

Primjena PVC cijevi u građevinarstvu

Grabar, Sebastjan

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Istrian University of applied sciences / Istarsko veleučilište - Università Istriana di scienze applicate**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:730880>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-24**



image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



image not found or type unknown



Istarsko veleučilište
Università Istriana
di scienze applicate

PULA

KRATKI STRUČNI STUDIJ POLITEHNIKE

Sebastjan Grabar

MB: 0114004575

PRIMJENA PVC CIJEVI U GRAĐEVINARSTVU

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Materijali i njihova primjena

Nositelj kolegija: Prof.dr.sc. Božo Smoljan

Pula, rujan 2019

SADRŽAJ:

1. UVOD – PRIMJENA PVC CIJEVI U GRAĐEVINARSTVU.....	1
1.1. OPIS PROBLEMA.....	1
1.2. CILJ I SVRHA RADA.....	1
1.3. POLAZNA HIPOTEZA	1
1.4. METODE RADA	1
1.5. STRUKTURA RADA	1
2. OPIS MATERIJALA	2
2.1. POLIVINIL KLORID.....	2
2.1.1. <i>Povijesni razvoj poli vinil-klorida</i>	2
2.1.2. <i>Primjena PVC cijevi kroz povijest</i>	3
2.1.3. <i>Karakteristike PVC cijevi</i>	4
2.1.4. <i>Ispitivanje PVC cijevi – tlačna čvrstoća</i>	5
2.1.5. <i>Ispitivanje upijanja vode</i>	6
2.1.6. <i>Ispitivanje statičkog i dinamičkog modula elastičnosti</i>	7
2.3.5. <i>Vertikalno opterećenje cijevi</i>	8
2.3.7. <i>Proračun naprezanja cijevi</i>	8
2.2. PROCES PROIZVODNJE PVC CIJEVI	9
3. PRIMJENA PVC CIJEVI I REVIZIJSKIH OKANA	9
3.1. PRIMJENA PVC CIJEVI - OPĆENITO	9
3.1.1. <i>Planiranje te priprema za izvođenje</i>	11
3.1.2. <i>Dobava i doprema pvc cijevi</i>	12
3.1.3. <i>Uskladištenje materijala</i>	13
3.1.4. <i>Priprema za ugradnju te ugradnja cijevi i okana</i>	13
3.1.5. <i>Primjena PVC revizijskih okana</i>	17
3.1.6. <i>Točkasta odvodnja</i>	19
3.1.7. <i>Linijske revizije te kontrolni sabirnici</i>	20
3.1.8. <i>Razvod odvoda u objektima</i>	20
3.1.9. <i>Sanacije i reparacija oštećenih elemenata cijevi</i>	22
3.1.10. <i>Sanacija i reparacija oštećenih okana</i>	24
3.1.11. <i>Zaštita cijevi od agresivnih tvari</i>	26
3.1.12. <i>Održavanje cjevovoda</i>	26
4. ISPITIVANJE UGRAĐENIH INSTALACIJA	27
4.1. ISPITIVANJE UGRAĐENE CIJEVI PO NORMI HRN EN ISO/IEC 805	28
4.1.1. <i>Ispitivanje nepropusnosti vodom "W" postupak</i>	29
4.1.2. <i>Ispitivanje nepropusnosti zrakom "L" postupak</i>	29
4.2. ISPITIVANJE UGRAĐENIH OKANA PO NORMI HRN EN 1610	31
4.3. CCTV PREGLED I KONTROLA UGRAĐENE INSTALACIJE.....	31
5. ZAKLJUČAK.....	35
6. POPIS SLIKA I TABLICA	36
6.1. POPIS SLIKA	36
6.2. POPIS TABLICA.....	38
7. POPIS LITERATURE.....	39

1. UVOD – PRIMJENA PVC CIJEVI U GRAĐEVINARSTVU

Svrha ovog rada će biti prikazati upotrebu PVC cijevi u građevinarstvu te usporedbu s cijevima sličnih karakteristika koristeći se odgovarajućim standardnim metodama te prikladnim analitičkim tehnikama. Za izradu usporedbe nužno je imati osnovna predznanja o samim cijevima te njihovim karakteristikama. Na osnovu ovih saznanja, moguće je pristupiti odabiru povoljnijeg tipa cijevi za dobivene projektne zadatke.

1.1. Opis problema

Opis primjene PVC cijevi i okana u području niskogradnje. Usporedba cijevi od PVC-a sa cijevima drugih materijala sličnih karakteristika.

1.2. Cilj i svrha rada

Cilj rada je prikaz primjene PVC-UKC cijevi u građevinarstvu, te područja primjene u kojima ove cijevi imaju prednosti u odnosu na druge tipove cijevi.

1.3. Polazna hipoteza

Predložena primjena cijevi od polivinil klorida učinkovitije rješava nedostatke koji se javljaju kod cijevi drugih tipova materijala sličnih karakteristika čime opravdavaju najučestaliji odabir materijala za taj dio projekta u procesu projektiranja i građenja.

1.4. Metode rada

Primijeniti će se metode teorijskog i terenskog istraživanja konkretnog materijala i utvrdit će se prednosti i nedostaci istraživanog materijala u procesu proizvodnje i manipulacije.

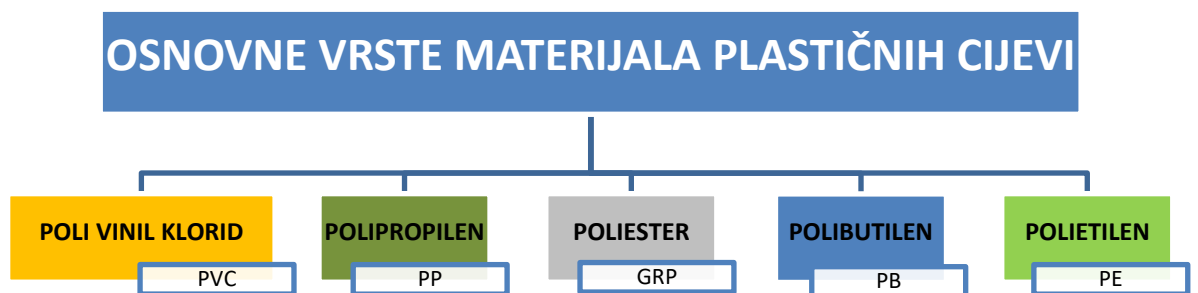
1.5. Struktura rada

Struktura rada definirana je sadržajem. U prvom, uvodnom dijelu opisati ćemo i definirati problem, navesti hipotezu, metode i strukturu rada. Drugi dio se odnosi na opis materijala, njegove karakteristike, metode ispitivanja te proces proizvodnje PVC cijevi. U trećem dijelu razraditi ćemo primjenu PVC cijevi i okana u građevinarstvu. U četvrtom dijelu opisati ćemo proces ispitivanja ugrađenih instalacija po predviđenim normama sa završnim pregledom CCTV kamerom. Peti dio odnosi se na zaključak, te je na kraju rada izrađen popis slika, tablica i literature.

2. OPIS MATERIJALA

2.1. Polivinil klorid

Plastične cijevi odnosno PVC su cijevi od sintetičkih materijala novijeg datuma stoga spadaju u suvremene materijale za izvedbu instalacijskih mreža dovoda i odvoda vode te drugih tekućina u industriji i kućanstvu. U vodovodnoj i kanalizacijskoj praksi dominiraju tzv. tvrdi poli vinil klorid, PVC-U (eng. Unplasticised PVC) te termoplastični poli etilenski PE elementi. Osnovne vrste materijala za izradu cijevi i revizijskih elemenata prikazane su na slici 1.



Slika 1: osnovne vrste materijala plastičnih cijevi
([https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC Katalog.pdf](https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf))

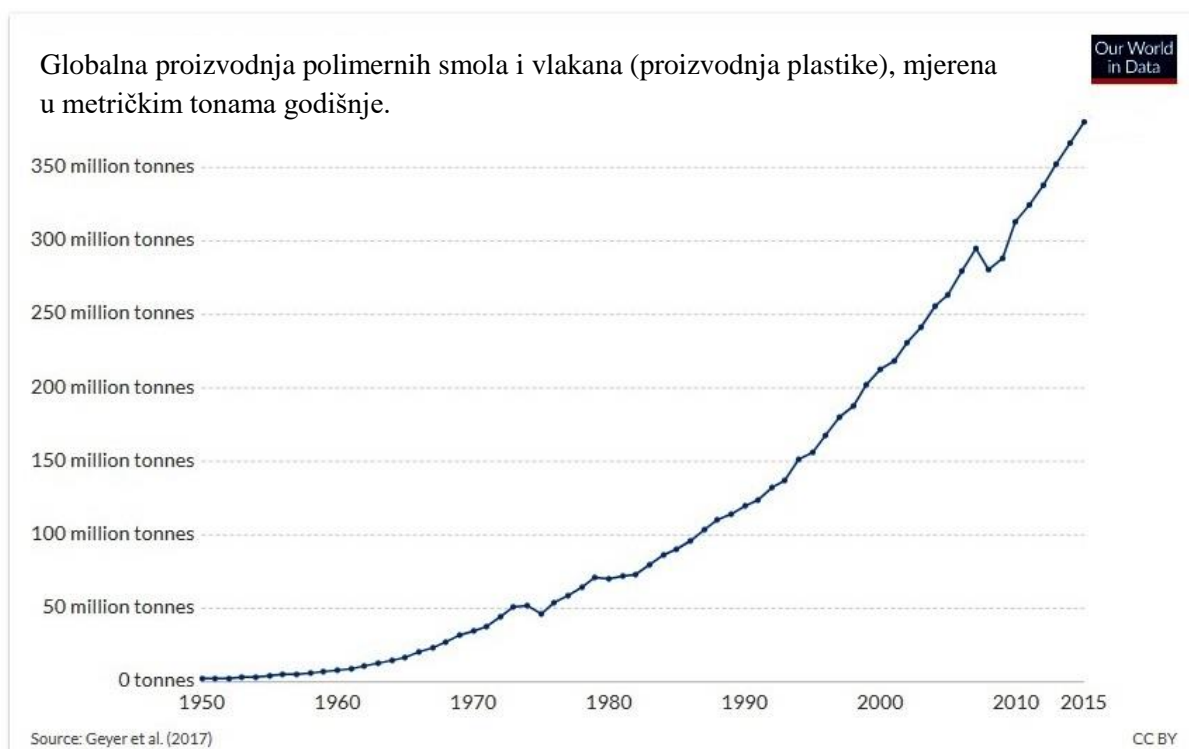
2.1.1. Povijesni razvoj poli vinil-klorida

¹Poli vinil-klorid (¹PVC) je jedan od najstarijih te u proteklih 70 godina jedan od najvažnijih polimera, s učestalošću od oko 20% ukupne svjetske proizvodnje polimera. Industrijska proizvodnja PVC-a započela je 1927 s podgrupom ko-polimerima vinil-klorida (VC) vinil acetata, vinil etera te akrilnih estera. Prva industrijska homo polimerizacija VC-a provedena je 1937.god. u SAD-u proizvodnog pogona Union Carbideu te u Europi u Njemačkom proizvodnom pogonu IG Farben, s godišnjom proizvodnjom od nekoliko stotina tona u gotovim proizvodima. Prikaz rasta proizvodnje i potrošnje PVC-a u svijetu prikazan je na slici 2.

