



PVC CIJEVI ZA ODVODNJU



IMPRESUM

Građevinski fakultet, Zagreb

autori:

prof.dr.sc. Živko Vuković, dipl.ing.građ.
Damir Bekić, dipl.ing.građ.

dizajn:

Dean Martinis, grafički i web dizajner

Copyright © 2005 Građevinski fakultet, Zagreb

Sva autorska prava su pridržana.

Zadržano pravo izmjene bez upozorenja.

Autori ne snose odgovornost za bilo kakve štete i/ili ozljede na osobama i/ili imovini nastalih uporabom metoda i rješenja ovdje sadržanih.

S A D R Ž A J

PIPELIFE PVC SUSTAV



1 OPĆE INFORMACIJE

- 1.1 UVOD
- 1.2 MATERIJAL
- 1.3 PROIZVODNJA
- 1.4 ČVRSTOĆA
- 1.5 DEFORMACIJE
- 1.6 KEMIJSKA OTPORNOST
- 1.7 OTPORNOST NA HABANJE
- 1.8 KOMPLETAN SUSTAV
- 1.9 VODONEPROPUŠNOST
- 1.10 TRAJNOST
- 1.11 ZAŠTITA OKOLIŠA
- 1.12 NORME

2 HIDRAULIČKI PRORAČUN

- 2.1 OPĆE PREPOSTAVKE
- 2.2 OSNOVNE JEDNADŽBE
- 2.3 NOMOGRAM HIDRAULIČKIH PARAMETARA
- 2.4 DOPUŠTENE BRZINE I ISPUNJENOST CIJEVI

3 STATIČKI PRORAČUN

- 3.1 POSTUPAK PRORAČUNA
- 3.2 PRORAČUN DEFORMACIJA
- 3.3 PRORAČUN NAPREZANJA

4 TRANSPORT I USKLADIŠTENJE CIJEVI

- 4.1 TRANSPORT CIJEVI
- 4.2 USKLADIŠTENJE CIJEVI

5 UGRADNJA CIJEVI

- 5.1 IZVEDBA ROVA
- 5.2 IZVEDBA POSTELJICE, POLAGANJE I ZATRPAVANJE CIJEVI
- 5.3 OBLAGANJE CIJEVI BETONOM
- 5.4 DIONICE SA STRMIM DNOM
- 5.5 SPECIJALNE IZVEDBE
- 5.6 SKRAĆIVANJE I SPAJANJE CIJEVI
- 5.7 PRIKLJUČCI NA OKNO I PROLAZ KROZ ZID
- 5.8. NAKNADNA IZVEDBA KUĆNOG PRIKLJUČKA ILI ZAMJENA CIJEVI
- 5.9 PRIJELAZ NA CIJEV IZ DRUGIH MATERIJALA
- 5.10 ISPITIVANJE NEPROPUSNOSTI

6 PROIZVODNI PROGRAM

- 6.1 CIJEVI
- 6.2 OBLIKOVNI (FASONSKI) KOMADI

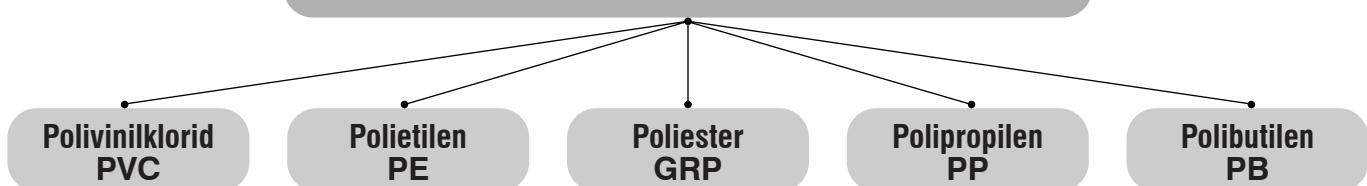
1. OPĆE INFORMACIJE

1.1 UVOD

Plastične cijevi su cijevi od sintetičkih materijala novijeg datuma i stoga čine suvremeni materijal za izvedbe kanalizacijskih mreža, odnosno sustava odvodnje.

Kod plastičnih cijevi u odnosu na sirovinu od koje su izrađene postoji više vrsta, od kojih su osnovne prikazane na donjoj slici.

OSNOVNE VRSTE MATERIJALA PLASTIČNIH CIJEVI



U vodovodnoj i kanalizacijskoj praksi dominiraju tvrdi polivinilklorid, PVC-U (engl. unplasticised PVC) i termoplastičan PE, pri čemu primat pripada polivinilkloridu.

