbi izvajalec			
	Izkop v zemlji III. ktg	m3	186,00	6,07
	Izkop v zemlji V. Ktg	m3	114,00	13,67
2,0	Izdelava kamnitega nasutja v debelini 40-100 cm z dobavo in utrjevanjem do predpisane zbitosti.	m3	165,00	13,00
3,0	Izdelava tamponskega nasutja v debelini 30 cm z dobavo in utrjevanjem do predpisane zbitosti.	m3	63,00	13,90
	SKUPAJ			16.433,10
	DDV 20%			3.286,62
	SKUPAJ € :			19.719,72

Priloga F: Izgradnja fekalne kanalizacije Sejmišče v Žužemberku

za.št.	opis	e.m.	kol.	cena	skupaj
I. PRIPRAVLJALNA DELA					
1,0	Zakoličenje trase kanalizacije z zavarovanjem osi in postavitvijo prečnih profilov iz desk s potrebnimi višinami.	m	100,00	1,00	100,00
II. ZEMELJSKA DELA					
1,0	Strojni izkop jarkov z bagrom ter nakladanje in odvoz materiala na gradbeno deponijo do 5 km, ki jo pridobi izvajalec.				
	a/ III. Kategorije globine od 0-2 m	m3	186,00	7,07	1.315,02
	b/ V. Kategorije globine od 0-2 m	m3	114,00	13,50	1.539,00
2,0	Planiranje dna jarka v terenu 3 kategorije s točnostjo +/- 1 cm po predvidenem naklonu	m2	80,00	0,80	64,00
3,0	Izdelava posteljice debeline 10 cm iz proda ali lomljenca frakcije do 16 mm. Posteljico je potrebno planirati s točnostjo +/- 1 cm.	m3	8,00	17,00	136,00
4,0	Izdelava nasipa ob in nad cevjo debeline 30 cm iz proda in lomljenca frakcije do 16 mm. Zasip je treba bočno komprimirati do 95 % trdnosti po standardnem Proctorjevem postopku.	m3	57,44	13,90	798,42
5,0	Strojno zasipavanje jarka z tamponskim materialom cestnega ustoja	m3	63,00	14,50	913,50
6,0	Strojno zasipavanje jarka z ustreznim tamponskim materialom premera do 60 mm in utrjevanjem po plasteh	m3	165,00	13,60	2.244,00
III. GRADBENA DELA					

1,0	Dobava prefabriciranega revizijskega jaška iz PE-HD - PO SMERNICAH STANDARDA pr EN 13598-1 , globine do 2,0 m	kom	5,00	489,30	2.446,50
2,0	Dobava betonskega obroča in tipskega litoželeznega pokrova Ø60 cm, nosilnosti 400 kN z zaklopko . Upoštevano teflonsko ležišče pokrova. Izdelava (vgradnja) jaška iz PE-HD cevi, DN 100 cm, globine do 2,0 m, skupaj z betonskim obročem in tipskim litoželeznim pokrovom Ø60 cm, nosilnosti 250 kN, z vodotesnimi spoji. Ležišče jaška je izdelano iz betona MB 15, debeline 10 cm. V postavki je zajet dodatni izkop za jašek in zasip z nabijanjem.	kom	5,00	205,00	1.025,00
3,0	Dobava PE-HD cevi tip SN 12- PO SMERNICAH STANDARDA pr EN 13598-1, skupaj s tesnilom in spojko za spajanje. DN 315	m	100,00	43,79	4.379,00
4,0	Polaganje in vgradnja PE-HD cevi tip SN12 na predhodno pripravljeno peščeno posteljico deb. 10 cm po navodilih proizvajalca. DN 315	m	100,00	12,26	1.226,00
	SKUPAJ				16.186,44
	DDV 20%				3.237,29
	SKUPAJ € :				19.423,72

Priloga G: Ureditev ceste Stranska vas – krak C

za.št.	opis	e.m.	kol.	cena	skupaj
I. PRIPRAVLJALNA DELA					
1,0	Zakoličevanje trase kanalizacije po situaciji zakoličbe, skupaj z vsemi pomožnimi deli in materiali	m	100,00	1,10	110,00
II. ZEMELJSKA DELA					
1,0	Strojni izkop jarkov z bagrom z direktnim nakladanjem in odvoz materiala na gradbeno deponijo do 5 km, ki jo pridobi izvajalec. Izkop v raščinem stanju.				
	a/ III. in IV. Kategorije globine od 0-2 m	m3	186,00	3,54	658,44
	b/ V. Kategorije globine od 0-2 m	m3	114,00	14,39	1.640,46
2,0	Planiranje dna kanala s točnostjo +- 3 cm v projektiranem vzdolžnem padcu	m2	80,00	1,10	88,00
3,0	Dobava in vgrajevanje peščene posteljice in zasipa 30 cm nad temenom kanalizacijske cevi v padcu z utrjevanjem	m3	8,00	20,75	166,00
4,0	Strojno zasipavanje jarka z ustreznim tamponskim materialom premera do 60 mm in utrjevanjem po plasteh	m3	165,00	14,12	2.329,80
5,0	Strojno zasipavanje jarka z tamponskim materialom cestnega ustoja	m3	63,00	15,33	965,79
III. GRADBENA DELA					
1,0	Izdelava vodotesnih jaškov revizijskih jaškov iz BC cevi fi 100 cm, kompletno z dostavo	kom	5,00	500,00	2.500,00

2,0	Dobava in vgrajevanje LTŽ pokrovov dim. 60/60 cm skupaj z napravo ležišča, polaganjem v cem. Malto 1:3 ter ostalimi pom. deli, napravo malte in prenosi do mesta vgraditve, nosilnost 250 Kn	kom	5,00	200,00	1.000,00
3,0	Dobava in polaganje PVC kanalizacijskih cevi na pripravljeno podlago s spajanjem in vsemi ostalimi pom. deli, materiali in prenosi do mesta vgraditve, nazivna trdnost SN 8				
	PVC fi 315 mm	m	100,00	43,00	4.300,00
	SKUPAJ				13.758,49
	DDV 20%				2.751,70
	SKUPAJ € :				16.510,19