Niz godina PVC je bio najvažniji polimerni materijal, ali nakon brzog rasta proizvodnje poliolefina u drugoj polovici 20. stoljeća, poli vinil-klorid je drugi po

¹PVC - poli vinil-klorid

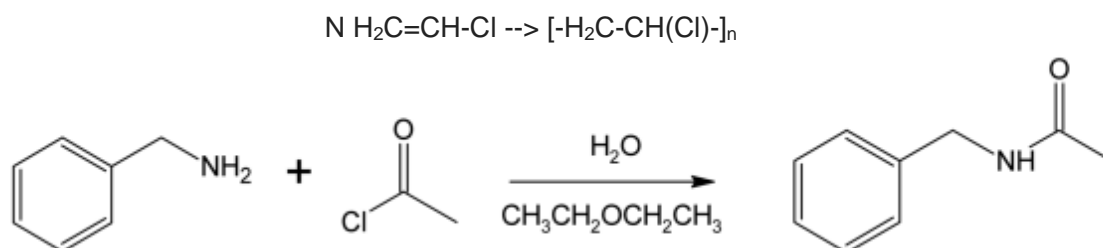
volumenu potrošnje, iza poliolefina i ispred stirena. Usprkos svim tehničkim i gospodarskim problemima, svim ekološkim raspravama s javnošću o rizičnim posljedicama proizvodnje i uporabe PVC-a te općenito opasnosti klorne kemije za okoliš, godišnja proizvodnja PVC-a u svijetu raste za više od 4%.



Slika 2: Globalna proizvodnja plastike (web: <https://ourworldindata.org/faq-on-plastics>)

2.1.2. Primjena PVC cijevi kroz povijest

Eugen Baumann (12 Prosinac 1846 – 3 Studeni 1896) je bio Njemački kemičar koji je među prvima znanstvenicima koji su proizveli poli vinil-klorid (PVC), te je zajedno sa kemičarom Carl Schottenom otkrio Shoten-Braumannovu reakciju što je postupak sinteze amida iz amina i kiselinskih klorida:



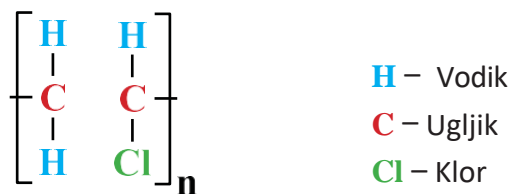
Slika 3: kemijski prikaz poli(vinil-klorida)
(Izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)

2.1.3. Karakteristike PVC cijevi

Poli vinil-klorid je već desetljećima afirmiran materijal koji se u novije vrijeme sve više primjenjuje. U proizvodnji cjevovoda ovaj materijal nalazi primjenu u vodoopskrbi, u odvodnji (fekalnih i oborinskih otpadnih voda), kao i kod industrijskih postrojenja, uključujući i odvodnju agresivnih industrijskih otpadnih voda. Prednosti plastičnih cijevnih sustava u odnosu na konvencionalne sustave korištene u obradi vode su:

- ✚ Nema stvaranja korozije
- ✚ Visoka otpornost prema kemikalijama
- ✚ Nema stvaranja nakupina (zanemariv otpor trenu unutarnje stjenke)
- ✚ Niska cijena instalacije
- ✚ Mala težina materijala
- ✚ Niska toplinska vodljivost
- ✚ Dugi životni vijek
- ✚ Niska razina emisije statičkih plinova
- ✚ Reciklirajući materijal
- ✚ Globalna potvrda kvalitete raznim standardima: ISO, DVGW, BS, ASTM, JIS

Poli vinil-klorid se u proizvodnji sintetičkom polimerizacijom plina vinil klorida, koji se dobije spajanjem acetilen plina s plinovito solnom (klorovodičnom) kiselinom. Osnovne strukturne jedinice PVC-a prikazane su na dolje prikazanoj slici.



Slika 4: strukturne jedinice PVC-a

(Izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)

Za PVC sustave kanalizacijskih cijevi proizvode se modificirani tipovi tvrdog poli vinil-klorida s točno podešenim svojstvima. Takav materijal generalno ispunjava sve zahtjeve koji se postavljaju na moderan sustav kanalizacijskih cijevi.

2.1.4. Ispitivanje PVC cijevi – tlačna čvrstoća

Nauka o čvrstoći – analizira promjene i stanja čvrstih deformabilnih (pod opterećenjima se mijenjaju oblici i dimenzije) tijela izloženih vanjskim opterećenjima.

U okvirima strojarstva ona opisuje:

✚ naprezanja i

✚ geometrije

elemenata materijala i jednostavnijih sklopova elemenata. Metodama nauke o čvrstoći proučavaju se:

1. čvrstoće elemenata – sposobnosti podnošenja opterećenja bez pojava plastičnih deformacija, lokalnih oštećivanja ili lomova,
2. krutosti elemenata – otpornosti prema deformiranju i
3. stabilnosti elemenata – sposobnosti podnošenja opterećenja uz očuvanje početnog ravnotežnog oblika.

Cilj je primjene metoda nauke o čvrstoći optimalno uskladiti dva uzajamno suprotna zahtjeva – sigurnost i ekonomičnost elemenata. Uz što je moguće manji utrošak materijala postići što je moguće veću pogonsku sigurnost.

PVC sustav kanalizacijskih cijevi proizvodi se u sljedeće tri klase nazivne prstenaste čvrstoće SN klasificirane prema HRN EN ISO 9969:

✚ SN 2 (≥ 2 [kN/m²]),

✚ SN 4 (≥ 4 [kN/m²]),

✚ SN 8 (≥ 8 [kN/m²]).

Standardne slučajeve opterećenja i uvjeta ugradnje ispunjavaju općenito već PVC kanalizacijske cijevi klase SN 4. Kod specijalnih slučajeva uslijed otežanih uvjeta ugradnje, manje dubine rova, težeg prometa ili veće rezerve (većeg koeficijenta sigurnosti) preporučuju se PVC cijevi veće nosivosti klase čvrstoće SN 8.

Oblikovni ili spojni (tzv. ²fazonski komadi) elementi iste debljine stjenke kao i cijev, postižu zbog svoje geometrije barem dvostruko veću čvrstoću od cijevi. Zbog toga se,

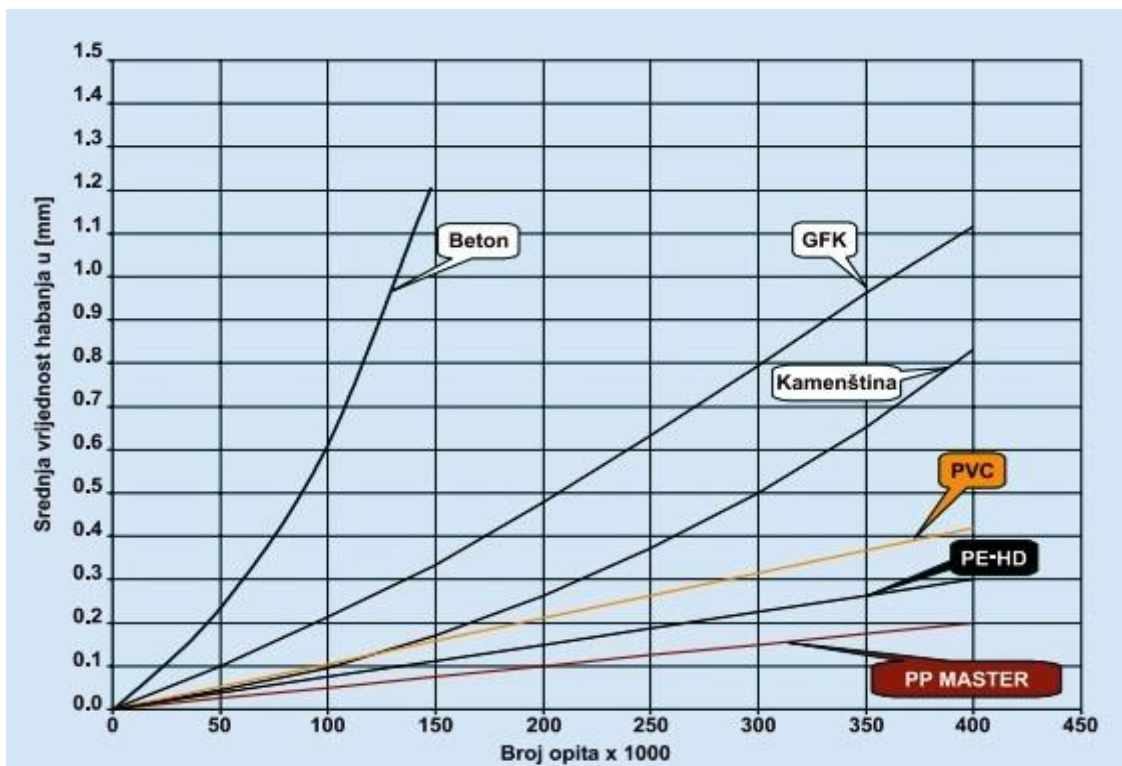
²Fazonski komadi – spojni elementi koljena, račve, spojnice, ..

sukladno HRN EN 1401-1, odlomak 4.1, spojni elementi klase SN 4 mogu koristiti zajedno sa cijevima klase čvrstoće SN8.

2.1.5. Ispitivanje upijanja vode

Otpornost na habanje je također jedan od važnijih kriterija koji se postavljaju pred svakim materijalom sustava odvodnje. To je važno s obzirom na garantirani vijek trajanja sustava kanalizacijskih cijevi i pri odvodnji oborinskih voda koje su u pravilu pri velikim protočnim brzinama te dodatnim znatnim opterećenjima materijala koji uzrokuju oštećenja unutarnjeg plašta te habanje (pijesak, šljunak, krhotine, ...).

Na priloženom dijagramu na slici 5. iskazane su srednje vrijednosti habanja za neke karakteristične cijevne materijale, uključujući i pod klase plastičnih cijevi, provedenom prema postupku Darmstadt.



Slika 5: Usporedba srednje vrijednosti habanja

(Izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)

2.1.6. Ispitivanje statičkog i dinamičkog modula elastičnosti

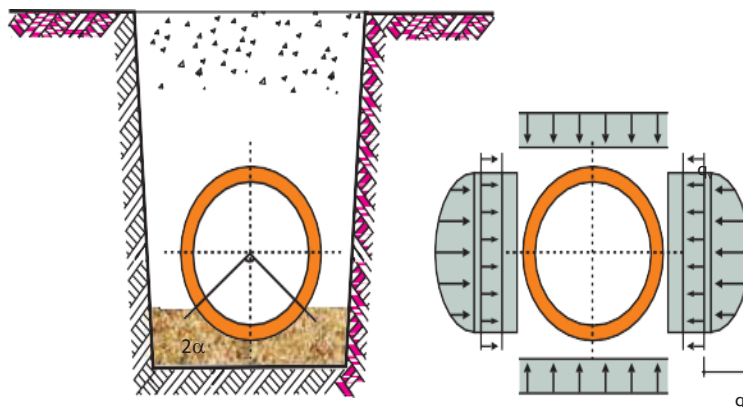
PVC cijevi predstavljaju deformabilnu strukturu odnosno preuzimaju naprezanja bez pojave loma. Uvriježene metode proračuna čvrstoće građevnog elementa daju stvaran odnos između naprezanja i deformacija kada je element pod opterećenjem.