Plastične, a time i PVC cijevi, sadrže neka naročita svojstva koja im daju prednost u odnosu na druge vrste cijevi, a od kojih se svojstava posebno ističu:

- izuzetno velika otpornost prema koroziji, a time i velika postojanost
- dobre hidrauličke osobine kao posljedica glatkosti unutarnjih stijenki
- mala masa (cca. 1400 kg/m³), što u mnogome olakšava transport, manipulaciju i ugradnju
- otpornost na mraz, zbog čega su prikladne i za polaganje kod temperatura i ispod 0 °C (imaju simbol ledenog kristala)
- dielektričnost
- mali koeficijent toplinske vodljivosti, što omogućuje da se cijevi postavljaju na manju dubinu, smanjujući tako troškove izgradnje
- lagana montaža (obrada, rezanje, spajanje)
- mogućnost recikliranja materijala (zadovoljenje ekoloških kriterija)

Određeni nedostaci PVC kanalizacijskih cijevi jesu:

- neotpornost na visoke temperature (smanjenje čvrstoće, istezanje, zapaljivost), tako da se ove cijevi mogu koristiti pri temperaturi otpadne vode do najviše 60 °C
- krutost cijevi pri niskim temperaturama (< -10 °C)

PVC sustav kanalizacijskih cijevi promatrać će se kroz sljedećih 11 parametara:



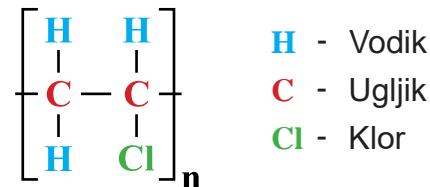
- MATERIJAL
- PROIZVODNJA
- ČVRSTOĆA
- DEFORMACIJE
- KEMIJSKA OTPORNOST
- OTPORNOST NA HABANJE
- KOMPLETAN SUSTAV
- VODONEPROPUŠNOST
- TRAJNOST
- ZAŠTITA OKOLIŠA
- NORME

1.2 MATERIJAL

Polivinilklorid je već desetljećima afirmiran plastični materijal koji se u novije vrijeme sve više primjenjuje. U proizvodnji cjevovoda ovaj materijal nalazi primjenu u vodoopskrbi, u odvodnji (kućanskih i oborinskih otpadnih voda), kao i kod industrijskih postrojenja, uključujući i odvodnju agresivnih industrijskih otpadnih voda.

Polivinilklorid se proizvodi sintetičkom polimerizacijom plina vinilklorida, koji se dobije spajanjem acetilen plina s plinovitom solnom (klorovodičnom) kiselinom. Osnovne strukturne jedinice PVC-a prikazane su na slici.

Za **PVC sustav** kanalizacijskih cijevi PIPELIFE proizvodi modificirane tipove tvrdog polivinilklorida s točno podešenim svojstvima. Takav materijal generalno ispunjava sve zahtjeve koji se postavljaju na moderan sustav kanalizacijskih cijevi.