Statički se proračun odnosi na proračun PVC kanalizacijskih cijevi položenih u tlo, odnosno na posteljicu (pijesak, šljunak), s određenim kutom naliježanja cijevi bez utjecaja podzemne vode.

Proračunom je potrebno odrediti veličinu:

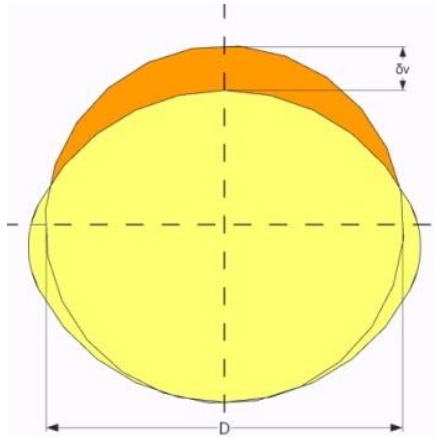
- ✚ deformacije cijevi
- ✚ naprezanja u cijevi

koja pri mjerodavnom opterećenju ne smiju prelaziti dopuštene vrijednosti.



Slika 6: naliježanje PVC kanalizacijske cijevi položene u tlo
(izvor:https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)

Vertikalno opterećenje na cijev uzrokuje njenu deformaciju (δv), smanjuje se cijevna vertikalna visina, a cijev poprima eliptičan oblik kako je prikazano na slici. (slika 7).



Slika 7: Deformacija okrugle cijevi pod vertikalnim opterećenjem (izvor autor)

U konkretnom slučaju, izuzev kod specijalnih slučajeva uzrokovanih uvjetima ugradnje i opterećenja, zahtijeva se da (relativna) vertikalna deformacija (δ_v), pri mjerodavnom opterećenju, ne bude veća od dopuštene deformacije $\delta_{v.dop} = 6.0 \%$, tj.

$$\delta_v \leq \delta_{v.dop} = 6.0 \%$$

2.3.5 Vertikalno opterećenje cijevi

Kod uobičajenih uvjeta ugradnje cijevi, vertikalno opterećenje (q_v) veće je od horizontalnog opterećenja (q_h). Razlika opterećenja ($q_v - q_h$) uzrokuje smanjenje vertikalnog i povećanje horizontalnog promjera cijevi (slika 5).

U vertikalno opterećenje ubrajaju se:

- ✚ dodatno opterećenje na površini tla, opterećenje od zgrada, prometnica, vozila, itd.
- ✚ utjecaj tla iznad tjemena cijevi

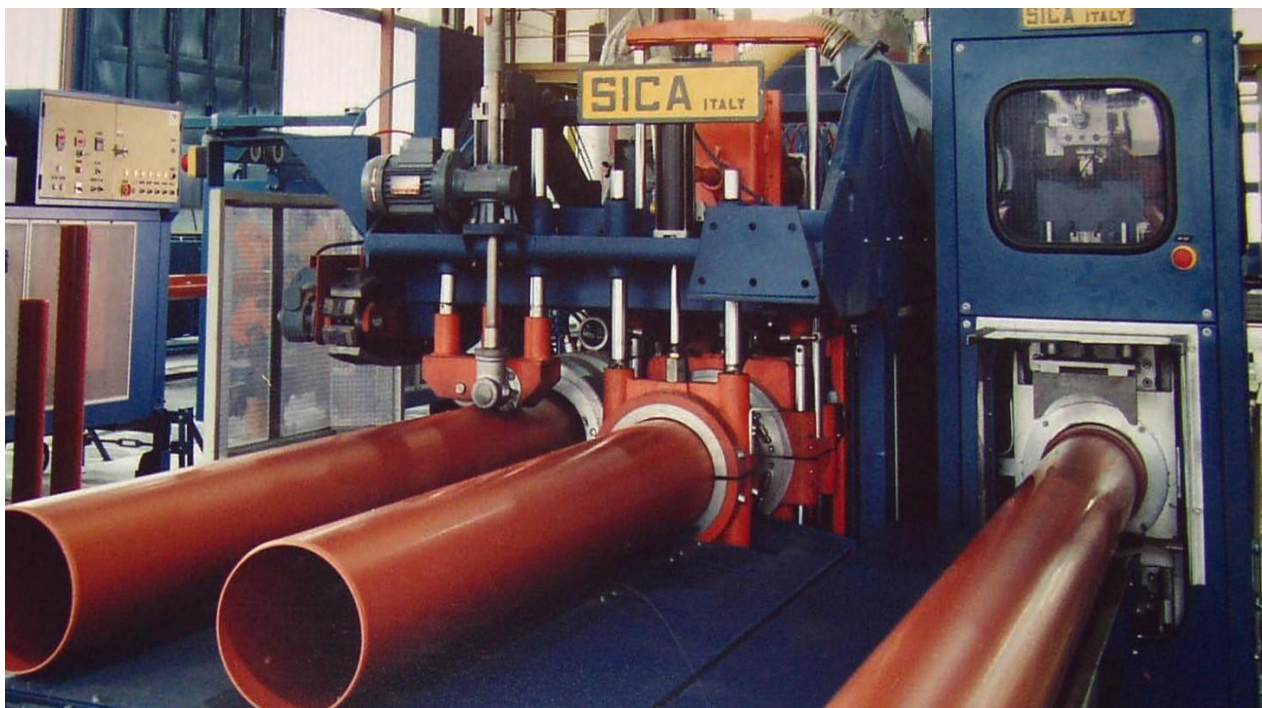
2.3.7. Proračun naprezanja cijevi

Kod proračuna naprezanja se postavlja glavni zahtjev da vlačna naprezanja na unutarnjoj stijenci cijevi (σ_i) pri mjerodavnom opterećenju, ne budu veća od dopuštenih vlačnih naprezanja (σ_{dop}), tj

$$\sigma_i < \sigma_{dop}$$

2.2. Proces proizvodnje PVC cijevi

PVC sustav kanalizacijskih cijevi proizvodi se postupkom jednoslojnog istiskivanja (ekstruzije) prema visokim standardima kvalitete austrijskih normi. Proizvodni postupak se sastoji u tome da se ugrijani granulati poliklorida istiskuju kroz mlaznicu, zvanu ekstruder, i potom hladi. Na priloženim slikama prikazani su dijelovi postrojenja za proizvodnju PVC sustava kanalizacijskih cijevi u Karlovcu.



Slika 8: Postrojenja za proizvodnju plastike PipeLife - Karlovac

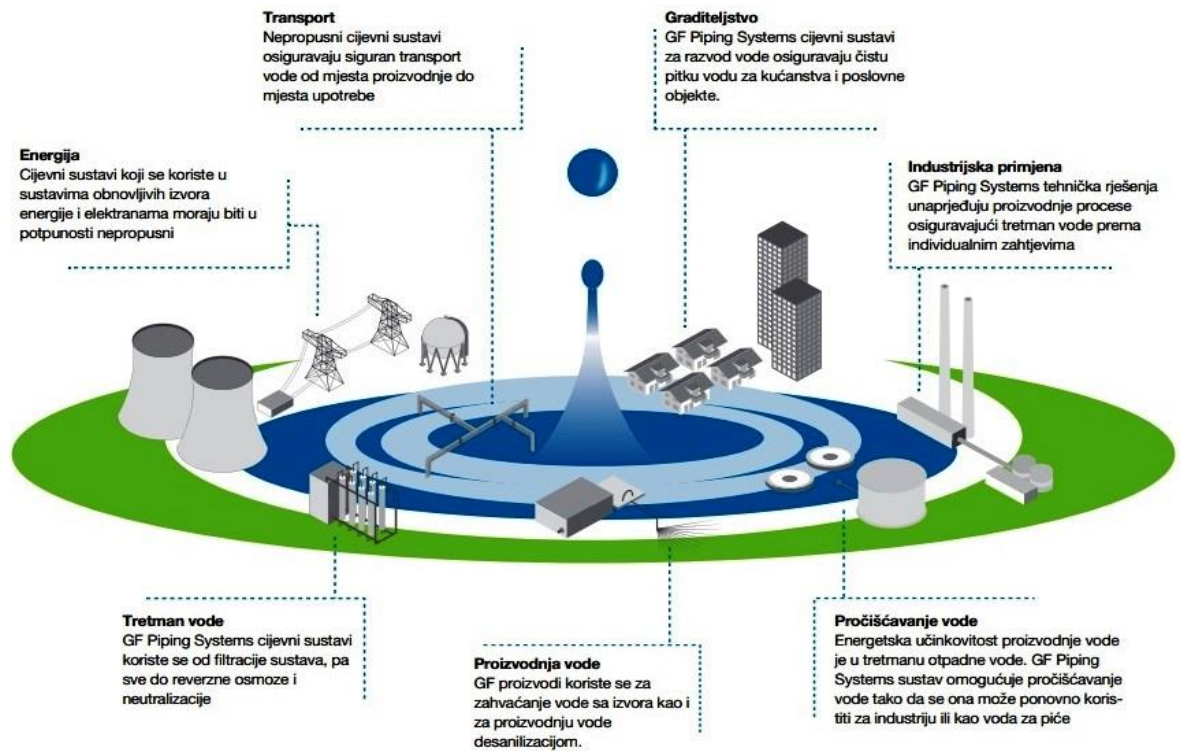
(izvor www.pipelife.hr/hr/)

3. PRIMJENA PVC CIJEVI I REVIZIJSKIH OKANA

3.1. Primjena PVC cijevi - općenito

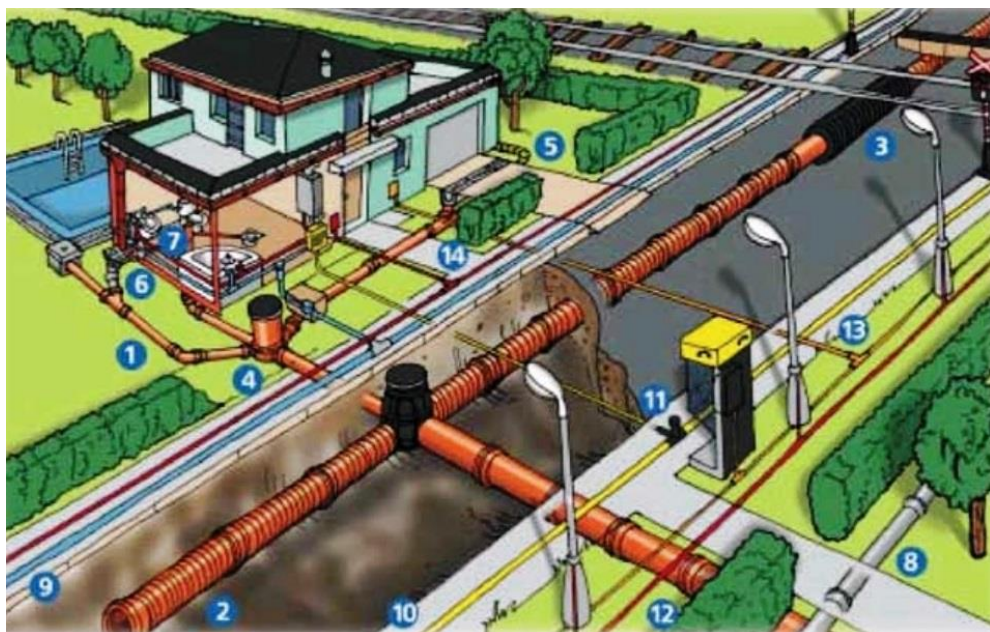
PVC cijevi imaju vrlo široku primjenu od transporta i pročišćavanja vode do energetske, industrijske i graditeljske primjene. Kod prije navedenih podjela primjenu PVC cijevi dalje možemo podijeliti na glavne magistralne dovode i odvode te sekundarne linijske instalacije pa do instalacija po pojedinim objektima.

³Ekstruder - Vrsta pužne preše koja se upotrebljava za izvlačenje cijevi i profila



Slika 9: područje primjene PVC cijevnih sistema
(izvor:http://www.ptmg.hr/media/filer_public/72/6a/726a2426-b41b-4188-be46-2f007a50b385/ptmg_katalog.pdf)

Na slici 10. prikazan je jedan od primjera sveobuhvatne primjene polivinil kloridnih cijevi sa svim grupama instalacija na jednom malom uličnom bloku.



Slika 10: primjena PVC cijevnih sistema u urbanoj sredini (izvor web)

Oznake na prethodnoj slici prikazuju:

1.glavni odvod iz objekta, 2.ulični sabirni kolektor, 3.zaštitna cijev ispod prometnice, 4.kućno revizijsko okno, 5.drenažna cijev, 6.okno za prihvrat oborinske vode, 7.razvod unutar objekta, 8.cijev pitke vode, 9.sekundarna cijev sanitarne vode, 10.cijevi plinske instalacije, 11.odvojak plinske instalacije, 12.zaštita elektro naponskih instalacija, 13. Zaštita TK instalacija

Konkretnu primjenu i ugradnju polivinil kloridnih cijevi i okana će biti prikazane na jednom primjeru projekta prometnice jednog od mnogobrojnih Istarskih autokampova gdje se rekonstrukcija izvela prije par godina.

3.1.1. Planiranje te priprema za izvođenje

Kod dobivanja projektnog zadatka te samog početka projektiranja projektanti pristupaju planiranju trase te odabiru opreme i materijala koji će zadovoljavati tražene uvjete dobivenog zadatka. Pri tome naravno uzimaju u obzir dostupnost te mogućnost nabave takvog tipa materijala s obzirom na vrlo kratke rokove izvođenja samih radova koje uvjetuje početak turističke sezone.

Konkretno za ovaj projekt su odabrane odvodne instalacije od pvc materijala. Pvc cijevi su u odnosu na ostale tipove odvodnih cijevi puno zastupljenije te dostupnije sa svim pratećim spojnim fazonskim komadima neophodnim za raznorazne prilagodbe na samom terenu prilikom izvođenja radova. Kod ostalih sistema kao što su PEHD korugirane cijevi, ili staklo plastične cijevi jednostavno nemaju tako sveobuhvatnu ponudu ili su sami spojni komadi ekonomski neisplativi za tako velike projekte.

Što se odnosi na okna do te odluke je došlo iz razloga jer su betonska okna zahtijevala previše dugu fazu stvrdnjavanja nakon betoniranja, a modularna okna u betonskoj izvedbi s obzirom na količinu niti jedna firma nije mogla isporučiti u traženim rokovima.

Na slici 11. je tlocrtno simbolično prikazan projekt rekonstrukcije auto kampa u mjestu Funtana koji je pod upravljanjem turističke firme Valamar s sjedištem u Poreču. Vrijednost same investicije za odvod fekalne i oborinske instalacije u koju je uključena sva prateća oprema iznosila je oko 16 miliona kuna. Dio te opreme

(separatori, morski muljni ispusti, sabirne fekalne jame, i sl.) neće biti obrađen u ovom završnom radu iz razloga jer nisu tema ovog rada.



Slika 11: rekonstrukcija prometnice auto kampa Funtana (izvor: autor)

3.1.2. Dobava i doprema pvc cijevi

Dobava i doprema pvc cijevi je sam početak odnosno priprema gradilišta, dopremanje samih cijevi se odrađivalo kamionom s prikolicom te šleper kamionima i to postepeno u fazama da ne bi došlo do zakrčenja samog gradilišta. Ukupno je isporučeno 43 kamiona samo za cijevni materijal s oknima. Istovar same opreme je odrađen manjim strojem na gradilištu kako je prikazano na slici 12.



Slika 12: istovar cijevi (izvor: autor)

3.1.3. Uskladištenje materijala

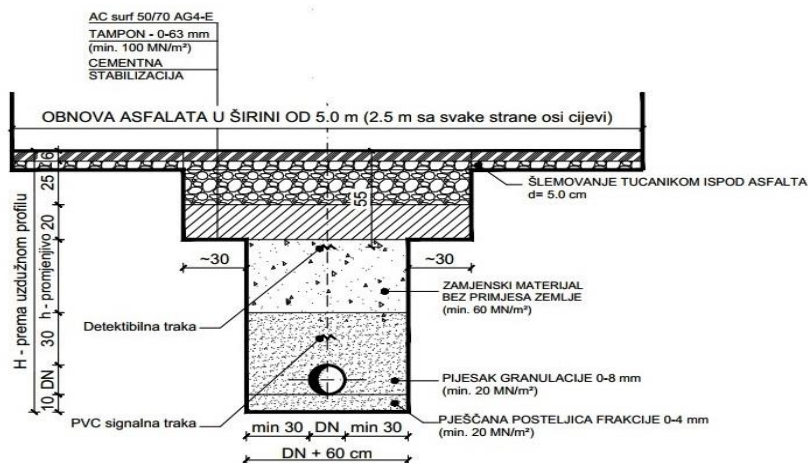
Uskladištenje dopremljenog materijala se vršio prema planu gradilišta na kojem je bilo predviđeno mjesto odnosno plato za cjevovodne glomazne materijale. Sama deponija je jednostavan plato za cijevi s gradilišnim konteinerima za uskladištenje sitnijeg spojnog i brtvenog materijala te alata neophodnog za rad.



Slika 13: plato za uskladištenje cijevi i okana (izvor: autor)

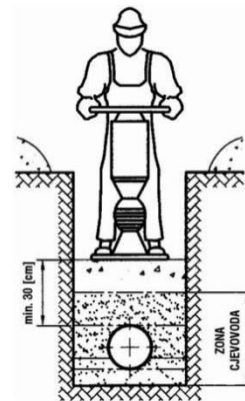
3.1.4. Priprema za ugradnju te ugradnja cijevi i okana

Odvodna instalacija ima predviđena pravila, propise te normative za ugradnju odvodnih elemenata. U načelu nakon izvedbe iskopa te grubog poravnavanja podloge izvodi se posteljica prema danom detalju presjeka kanala kako je prikazano na sljedećoj slici pod brojem 14.



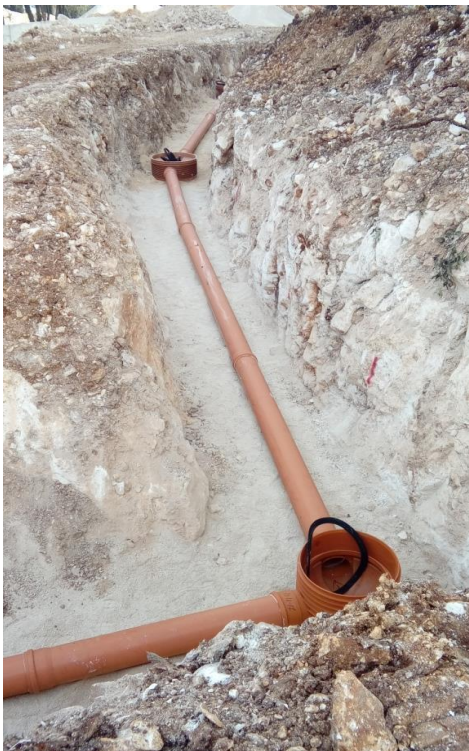
Slika 14: presjek kanala (izvor: autor)

Posteljica je sloj pijeska od 5 do 10 centimetara predviđen za zaštitu cijevi s donje strane te podloga kojom se minimalno korigiraju padovi cjevovoda. Nakon ugradnje cijevi, cijev se zaštićuje materijalom frakcije 0 - 8 mm u visini predviđenoj dobivenim detaljem presjeka rova ali ne manje od 15 cm. Ostatak presjeka kanala se zatrpara u slojevima od 30 cm te nabija tzv. žabama (slika 15.) isto tako u slojevima ovisno o dubini kanala. Završni sloj kanala ovisi o samoj podlozi na vrhu kanala (zemlja, makadamski put, asfalt, i sl.) te je kao i ostali elementi građenja definiran projektnom dokumentacijom odnosno dobivenim detaljem.



Slika 15: nabijanje žabom (izvor: autor)

Na sljedećoj slici pod brojem 16. prikazane su pojedine dionice ugrađenog cjevovoda prema predviđenim pozicijama.



Slika 16: ugradnja cijevi (izvor: autor)

Na slici 16. prikazana je ugradnja cijevi u pripremljenom kanalu te izvedenoj posteljici, gdje nisu ugrađeni završni segmenti okana iz razloga jer je došlo do promjene projekta te završne visine kolnika što je velika prednost ovog sistema pvc okana gdje se vertikalni elementi okna montiraju segmentno te su lako prilagodivi i usljed novonastalih situacija, dok bi kod gotovih pre fabriciranih PEHD i staklo plastičnih to bio veliki problem iz razloga jer bi se trebao kratiti konusno suženje ulaza u okno što bi prouzročilo nemogućnost ugradnje rasteretnog betonskog prstena prema traženim pravilima i normativima. Kod betonskih okana gdje bi izvedba tražila raniju ugradnju do završnog sloja takve nenadane promjene u najčešćem slučaju znače spuštanje same stjenke okna (dijamantnim rezanjem ili štemanjem) do nove kote ugradnje.



Slika 17: ugradnja cijevi (izvor: autor)

Na slici 17. prikazan je daljnji tijek građenja gdje se vidi postepeno zatrpavanje instalacija u slojevima sa pripadajućom frakcijom za svaki pojedini sloj a sve prema danim projektnim detaljima te u slučaju nejasnog detalja prema odluci projektanta . Kod pvc cijevnih sustava treba još navesti i vrlo jednostavno savladavanje velikih strmina, kaskadnim oknima prilagođenim svim projektiranim zahtjevima te podložnim eventualnim promjenama uslijed građenja kako je prikazano na slici 16.

Kod eventualnih promjena se podrazumijeva promjena u visini te u horizontalnom ulaznom odnosno izlaznom cjevovodu, te jednostavnu mogućnost dodavanja novih bočnih ogranaka uz pripadajući brtveni materijal.



Slika 18: kaskadno savladavanje kosina (izvor: autor)

Završna faza kod ugradnje pvc cijevnog sistema je prilagodba završna prilagodba visina u odnosu na novu kolničku konstrukciju. Zaštita samog sistema oko revizijskih otvora se izvodi s rasteretnim armirano betonskim prstenovima na koje se ugrađuje završni kolnički poklopac.