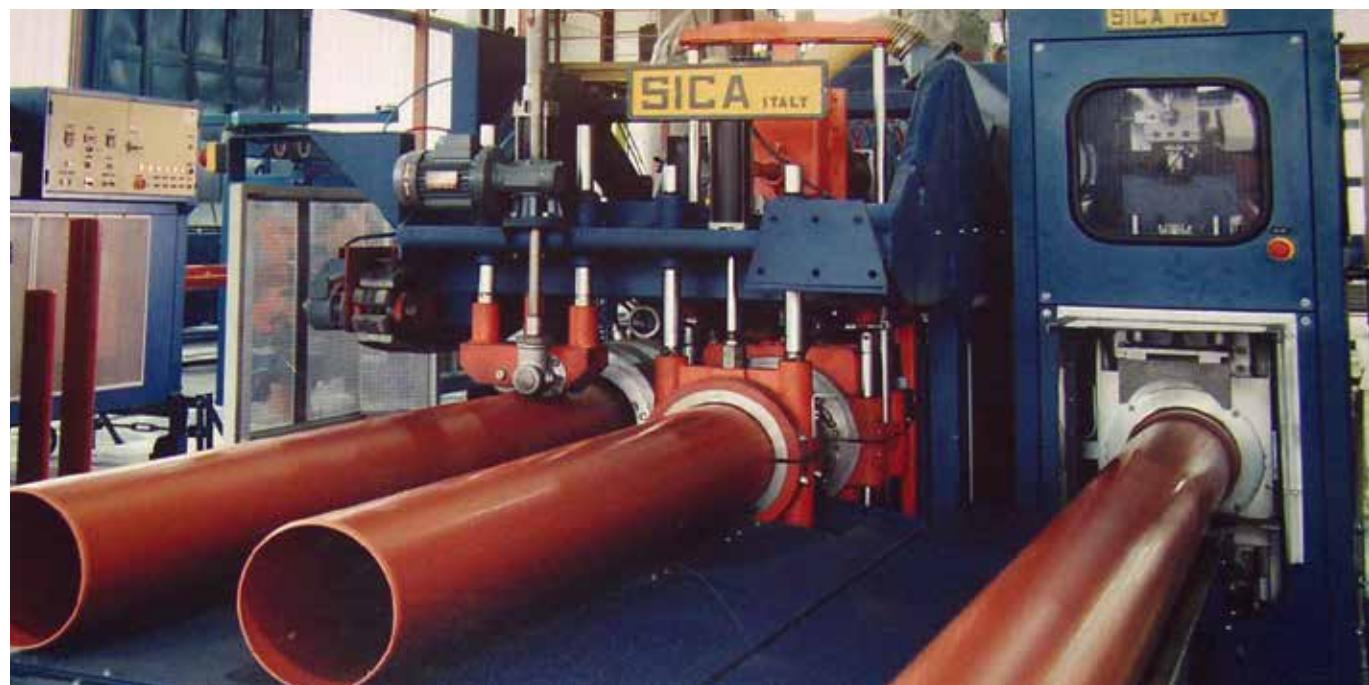
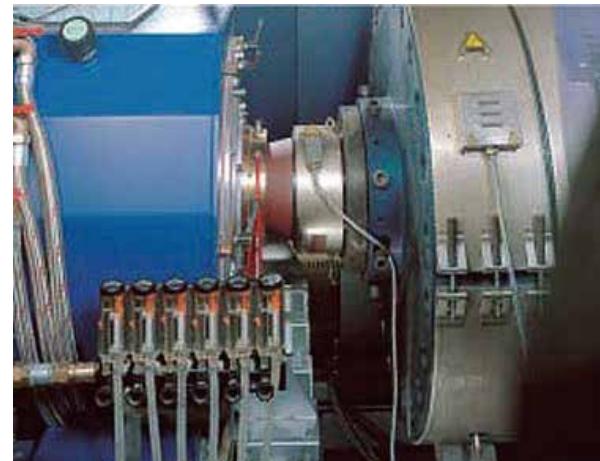


1.3 PROIZVODNJA

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 granulat polivinilklorida istiskuje kroz mlaznicu, zvanu ekstruder, i potom hlađi.

Na priloženim slikama prikazani su dijelovi postrojenja za proizvodnju **PVC sustava** kanalizacijskih cijevi u Karlovcu.



Slika 1.1 PIPELIFE HRVATSKA - postrojenje u Karlovcu

OPĆE INFORMACIJE

1.4

ČVRSTOĆA

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

- SN 2 ($\geq 2 \text{ [kN/m}^2]$),
- SN 4 ($\geq 4 \text{ [kN/m}^2]$),
- SN 8 ($\geq 8 \text{ [kN/m}^2]$).

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) preporučju se PVC kanalizacijske cijevi klase čvrstoće SN 8.

Oblikovni ili spojni (fasonski) komadi iste debljine stijenke kao i cijev, postižu zbog svoje geometrije barem dvostruko veću čvrstoću od cijevi. Zbog toga se, sukladno ÖNORM EN 1401-1, odl. 4.1, fasoni klase SN 4 mogu koristiti zajedno sa cijevima klase čvrstoće SN 8.

1.5

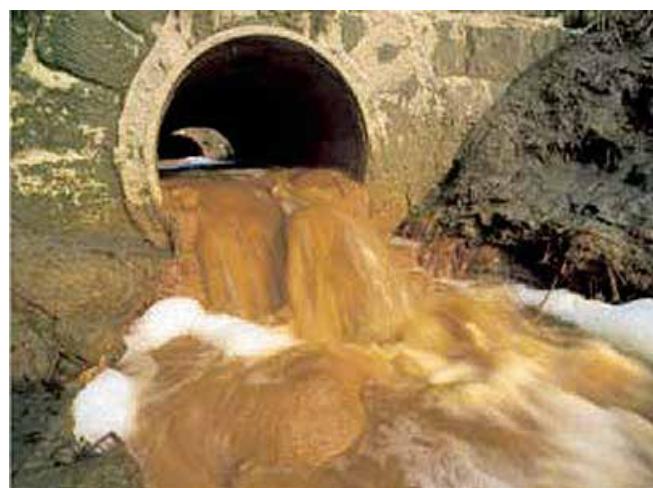
DEFORMACIJE

Prema ÖNORM EN ISO 9969 sustav PVC kanalizacijskih cijevi i njihova posteljica trebaju se tako položiti da ne dođe do većih deformacija, odnoso promjene promjera, do maksimalno 10% (najveća dopuštena dugotrajna deformacija). Deformacije od 15% na pojedinim mjestima sustava cjevovoda (ravnem kraju) također ne utječu na njihovu uporabivost (npr. vodonepropusnost).

Kod statičkog proračuna PVC kanalizacijskih cijevi uobičajeno je pretpostaviti 6% (relativnu) vertikalnu deformaciju promjera pri mjerodavnom opterećenju.

1.6

KEMIJSKA OTPORNOST



PVC sustav kanalizacijskih cijevi ima dostatnu razinu kemijske otpornosti na agresivne spojeve sadržanim u otpadnim vodama, ponajprije industrijskim.

Iako je industrijama dopušteno ispuštanje otpadnih voda samo u zakonski prethodno pročišćenom stanju (nakon predtretmana), iz sigurnosnih razloga traži se zadovoljavajuća kemijska otpornost kompletног sustava odvodnje (uključujući i brojne oblikovne komade), te u skladu s time i odgovarajuća otpornost na koroziju.

O kemijskoj otpornosti cijevi i brtvi na kiseline i lužine treba se u svakom pojedinom slučaju raspitati kod proizvođača.

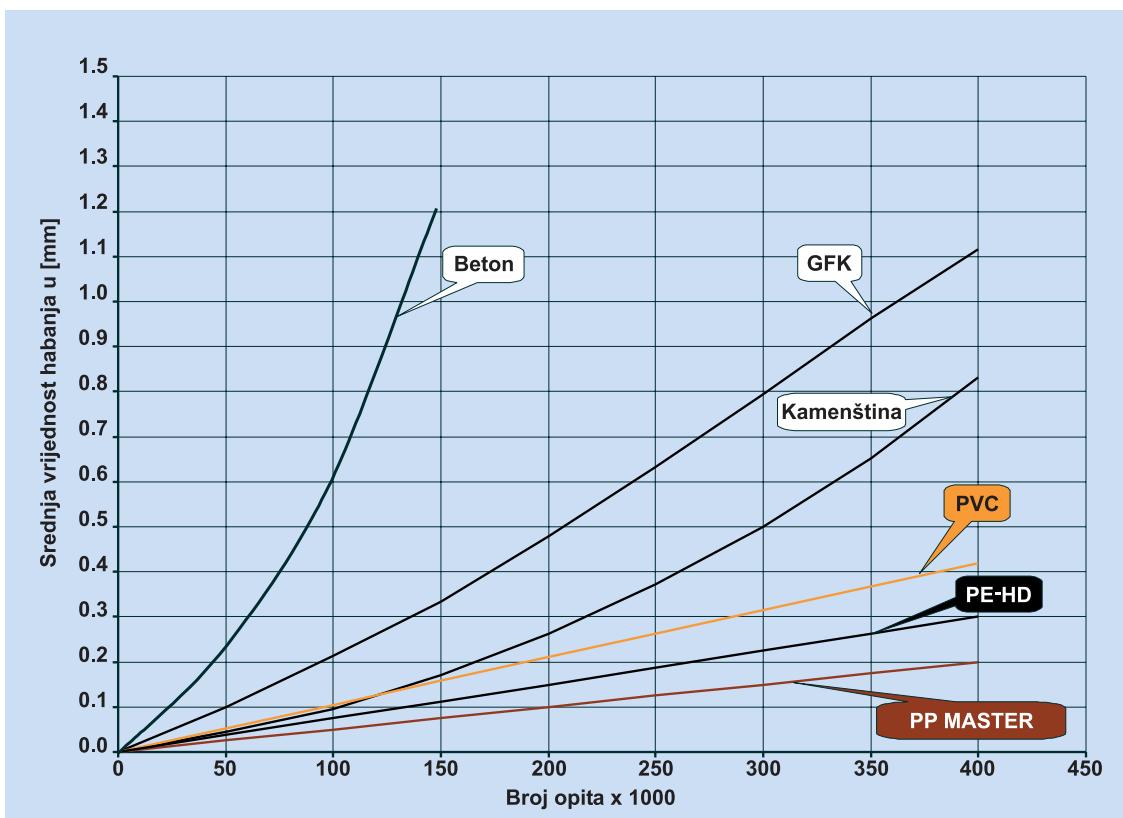
1.7 OTPORNOST NA HABANJE

Otpornost na habanje je također jedan od važnijih kriterija koji se postavljaju pred svaki materijal izvedbe cijevnog materijala sustava odvodnje.

To je važno s obzirom na zagarantirani vijek trajanja sustava kanalizacijskih cijevi i pri odvodnji oborinskih voda koje su u pravilu pri velikim protočnim brzinama i dodatno

znatno opterećene materijalom koji uzrokuje habanje (pijesak, šljunak, krhotine).