Slika 19: završna faza ugradnje (izvor: autor)

3.1.5. Primjena PVC revizijskih okana

Revizijskih PVC kanalizacionih okana ima više tipova ovisno o proizvođačima ali su većim dijelom svi u istim gabaritima vanjskog i unutrašnjeg dijela okna. Industrijski proizvedena PVC revizijska okna trebaju biti izvedena u skladu s HRN EN 13476-3:2007. Njihova relativno laka izvedba, brzina same proizvodnje i vodo-tijesnost cijelog sustava uvelike pogoduje njihovoj širokoj primjeni u građevinarstvu. Još treba navesti da je unutarnja površina unutarnje stjenke pred gotovljenih industrijskih PVC okana uvelike kvalitetnija s znatno manjim koeficijentom trenja kod protoka tekućina i krutina u odnosu na okna predviđena za istu namjenu izrađenih od drugog tipa materijala kao npr. Betonska koja zahtijevaju naknadnu obradu samog dna okna (kinete), te premaze stjenki okna radi ispitivanja vodotjesnosti kojim se dokazuje ispravnost sistema. Na slici 20 prikazano je revizijsko okno sa pripadajućim elementima.



Slika: 20. PVC okno (izvor: <https://www.pipelife.ba>)

Oznake na prethodnoj slici prikazuju:

1. metalno-betonski cestovni poklopac,
2. rasteretni armirano betonski prsten,
3. okno,
4. prelazni komad,
5. dovodni cjevovod

Cestovni poklopci na revizijskim oknima su uglavnom u lijevano željeznoj izvedbi, klase nosivosti prema ⁴HRN EN 124 ovisno o tipu, veličini te namjeni prometnog kolnika. Klase nosivosti se kreću od:

- ✚ Klasa A 15 (nosivost 50kN) za pješake i bicikliste
- ✚ Klasa B 125 (nosivost 150kN) pješake zone, garaže i parkirališta
- ✚ Klasa C 250 (nosivost 250kN) zelene površine, odvodni kanali uz rubnik
- ✚ Klasa D 400 (nosivost 400kN) za vozni i zaustavni cestovni kolnici
- ✚ Klasa E 600 (nosivost 600kN) za tunele i ne-javne visoko opterećene prometnice
- ✚ Klasa F 900 (nosivost 900kN) za površine posebne namjene kao zračne luke

Rasteretni prstenovi se izvedu u armirano betonskoj izvedbi kako je prikazano na slici 21. Oni kao i ostali odvodni elementi se ugrađuju na prethodno ugrađenu i nabijenu podlogu.



Slika: 21. Betonski rasteretni prstenovi (Izvor: autor)

Ostale elemente detalja okna sa slike 20. smo obraditi u prethodnom djelu teksta.

Kao jedan od nedostataka PEHD okana je lijepo prikazan na slici 22. Gdje je vidljivo da zbog nedostatka ponude spojnog materijala za izvedbu spoja između dva okna bilo potrebno koristiti pvc spojne elemente.

⁴HRN EN 124 – normativ za poklopce, slivnike i kontrolna okna



Slika: 22. Primjer ugradnje okna drugog tipa materijala (Izvor: autor)

Kod ovog konkretnog slučaja spajanja okna postoji opcija i elektro fuzijskog povezivanja sa elektro fuzijskim spojnicama, što bi naravno uvelike povećalo cijenu izvedbe samog sistema.

3.1.6. Točkasta odvodnja

Pod točkastom odvodnjom podrazumijevamo samostalna sifone, slivnike, okna, pjeskolove, upojne bunare i druge elemente odvodne instalacije spojeni preko ogranaka na glavni odvodni kolektor. Takve sisteme nalazimo kod vanjskih i unutarnjih odvodnih instalacija. Na slici 23 . prikazani su sabirnici manjeg i većeg tipa odnosno pjeskolov predviđen za prihvat i odvod oborinske vode s krovnih površina i cestovnih prometnica.



Slika 23: pjeskolovi manjeg i većeg tipa
(izvor:<http://www.vodoplast-promet.hr/hr/kanalizacija/kanalizacijska-revizijska-okna/slivnik-pjeskolovac>)

3.1.7. Linijske revizije te kontrolni sabirnici

Linijske revizije su elementi odvodnje predviđeni za sakupljanje površinske oborinske vode ili izljeva nastalog uslijed nekog održavanja i pranja sustava. Njihova primjena je u najvećem dijelu zastupljena u kolničkoj infrastrukturi (prometnicama, parkiralištima) te u samim objektima na sakupljanju vode sa nekih krovnih, balkonskih te drugih površina unutar samih objekata kao što su prostorije za tuširanje. Ti linijski elementi se spajaju na odvodni cjevovod na predviđenim mjestima revizijskih sabirnika kako je vidljivo na slici 24.



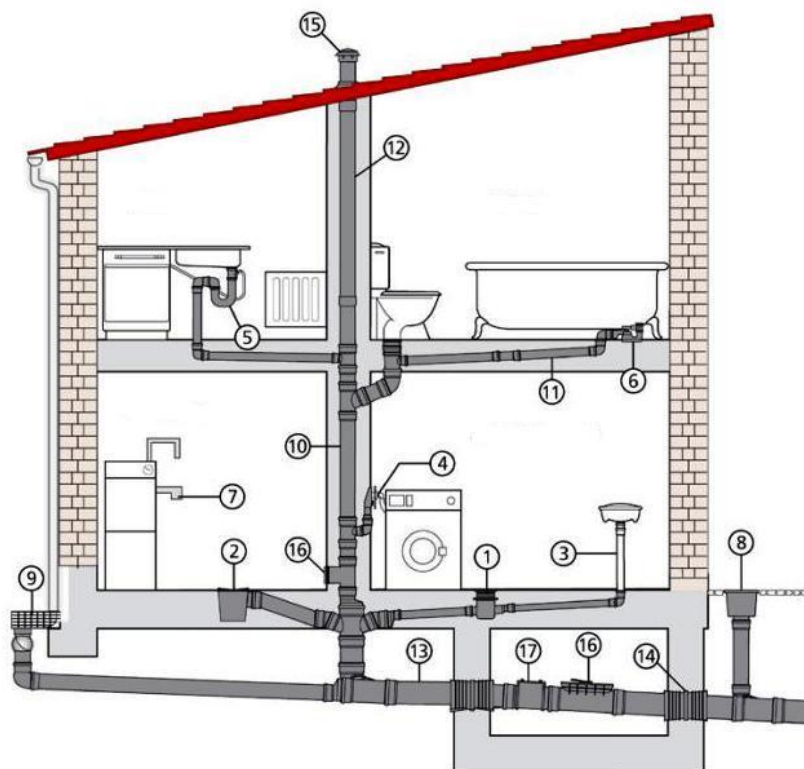
Slika 24: PVC linijska kanalica i kontrolni sabirnici (izvor: www.alcaplast.com)

3.1.8. Razvod odvoda u objektima

U prije navedenom tekstu obradili smo ugradnju pvc cijevnog sustava odvodnje u vanjskim uvjetima okolišu, urbanim sredinama, kolničkim prometnicama i sl. U sljedećem djelu teksta ćemo obraditi upotrebu pvc cijevnog sistema unutar samih građevina te usporedbu s sličnim sistemima drugog tipa materijala.

Kao i kod vanjske instalacije odvodnih cjevi, i za unutarnju instalaciju po objektima se pristupa izvođenju radova odnosno ugradnji prema uputama i priloženoj dokumentaciji projektanta odnosno projekta. Svi potrebni elementi za funkcionalno korištenje cijevnog odvodnog sustava su sadržani i obrađeni u projektnoj dokumentaciji. Na slici 25. Simbolično prikazan cijevni razvod odvodne instalacije s oznakama pojedinih elementa po svim etažama građevine.

Napomena: slika 25. je figurativni prikaz odvodnih instalacija u objektu te kao takav nije predmet projektne dokumentacije.



Slika 25: slikovni prikaz ugradnje odvoda
(izvor: <https://www.pipelife.ee>)

Oznake na slici 18. su prikazani pvc odvodni elementi:

- 1.Protočni top sifon, 2.Slivnu rešetku, 3.Sifon umivaonika, 4.Spojni fitinzi ,
- 5.Sifon sudopera, 6.Sifon kade, 7.Sigurnosni preljev, 8.Kišni slivnik, 9.Kišna rešetka, 10.Vertikalna odvodna cijev DN110, 11.Horizontalna cijev DN50,
- 12.Vertikalna ventilacijska cijev DN110, 13.Horizontalna cijev DN160,
- 14.KGFspojni komad za prolaz cijevi kroz betonske zidove, 15.Ventilacijska kapa,
- 16.Revizijski element, 17.Nepovratna zaklopka.

Prilikom pristupa početka ugradnje cjevovoda svaki majstor odradi izvid te obilježavanje pozicija cijevnog sustava prema dobivenoj dokumentaciji. Cijevni sustavi se po potrebi ugrađuju u šliceve na betonskoj podlozi, u zidnim usjecima ili nadžbukno te se naknadno oblažu u nekakve obloje. Na slici 26. Prikazan je primjer ugradnje odvodnih cijevi u pvc izvedbi. Cijevi su djelomično ugrađene u pregradnom gips-kartonskom (knauf) zidu a djelom na betonskoj podlozi. Cijevni sustav montiran na betonskoj podlozi se naknadno zaštićuje termo izolirajućim zaštitim stirodur ⁵XPS pločama, pvc foiljom, zaštitnim slojem estriha, hidro izolacijom te završnim slojem keramičkih pločica.

⁵XPS ploče - Ekstrudirani polistiren (stirodur) je toplinsko izolacijski materijal



Slika 26: ugradnja odvoda (Izvor: autor)

Spajanje pvc cijevnih sistema na naglavak se vrši kalijevom sapunicom, dok obrada spojeva i brtvila odrađuje se prema preporuci proizvođača cijevi. Fiksiranja i ukrute se izvode podjednako za sve odvodne elemente s pripadajućim obujmicama, ogrlicama, perforiranim trakama i sličnim elementima.

Kod cijevi drugog tipa kao PEHD, sami spojevi se vrše elektro zavarivanjem odnosno elektro fuzijom što uvelike usporava sam proces izvođenja radova. Sanacija oštećenja kod takvog sistema je također kompliciranija iz razloga što sama ugradnja spojnog materijala te priprema za sanaciju traži više manipulativnog prostora.

3.1.9. Sanacije i reparacija oštećenih elemenata cijevi

Prilikom građenja neminovno dolazi do nenamjernog oštećenja ugrađenih instalacija i opreme. Uz sve moguće kontrole, mjera zaštite te pažnje djelatnika, jednostavno, zbog velikog broja djelatnika i strojeva uz ubrzani tempo rada, minimalna oštećenja su neminovna. Upravo kod takvih slučajeva pvc cijevni sustavi pružaju jednostavna i brza rješenja za rješavanje takvih situacija. Kod cijevi je to riješeno uklanjanjem oštećenog dijela cjevovoda te spajanjem predviđenim fazonskim komadima, dok je kod okana dovoljno otkopati do prvog zdravog segmenta te zamijeniti oštećene dijelove. Kod ⁶PEHD i staklo plastičnih sustava te opcije nisu ostvarive odnosno postoji mogućnost uz puno veća ekonomska izdavanja.

⁶PEHD - Polietilenske cijevi za dovod i odvod vode



Slika 27: oštećenja cjevovoda (izvor: autor)

Prilikom detektiranja oštećenja sanaciji pvc cijevi možemo pristupiti na više načina ovisno o mjestu oštećenja i pristupačnosti odnosno manipulativnom prostoru za izvedbu same sanacije.

Uz dovoljno manipulativnog prostora PVC cijevi se nakon lociranja kvara (CCTV kamerom) i pripreme mjesta za saniranje, saniraju standardnim fazonskim komadima prema uputi proizvođača cijevi te prema važećim pravilima i propisima. Na sljedećoj slici pod brojem 28. je prikazan tip sanacije koji se vrši s vanjske strane plašta cijevi odnosno s ubacivanjem pvc komada tzv. klizna spojnica.



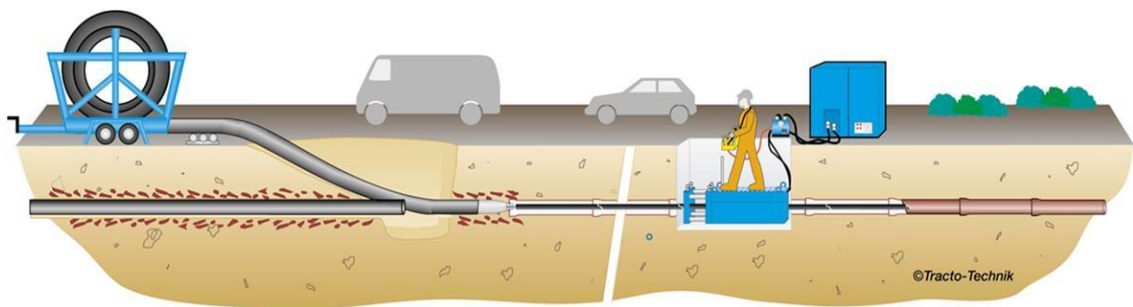
Slika 28: sanacija oštećenih cijevi (izvor: autor)

Na sljedećim slikama pod brojem 29. su prikazani spojni komadi za saniranje cjevovoda. Taj isti tip komada se može koristiti za spajanja dva različita tipa cjevovoda a da osiguravaju potrebno brtvljenje odvodnog sistema.



Slika 29: fazonski komadi za sanaciju cijevi
(izvor:<http://www.htc.hr/repaurturne-spojnice-i-nht-komadi/>)

Treba navesti i jedan od specifičnih primjera sanacije u starogradskim jezgrama, urbanim sredinama, prometnicama, industrijskim pogonima te teško dostupnim mjestima bi bio da se nakon snimanja i lociranja oštećenog cjevovoda, CCTV kamerom ili nekim drugim sistemom ubacuje tzv. specijalni packer koji uvlačimo kroz obližnje reviziono okno te pozicioniramo na mjesto oštećenja. Tim sistemom ili principom sanacije napravi se troslojni stent koji se sastoji od tekućeg stakla ili silikatne smole EPROS koji napravi zakrpu u željenoj dužini.



Slika 30: prikaz ubacivanja stenta na željenu poziciju (izvor: web)

3.1.10. Sanacija i reparacija oštećenih okana

Prilikom pristupanja sanaciji revizijskih okana prije svega se utvrđuje razlog i obujam oštećenja. U najčešćim slučajevima do oštećenja dolazi uslijed manipulacije strojeva na gradilištu te uslijed loše pripreme podloge ispod revizijskih okana te naknadnog slijeganja istog. Većinom su u tim slučajevima oštećenja takve naravi da se samo

revizijsko okno treba zamijeniti odnosno demontirati te zamijeniti novim oknom. Taj postupak se izvodi na način da se otpili i ukloni oštećeni dio okna te ubacuje novi segment s pripadajućim spojnim materijalom. Postupak obrade za više, manje sve odvodne elemente se vrši motornim ili električnim reznim alatom kao što je prikazano na slici 31.



Slika 31: alat za obradu cijevi i okana
(izvor:<https://www.agro-honor.hr/ostalo/brusni-peraci>)

Što se tiče manjih napuknuća same stjenke PVC okna saniranje se vrši na način da se plastika topi s takozvanim fenom te se s pratećim alatima premazuje po površini oštećene stjenke ili spoju dviju ploha dok se ne dobije zavaren vodotjesan spoj.



Slika 32: alat za topljenje i saniranje plastike
(izvor: <https://www.skil.hr/skil-8003-dc-pistolj-na-vrucu-zrak-f0158003dc.html>)

3.1.11. Zaštita cijevi od agresivnih tvari

PVC cijevni kanalizacijski sustavi imaju već sami po sebi dostatnu razinu kemijske otpornosti na agresivne tvari sadržanih u otpadnim vodama, ponajprije industrijskim.

Unatoč tome da je industrijama dopušteno ispuštanje otpadnih voda samo u zakonski pročišćenom stanju, odnosno da su obrađeni svi pred tretmani vode može se kod proizvođača cijevi zatražiti i dodatna zaštita same cijevi na određenu agresivnu tvar.

Za kemijsku otpornost cijevi i brtvljenog materijala na kiseline i lužine bilo bi u svakom pogledu potrebno provjeriti za pojedine slučajeve tipa agresivnih tvari kod samog proizvođača.



Slika 33: ispuštanje otpadnih voda (izvor: <https://www.pipelife.hr/hr/>)

3.1.12. Održavanje cjevovoda

Održavanje cjevovoda mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine, te drugi bitni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisom.

Održavanje cjevovodnih sistema podrazumijeva izradu godišnjeg plana održavanja:

- ✚ redovite preglede cjevovoda, u razmacima i na način određen projektom građevine ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama zakona o gradnji
- ✚ izvanredne preglede cjevovoda nakon kakvog izvanrednog događaja ili po inspekcijskom nadzoru
- ✚ čišćenje i ispiranje cjevovoda s padovima manjim od onih koji jamče samo ispiranje ili u slučaju izvanrednog dotoka velikih količina materijala
- ✚ izvođenje radova kojima se cjevovod zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine, odnosno propisom u skladu s kojim je cjevovod izgrađen,
- ✚ ispitivanje vodo nepropusnosti prema posebnim propisima (Pravilnik NN 01/11).

Ispunjavanje propisanih uvjeta održavanja cjevovoda dokumentira se u skladu s projektom građevine te: izvješćima o pregledima i ispitivanjima cjevovoda, zapisima o radovima održavanja na drugi, prikladan način, ako drugim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji nije što drugo određeno. Za održavanje cjevovoda dopušteno je rabiti samo one građevne proizvode za koje su ispunjeni propisani uvjeti i za koje je izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu ili za koje je uporabljivost dokazana u skladu s projektom građevine.

4. ISPITIVANJE UGRAĐENIH INSTALACIJA

⁸HAA (Hrvatska Akreditacijska Agencija) provodi ocjenjivanje stručne i tehničke osposobljenosti laboratorija, certifikacijskih i inspekcijskih tijela, verifikatora stakleničkih plinova, organizatora ispitivanja sposobnosti, a koji ocjenjuju sukladnost proizvoda, procesa i usluga s tehničkim specifikacijama (tehničkim propisima, normama i dr).

Akreditacija je dokument koji izdaje HAA, a koji predstavlja međunarodno priznati način dokazivanja osposobljenosti za ocjenjivanje sukladnosti u područjima ispitivanja, umjeravanja, certifikacije (proizvoda, QMS, EMS, osoblja), inspekcije, verifikacije stakleničkih plinova i organiziranja ispitivanja sposobnosti. Akreditacija je dragovoljna odluka rukovodstva i uprave tijela za ocjenu sukladnosti, a akreditacijom tijelo za ocjenu sukladnosti zadovoljava uvjete za ovlaštenja, imenovanja i notifikacije prema EU direktivama i RH propisima.

Akreditirana tijela daju povjerenje u usluge ispitivanja, certifikacije i inspekcije bez obzira radi li se o usluzi državnoj upravi (zakonom uređeno područje) ili naručitelju po ugovoru (dragovoljno područje).



Slika 34: logotip Hrvatske akreditacijske agencije
(izvor:http://www.akreditacija.hr/potvrda_o_akreditaciji)

⁸HAA - Hrvatska Akreditacijska Agencija



Slika 35: list potvrde o akreditaciji
(izvor:http://www.akreditacija.hr/potvrda_o_akreditaciji)

4.1. Ispitivanje ugrađene cijevi po normi HRN EN ISO/IEC 805

Ispitivanje nepropusnosti kanalizacionih kanala u režimu tečenja sa slobodnim vodnim licem provodi se ili vodom (“W” postupak) ili zrakom (“L” postupak). Okna i kontrolni otvori smiju se iz sigurnosno-tehničkih razloga ispitivati samo vodom. Za kanale pod tlakom vrijede pravila za ispitivanje tlaka prema ⁹HRN EN 805:2005.

⁹HRN EN 805:2005 Opskrba vodom - Zahtjevi za vodovodne sustave i dijelove izvan zgrada

4.1.1. Ispitivanje nepropusnosti vodom "W" postupak

Ispitivanje vodo nepropusnosti kanala u uvjetima tečenja sa slobodnim vodnim licem obavlja se ispitnim tlakom od 0.5 [bara] (50 [kPa]) na najdubljem dijelu dna kanala.

Pri tome ispitni tlak niti na jednom mjestu dna kanala ne smije iznositi manje od 0.3 [bara] (30 [kPa]). Kad su cjevovod i okno ispunjeni vodom, a potrebni ispitni tlak dosegnut, potrebno je držati se pripremnog vremena od jednog sata. Ispitivanje traje 30 minuta. Za to vrijeme potrebno je održavati ispitni tlak unutar 0.01 [bar], 1 [kPa] dodavanjem vode. Ukupno dodani volumen vode se zabilježi nivo metrom.

Ispitivana dionica cjevovoda se smatra vodonepropusnom ako je za vrijeme ispitivanja dodana količina vode manja od 0.06 [l/m²] omočene unutarnje površine (tablica). Granica pogreške je 4% ukupno dopuštenog dodavanja vode (vidi HRN EN B2503, toč. 6.3.4.).

DN	Omočena unutarnja površina cijevi [m ² /m]		
	SN2	SN4	SN8
100	0,009	0,009	0,009
125	-	0,011	0,011
150	0,019	0,018	0,018
200	0,029	0,028	0,028
250	0,045	0,044	0,043
300	0,072	0,071	0,069
400	-	0,114	0,111
500	-	0,178	-

Tablica 1: umočene površine (izvor: autor)

4.1.2. Ispitivanje nepropusnosti zrakom "L" postupak

Ispitni tlak PVC kanalizacijskih cijevi "L" postupkom iznosi 0.2 [bara] (20 [kPa]) s mogućnošću veće vrijednosti od najviše 15 [%].

Vrijeme smirivanja ili stabilizacije t_s [min] pri ispitivanju nepropusnosti zrakom vidljivo je iz tablice 10. u funkciji nazivnog promjera DN.

DN	100	150	200	250	300	400	500
t_s [min]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Tablica 2: vrijeme stabilizacije po profilima (izvor: autor)

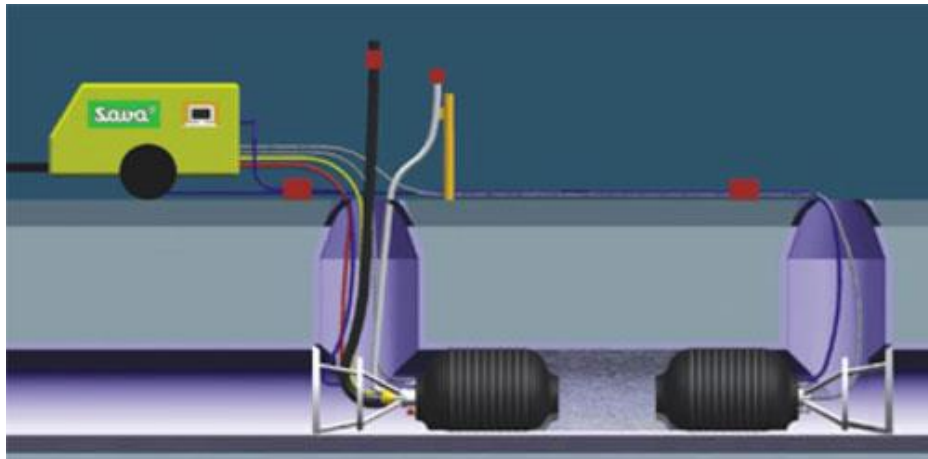
Sljedeća faza nakon faze smirivanja je faza ispitivanja s vremenom trajanja t [min] što je prikazano u sljedećoj tablici.