Na priloženom dijagramu iskazane su srednje vrijednosti habanja za neke karakteristične cijevne materijale, uključujući i potklase plastičnih cijevi, provedenom prema postupku Darmstadt.



Slika 1.2 Usporedba srednjih vrijednosti habanja za karakteristične cijevne materijale

1.8 KOMPLETAN SUSTAV

Kod projektiranja i izvođenja sustava odvodnje potrebni su, uz same cijevi, i brojni oblikovni (fasonski) komadi. **PVC sustav** uz cijevi obuhvaća i brojne oblikovne komade, čime je omogućena izvedba kompletног sustava od PVC cijevi.

Dodatno, svi dijelovi sustava (cijevi i oblikovni komadi) iz našeg proizvodnog programa uzajamno su prilagođeni. Stoga se i **PVC sustav** zbog usklađenosti vanjskih promjera može kombinirati s uobičajenim normiranim sustavima drugih vrsta plastičnih cijevi.

PVC sustav obuhvaća za klasu čvrstoće SN 2 cijevi u 5 različitih vrijednosti nazivnog promjera: DN 100, 150, 200, 250, 300; za klasu čvrstoće SN 4 cijevi u 8 različitih

vrijednosti nazivnog promjera: DN 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400 i 500; za klasu čvrstoće SN 8 cijevi u 7 različitih vrijednosti nazivnog promjera: DN kao za cijevi klase čvrstoće SN 4, osim DN 500.

Cijevi se proizvode različitim ugradbenih dužina, ovisno o klasi čvrstoće cijevi i nazivnog promjera: za klasu čvrstoće SN 2 cijevi se proizvode u četiri ugradbene dužine od 1.0, 2.0, 3.0 i 5.0 [m]; za klasu čvrstoće SN 4 cijevi se proizvode u pet ugradbenih dužina od 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 i 5.0 [m] za DN \leq 200, te trima ugradbenim dužinama 1.0, 2.0 i 5.0 [m] za DN $>$ 250; za klasu čvrstoće SN 8 cijevi se proizvode u trima ugradbenim dužinama od 1.0, 3.0 i 5.0 [m];

OPĆE INFORMACIJE

Kompletan sustav (nastavak)

Kratke se dužine proizvode kako bi služile za izravno spajanje na ulazna (revizijska) okna. Na taj se način mogu eventualna naknadna slijeganja okna lakše realizirati, ne uzrokujući dodatna naprezanja u cijevima.

Proizvodni program oblikovnih komada također je u 8 različitih promjera, istih vrijednosti uspoređujući s cijevima.

Program obuhvaća (a) odvojke 45° , (b) lukove, (c) dvostrane spojnice, (d) redukcije, (e) revizijske otvore s plastičnim poklopциma na ručice, (f) revizijske otvore s plastičnim navojnim poklopциma (za $DN \leq 200$) i (g) čepove.

Detaljni prikaz proizvodnog programa cijevnih i oblikovnih komada prikazan je u točki 6.

PVC sustav sadrži prilagođeni utični kolčak s uloženim brtvenim prstenom od sintetičkog kaučuka. Time je osigurano brzo i sigurno spajanje cijevi uz dodatno povećanu sigurnost od istiskivanja brtvenog prstena.



1.9 VODONEPROPSNOST

Osnovni zahtjev kod kanalizacijskih cijevi je njihova potpuna i trajna vodonepropusnost, kako unutarnja (prodiranje otpadnih voda iz kanalizacijskih cijevi u okolno tlo), tako i vanjska (prodiranje podzemnih voda u kanalizacijske cijevi).

PVC sustav kanalizacijskih cijevi ispunjava taj bitni zahtjev kombinacijom:

- kvalitete materijala
- čvrstoće
- prilagođenim oblikom kolčaka

Pokazalo se da **PVC sustav** ostaje vodonepropusan i prilikom određenih nepravilnosti pri njegovoj ugradnji (manjim ugradbenim dubinama, lošije pripremljene podloge i neravnomjerne zbijenosti nadstola).

1.10 TRAJNOST

Očekivani vijek trajanja, a time i ekonomičnosti, je uz vodonepropusnost odlučujući kriterij za svaki sustav javne odvodnje, odnosno vodogradnja općenito.

Kao rezultat pozitivnih proizvodnih svojstava za očekivati je od PVC kanalizacijskih cijevi trajnost od preko 100 godina,

sukladno smjernicama LAWA - Zemaljska radna zajednica za vode/otpadne vode Njemačke (Länderausschuss Wasser/Abwasser Deutschland); odjeljak "Istraživanja koristi i troškova u vodnom gospodarstvu".

1.11 ZAŠTITA OKOLIŠA

Danas se radi zaštite okoliša s jedne strane zahtjeva izvedba vodonepropusnih sustava odvodnje kako otpadne vode ne bi dospjevale u podzemlje i zagađivale tlo i podzemne vode, a s druge strane, kod izvedbe sustava odvodnje traži se primjena materijala koji su u skladu s ekološkim kriterijima i mogu se reciklirati.

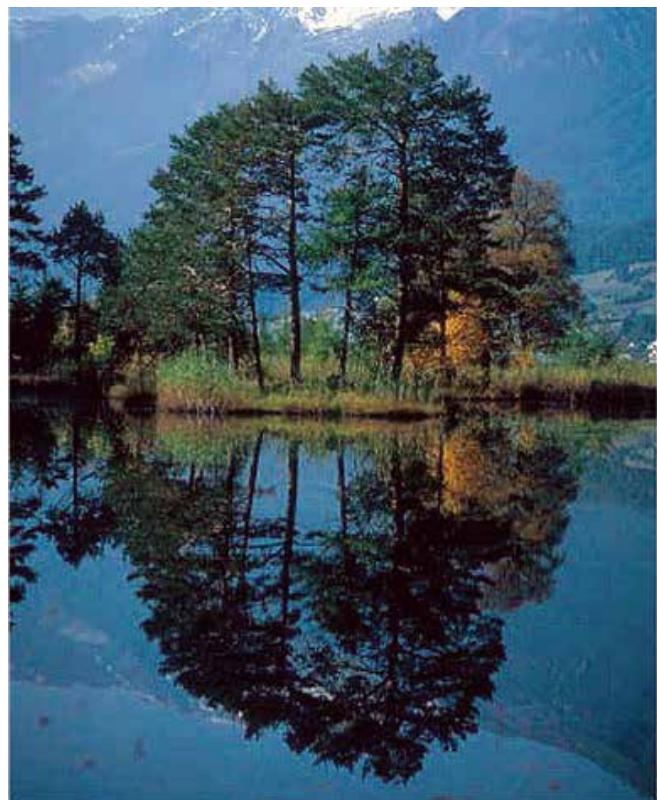
PVC zadovoljava oba ova zahtjeva.

I proizvodnja sirovina, kao i njihova prerada u finalne proizvode, je ekološki neprijeporna. Cijevi i oblikovni komadi proizvode se od polivinilklorida bez omekšivača i bez punila. Također nema ni halogenih spojeva, ni teških metala, a kao materijal može se u potpunosti reciklirati.

Zaštita okoliša (nastavak)

Firma PIPELIFE je također član austrijskog društva za recikliranje plastičnih cijevi (Österreichischer Arbeitskreis Kunststoffrohr Recycling).

MITGLIED



1.12 | NORME

- Kompletan sustav PVC cijevi proizvodi se i ispituje prema ÖNORM pravilu ONR EN 1401-1.



- PVC sustav zadovoljava i specijalne zahtjeve GRISa, austrijskog saveza za zaštitu kvalitete cijevi za vodogradnje u naseljima (Guteschutzverband Rohre im Siedlungswasserbau). Naša oznaka kvalitete: GRIS 146.



- Također, PVC cijevni sustav ima certifikat prema ÖNORM EN ISO 9001, što garantira stalni visoki standard kvalitete.

QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEM



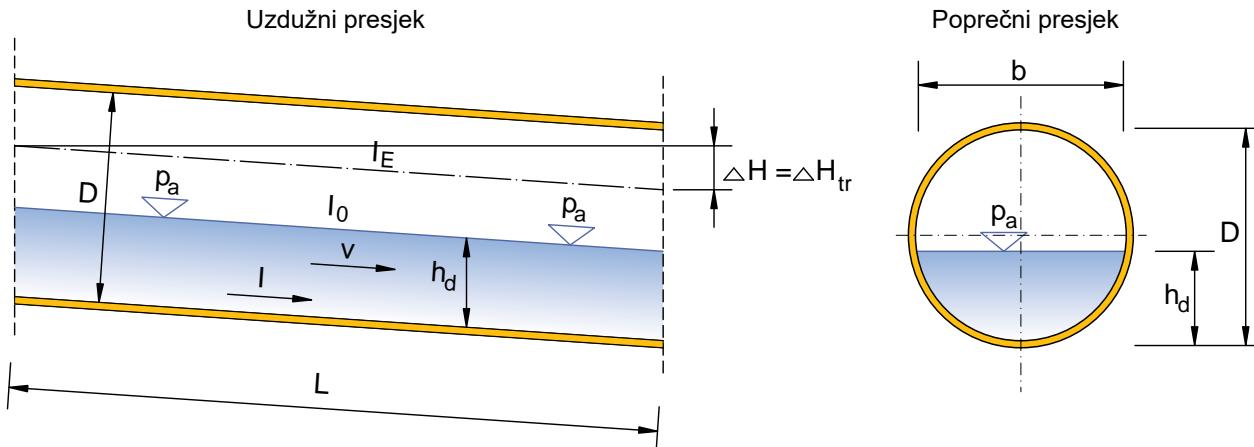
HIDRAULIČKI PRORAČUN

2. HIDRAULIČKI PRORAČUN

2.1 OPĆE PREPOSTAVKE

Hidraulički proračun podrazumijeva odabir parametara gravitacijskog tečenja u cijevima pri njihovom djelomičnom ispunjenju. Cilj hidrauličkog proračuna je odabir najekonomičnijeg promjera cijevi za mjerodavan protok.

Hidraulički proračun djelomično ispunjene kanalizacijske mreže u uvjetima tečenja sa slobodnim vodnim licem (slika



Slika 2.1 Prikaz jednolikog tečenja u djelomično ispunjenoj okrugloj kanalizacijskoj cijevi

2.2 OSNOVNE JEDNADŽBE

Karakteristični hidraulički parametri pojedinih dionica kanalizacijske mreže računaju se prema slijedećim funkcijama:

- za brzinu:
- za protok:

$$\frac{v_d}{v_p} \quad f_1 \quad \frac{h_d}{h_p} \quad \frac{Q_d}{Q_p} \quad f_2 \quad \frac{h_d}{h_p}$$

gdje su:

v_d [m/s], Q_d [m^3/s], h_d [m] - brzina, protok i dubina vode kod djelomičnog ispunjenja

v_p [m/s], Q_p [m^3/s], h_p [m] - brzina, protok i dubina vode kod potpunog ispunjenja, $h_p = D$

D [m] - unutarnji promjer cijevi

Protok kod djelomičnog ispunjenja (Q_d) jednak je računskom protoku (Q) dobivenom kod prethodnog proračuna mjerodavnih količina otpadnih voda.

Kao približna aproksimacija gornjih dviju relacija dobiju se izrazi:

- za brzinu:
- za protok:

$$\frac{v_d}{v_p} = \frac{R_d}{R_p}^{5/8} \quad \frac{Q_d}{Q_p} = \frac{A_d}{A_p} \frac{R_d}{R_p}^{5/8}$$

gdje su:

R_d [m], A_d [m^2] - hidraulički radius i protjecajna površina kod djelomičnog ispunjenja

R_p [m], A_p [m^2] - hidraulički radius i protjecajna površina kod potpunog ispunjenja

Osnovne jednadžbe (nastavak)

Brzina kod potpunog ispunjenja (v_p) dana je izrazom:

$$v_p = \frac{2.51}{D\sqrt{2gID}} - \frac{k}{3.71D} \sqrt{2gID}$$

Prethodni izraz za brzinu (v_p) dobiven je na osnovi Darcy–Weisbachove jednadžbe za proračun pada energetske linije zbog trenja po duljini cijevi:

$$I = I_0 + I_E = \frac{H}{L} + \frac{H_{tr}}{L} + \frac{v^2}{D \cdot 2g}$$

i Colebrook–Whiteove jednadžbe za proračun koeficijenta otpora trenja (f), koja obuhvaća turbulentno prijelazni režim i asimptotski zadovoljava turbulentno hrapavi i turbulentno glatki režim:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \frac{k/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}$$

Protok kod potpunog ispunjenja cijevi (Q_p) dobije se temeljenjem jednadžbe kontinuiteta $Q_p = v_p A_p$ i dan je izrazom:

Veličinu pogonske hrapavosti (k) obično se preporuča odabratи sukladno preporukama *ATV-A-110E, 10 Standards for the Hydraulic Dimensioning and the Performance Verification of Sewers and Drains (1992)* (tablica 2.1) ili temeljem vlastitog iskustva, odnosno drugih podataka iz literature.

Odabirom vrijednosti pogonske hrapavosti (k), na osnovi prethodnih izraza dobiju se za mjerodavni protok ($Q=Q_d$),

gdje su:

$[m^2/s]$ - kinematički koeficijent viskoznosti vode

(pri temp. vode od $10^\circ C$, $\nu = 1.308 \cdot 10^{-6} m^2/s$)

$g [m/s^2]$ - ubrzanje polja sile teže

$k [mm]$ - apsolutna pogonska hrapavost cijevi

gdje su:

$H_{tr} [m]$ - hidraulički gubici zbog otpora trenja

$L [m]$ - duljina cijevi

$[1]$ - koeficijent otpora trenja

$v [m/s]$ - srednja brzina

$Re [1]$ - Reynoldsov broj, definiran izrazom

$Re=vD/$

$$Q_p = \log \frac{2.51}{D\sqrt{2gID}} - \frac{k}{3.71D} \frac{D^2}{2} \sqrt{2gID}$$

projektiranoj vrsti kanalizacije i odabrani nazivni promjer kanalizacijske cijevi (DN), karakteristični hidraulički parametri na dionicama:

a) s najmanjim (I_{min}) i

b) s najvećim uzdužnim padom dna kanala (I_{max}).