DN	100	150	200	250	300	400	500
t [min]	5,0	7,5	9,0	10,0	11,0	14,0	17,5

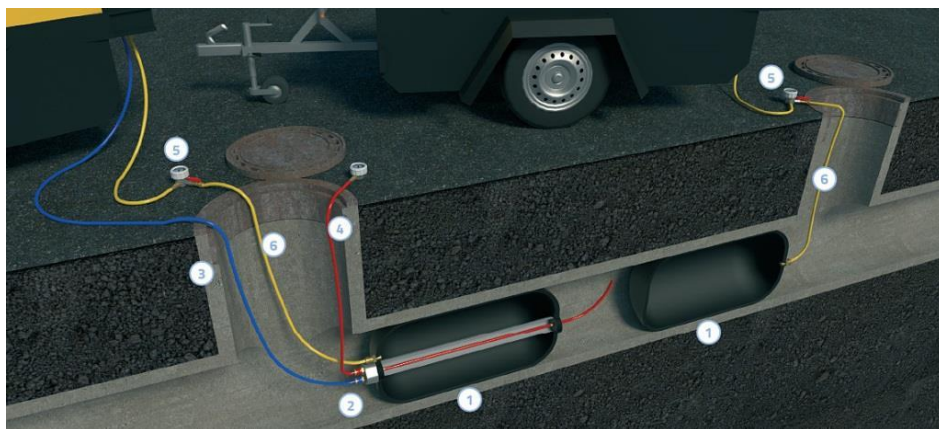
Tablica: 3 vrijeme trajanja ispitivanja po profilu cijevi (izvor: autor)

Za vrijeme utvrđenog vremena ispitivanja dopuštena vrijednost pada tlaka iznosi 0.015 [bara] (15 [kPa]). Ako je ispitivanje zrakom negativno, pristupa se ispitivanju metodom vode gdje je odlučujuće naknadno ispitivanje vodom.

Na slici 36. i 37. su prikazane metode blindiranja i ispitivanja cjevovoda metodom "W" vode (36) i "L" (37) zrakom princip je isti jedina razlika je u mediju koji se ubacuje u ispitivani cjevovod.



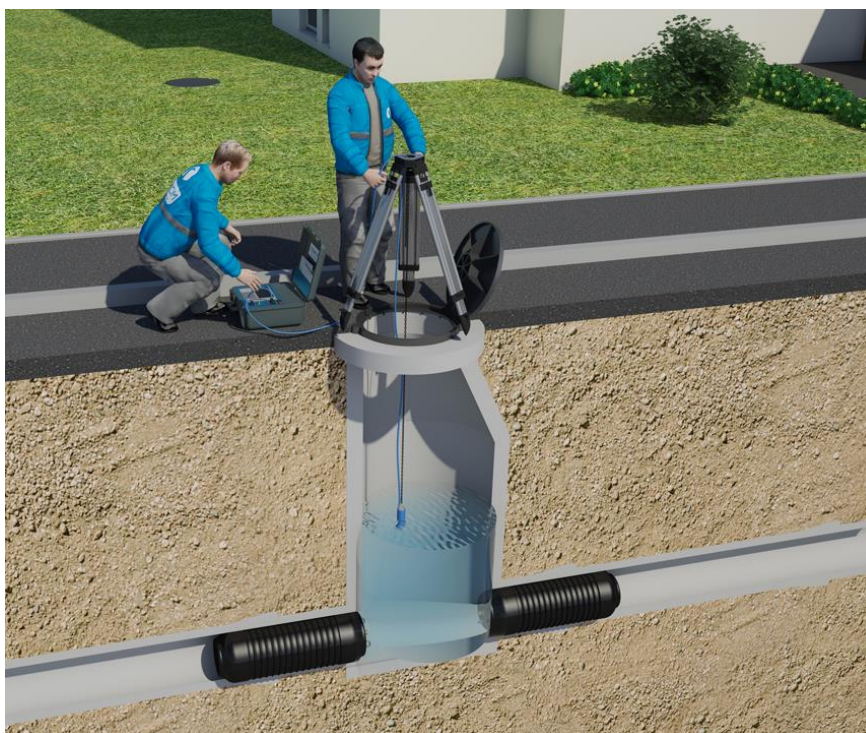
Slika 36: ispitivanje kanalizacijskih cijevi metodom vode "W"
(izvor: <http://www.savateh.hr/asortiman.htm>)



Slika 37: ispitivanje kanalizacijskih cijevi metodom zraka "L"
(IZVOR: <https://www.azhydraulics.me/product-details/oprema-za-testiranje-cijevi-na-vodonepropusnost/>)

4.2. Ispitivanje ugrađenih okana po normi HRN EN 1610

Ispitivanje kanalizacijskih okana, kontrolnih otvora i spremnika metodom vode "W" se vrši na sličan način kao i cijevi a prema napatku HRN EN 1610, Na slici 37. je prikazan način ispitivanja okna s blindiranjem izlaza tzv. balonima, okno se vodom puni do vrha te se gubici vode za parametre ispitivanja očitavaju nivostatom u predviđenom vremenskom periodu..



Slika 38: metoda ispitivanja okna vodom (izvor: web)

4.3. CCTV pregled i kontrola ugrađene instalacije

Na temelju članka 68. stavka 4. Zakona o vodama (»Narodne novine«, broj 153/2009), ministar regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva, uz suglasnost ministrice zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva donosi

PRAVILNIK O TEHNIČKIM ZAHTJEVIMA ZA GRAĐEVINE ODVODNJE OTPADNIH VODA, KAO I ROKOVIMA OBVEZNE KONTROLE ISPRAVNOSTI GRAĐEVINA ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

(„Narodne novine“, broj 03/11)

II. TEHNIČKI ZAHTJEVI ZA GRAĐEVINE ODVODNJE OTPADNIH VODA ISPITIVANJE VODONEPROPUSNOSTI

STRUKTURALNA STABILNOST I OSIGURANJE FUNKCIONALNOSTI

Članak 5.

Građevine za odvodnju otpadnih voda, osim tlačnih cjevovoda, crpnih stanica, uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, uređaja za obradu mulja nastalog u postupku pročišćavanja otpadnih voda, laguna, preljevni građevina, retencijskih bazena, sabirnih jama, ispusta u prijemnik moraju se tijekom građenja i uporabe podvrgnuti kontroli ispravnosti strukturalne stabilnosti i osiguranja funkcionalnosti koja se dokazuje CCTV inspekcijom sukladno normi Uvjeti za sustave odvodnje izvan zgrada – 2. dio: Sustav kodiranja optičkog nadzora HRN EN 13508-2/AC.

Tlačni cjevovodi, crpne stanice, uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, uređaji za obradu mulja nastalog u postupku pročišćavanja otpadnih voda, lagune, preljevne građevine, retencijski bazeni, ispusti u prijemnik moraju se tijekom uporabe kontrolirati na ispravnost strukturalne stabilnosti i osiguranja funkcionalnosti vizualnim pregledom.

Vizualni pregled iz stavka 2. ovoga članka uključuje pregled svih vidljivih oštećenja i vidljivih poremećaja funkcionalnosti.

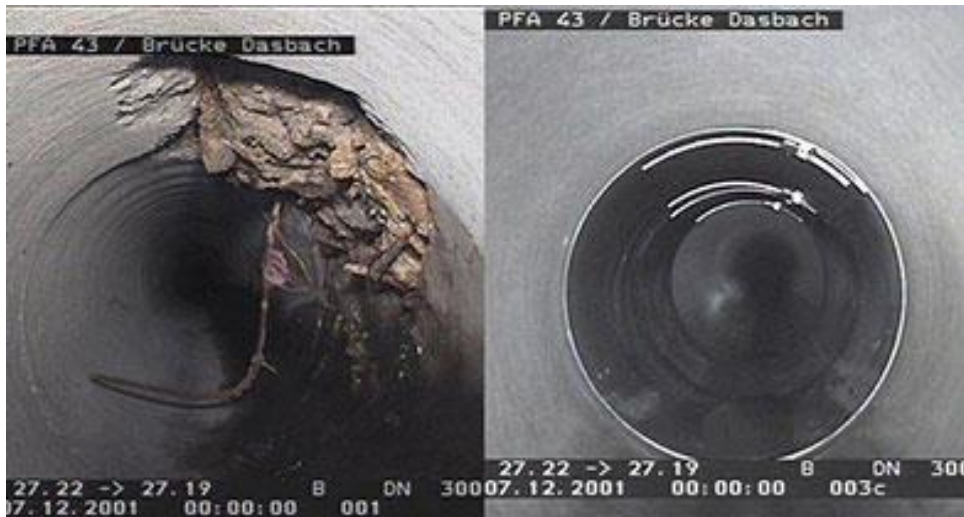
Kao podloga za kontrolu i dokaz ispravnosti strukturalne stabilnosti i osiguranja funkcionalnosti iz stavka 1. i 2. ovoga članka potrebna je baza podataka s preglednom situacijom.

Inspekcija cjevovoda CCTV kamerom se vrši prilagođenim robotom predviđenim za kretanje kroz cjevovode, s okretnom kamerom za snimanje svakog detalja unutar cjevovoda.



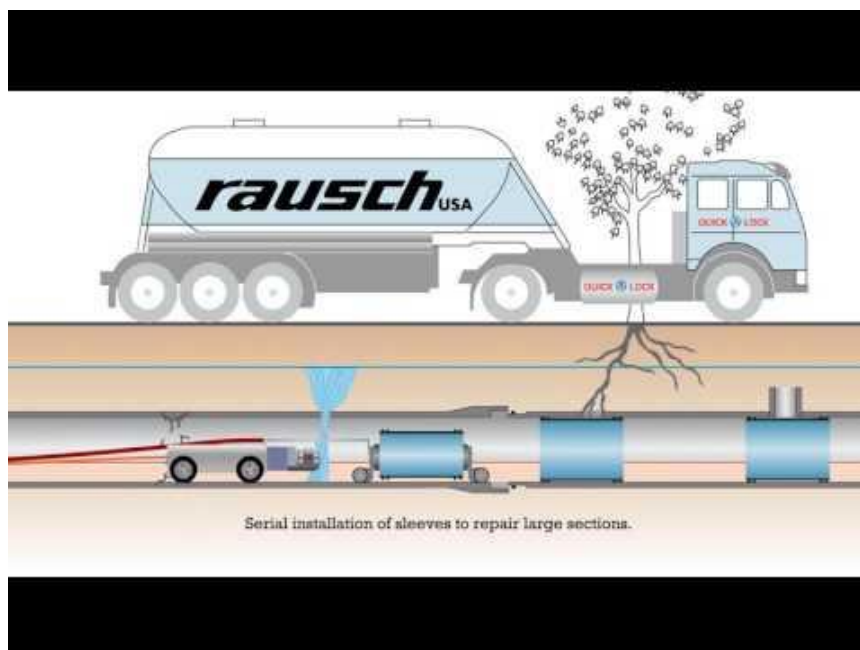
Slika 39: robot kamera za snimanje cjevovoda (izvor: <http://www.beton-lab.hr/>)

Prolaskom robota kroz cjevovod bilježe se svake deformacije, oštećenja stijenki cjevovoda, uzdužne profile i padove cjevovoda te se na temelju prikupljenih podataka izrađuje izvještaj o izvedenom pregledu.



Slika 40: prikaz snimke CCTV kamerom
(izvor: <http://tristateenviro.com/rausch-quicklock-pipe-point-repair/>)

Na sljedećoj slici je prikazana metoda snimanja kanalizacijskih cijevi robot kamerom. Snimanje se vrši na način da se robot kamera ubacuje kroz revizijska okna ili na nekom prekidu cjevovoda te se vrši snimanje do sljedećeg otvora. Pregled cjevovoda se smatra obavljenim tek kada se ispituju svi ogranci podložni ispitivanju.



Slika 41: prikaz snimanja cjevovoda robotom
(izvor: <http://odvodnja-split.hr/usluge/>)

Završni izvještaj cjevovoda o pregledu CCTV kamerom sadrži:

- ✚ Podatke izvoditelja radova sa svim potrebnim podacima o poduzeću, ispitivaču certifikatima za osposobljenost za obavljanje predmetne djelatnosti.
- ✚ Video snimak dokumentiran u digitalnom mediju (cd ili usb) zatečenog stanja izvedene instalacije pregledane od okna do okna prema oznakama dionica,
- ✚ Tekstualni dio, sa pratećim podacima o nagibu cjevovoda, deformaciji poprečnog presjeka cijevi, pozicije sumnjivih spojeva i oštećenja i sl.
- ✚ Fotodokumentacija pozicija neispravne izvedbe cjevovoda.

Pošto snimanje CCTV robot kamerom nije obrađeno standardom HRN EN, certifikati za izvođenje te vrste djelatnosti izgledaju kako je prikazano na slici dolje.



Slika 42. Certifikat osposobljenosti za izvedbu snimanja CCTV kamerom (izvor: <https://www.rijekatank.hr/documents/ISO-9001-14001-HR.pdf>)

5. ZAKLJUČAK

Prema navedenim podacima i iznesenim činjenicama zaključujemo da su PVC cijevni sistemi u odnosu na betonske, željezne, keramičke i staklo plastične sisteme uvelike praktičniji, boljih tehničkih i kemijskih karakteristika te jednostavniji za manipulaciju. Financijski segment je ujedno na strani PVC cijevnih sistema iz jednostavnog razloga što je i masa samih PVC cijevi manja u odnosu na druge sisteme istog područja primjene. Kod samog održavanja i saniranja odvodnih sistema, zbog velike proizvodnje spojnih, montažnih i reparaturnih elemenata te zastupljenosti na tržištu puno je jednostavnije dobiti sve potrebne elemente neophodne za tražene radove.

Što se tiče samog ispitivanja cjevovoda metode ispitivanja se minimalno razlikuju u vremenima same stabilizacije cjevovoda s obzirom na hrapaviju unutarnju stjenku osim kod betonskih cjevovoda na kojima nije moguće izvesti taj tip ispitivanja po zakonski traženim normama.

6. POPIS SLIKA i TABLICA

6.1. Popis slika

Slika 2: osnovne vrste materijala plastičnih cijevi	str.2.
(Izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)	
Slika 2: Globalna proizvodnja plastike (izvor: https://ourworldindata.org/faq-on-plastics).....	str.3.
Slika 3: kemijski prikaz poli vinil-klorida (Izvor: Wikipedija).....	str.3.
Slika 4: strukturne jedinice PVC-a	str.4.
(Izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)	
Slika 5: Usporedba srednje vrijednosti habanja	str.6.
(Izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)	
Slika 6: nalijeganje PVC kanalizacijske cijevi položene u tlo	str.7.
(izvor: https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf)	
Slika 7: Deformacija okrugle cijevi pod vertikalnim opterećenjem (izvor autor).....	str.8.
Slika 8: Postrojenja za proizvodnju plastike PipeLife - Karlovac.....	str.9.
(izvor: www.pipelife.hr/hr/).	
Slika 9: područje primjene PVC cijevnih sistema.....	str.10.
(Izvor: http://www.ptmg.hr/media/filer_public/72/6a/726a2426-b41b-4188-be46-2f007a50b385/ptmg_katalog.pdf)	
Slika 10: primjena PVC cijevnih sistema u urbanoj sredini.....	str.10.
Slika 11: rekonstrukcija prometnice auto kampa Funtana (izvor: autor).....	str.12.
Slika 12: istovar cijevi (izvor: autor).....	str.12.
Slika 13: plato za uskladištenje cijevi i okana (izvor: autor).....	str.13.
Slika14: presjek kanala (izvor: autor)	str.13.
Slika 15: nabijanje žabom (izvor: autor)	str.14.
Slika 16: ugradnja cijevi (izvor: autor).....	str.14.
Slika 17: ugradnja cijevi (izvor: autor)	str.15.
Slika 18: kaskadno savladavanje kosina (izvor: autor)	str.16.
Slika 19: završna faza ugradnje (izvor: autor).....	str.16.
Slika 20: PVC okno (izvor: https://www.pipelife.ba).....	str.17.
Slika 21: Betonski rasteretni prsten (Izvor: autor).....	str.18.
Slika 22: Primjer ugradnje okna drugog tipa materijala (Izvor: autor).....	str.19.
Slika 23: pjeskolovci manjeg i većeg tipa	str.19.
(izvor: http://www.vodoplast-promet.hr/hr/kanalizacija/kanalizacijska-revizijska-okna/slivnik-pjeskolovac)	

Slika 24: PVC linijska kanalica i kontrolni sabirnici (izvor: www.alcaplast.com).....	str.20.
Slika 25: slikovni prikaz ugradnje odvoda (izvor: https://www.pipelife.ee).....	str.21.
Slika 26: ugradnja odvoda (Izvor: autor).....	str.22.
Slika 27: oštećenja cjevovoda (izvor: autor).....	str.23.
Slika 28 sanacija oštećenih cijevi (izvor: autor).....	str.23.
Slika 29: fazonski komadi za sanaciju cijevi.....	str.24.
(izvor: http://www.htc.hr/reparaturne-spojnice-i-nht-komadi/)	
Slika 30: prikaz ubacivanja stenta na željenu poziciju (izvor: web).....	str.24.
Slika 31: alat za cijevi i okana (Izvor: https://www.agro-honor.hr/ostalo/brusni-peraci).....	str.25.
Slika 32: alat za topljenje i saniranje plastike	str.25.
(izvor: https://www.skil.hr/skil-8003-dc-pistolj-na-vruci-zrak-f0158003dc.html)	
Slika 33: ispuštanje otpadnih voda (izvor: web)	str.26.
Slika 34: logotip Hrvatske akreditacijske agencije	str.27.
(izvor: http://www.akreditacija.hr/potvrda_o_akreditaciji)	
Slika 35: list potvrde o akreditaciji.....	str.28.
(izvor: http://www.akreditacija.hr/potvrda_o_akreditaciji)	
Slika 36: ispitivanje kanalizacijskih cijevi	str.30.
(izvor: http://www.savateh.hr/asortiman.htm)	
Slika 37: metoda ispitivanja kanalizacijskih cijevi metodom zraka "L".....	str.30.
(Izvor: https://www.azhydraulics.me/product-details/oprema-za-testiranje-cijevi-na-vodonepropusnost/)	
Slika 38: metoda ispitivanja okna vodom (izvor: web).....	str.31.
Slika 39: robot kamera za snimanje cjevovoda (izvor: http://www.beton-lab.hr/)	str.32.
Slika 40: prikaz snimke CCTV kamerom	str.33.
(izvor: http://tristateenviro.com/rausch-quicklock-pipe-point-repair/)	
Slika 41: prikaz snimanja cjevovoda robotom	str.33.
(izvor: http://odvodnja-split.hr/usluge/)	
Slika 42: Certifikat osposobljenosti za izvedbu snimanja CCTV kamerom.....	str.34.
(izvor: https://www.rijekatank.hr/documents/ISO-9001-14001-HR.pdf)	

6.2. Popis tablica

Tablica 1: umočene površine (izvor: autor).....	str.29
Tablica 2: vrijeme stabilizacije po profilima (izvor: autor).....	str.29
Tablica 3: vrijeme trajanja ispitivanja po profilu cijevi (izvor: autor).....	str.30

7. POPIS LITERATURE

1. Živko Vuković, Damir Bekić, PVC sustav kanalizacijskih cijevi, Građ. Fakultet Zagreb (2005)
2. Mijo Zagorec, Ispitivanje otpornosti na tlak polivinil kloridne kanalizacijske cijevi, Časopis hrvatskog saveza građevinskih inženjera GRAĐEVINAR 54 (2002)
3. Normativi i standardi rada u građevinarstvu, knjiga 4-A instalacije, GK Beograd 2009.
4. Tominović K. Bilješke s predavanja kolegija Metode i tehnike inženjerskog učenja i rada. Visoka tehnička škola u Puli, Buzet 2009.
5. <https://ourworldindata.org/faq-on-plastics>
6. https://www.pipelife.hr/hr/media/pdfs/PVC_Katalog.pdf
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Eugen_Baumann
8. <http://www.propisi.hr/print.php?id=10819>
9. <https://www.pipelife.hr/hr/>
10. <http://vargon.hr/hr/proizvodi>
11. <https://www.gfps.com/com/en.html>
12. <http://www.akreditacija.hr/onama>
13. <https://www.rijekatank.hr/documents/ISO-9001-14001-HR.pdf>
14. http://odvodnja-split.hr/file/2018/09/AKREDITACIJA_ODVODNJA_LABORATORIJ.pdf
15. <http://www.htc.hr/reparaturne-spojnice-i-nht-komadi/>
16. https://www.skil.hr/skil-8003-dc-pistolj-na-vrucu-zrak_f0158003dc.html
17. http://www.ptmg.hr/media/filer_public/72/6a/726a2426-b41b-4188-be46-2f007a50b385/ptmg_katalog.pdf
18. <https://www.pipelife.ba>
19. <http://www.savateh.hr/asortiman.htm>
20. <http://www.beton-lab.hr/>
21. <http://tristateenviro.com/rausch-quicklock-pipe-point-repair>
22. <http://odvodnja-split.hr/usluge/>
23. <https://www.azhydraulics.me/product-details/oprema-za-testiranje-cijevi-na-vodonepropusnost/>

IZJAVA O SAMOSTALNOSTI IZRADE ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da sam završni rad na temu PRIMJENA PVC CIJEVI U GRAĐEVINARSTVU izradio potpuno samostalno, koristeći se literaturom koja je navedena na kraju završnog rada i znanjem stečenim tijekom studija na KRATKOM STRUČNOM STUDIJU Politehnike Pula – Visoko tehničko-poslovnoj školi – Politehničkom studiju pod voditeljstvom mentora prof.dr.sc. Božo Smoljana. Rad je pisan u duhu hrvatskog jezika.

Suglasan sam s objavom završnog rada na službenim stranicama.

U Puli, rujan 2019.

Student:

Sebastjan Grabar