Prikazani hidraulički proračun odnosi se na proračun parametara tečenja kod javne kanalizacije, dakle za profile $DN \geq 250$.

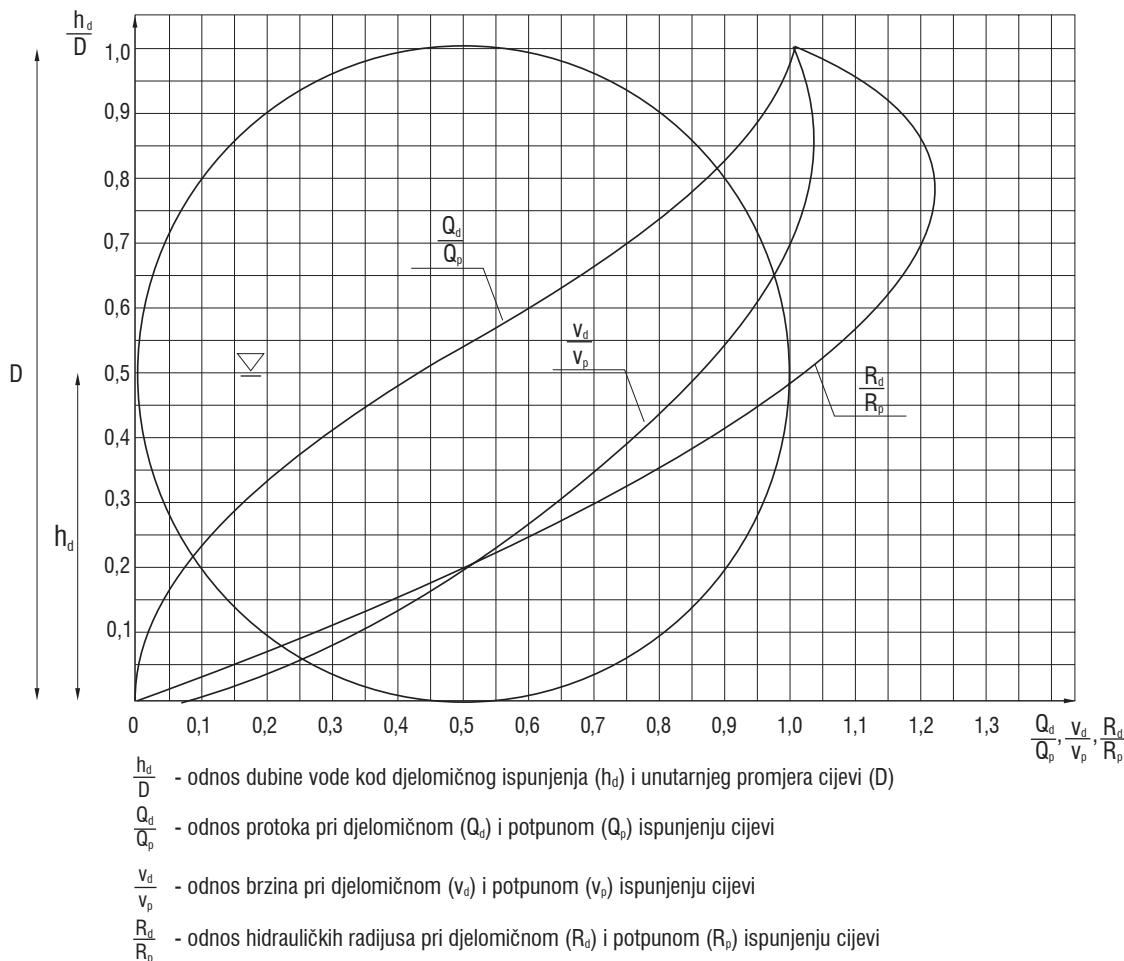
Područje primjene	Pogonska hrapavost $k [mm]$
Kanali s priključcima i posebnim okнима; kanali složenog profila i kanali složenog profila građeni na licu mjesta (zidani, betonski); kanali od nestandardnih cijevi	1.50
Kanali s okнима, skretanjima i priključcima (do DN 1000); kanali s posebnim okнима (za sve DN).	0.75
Ravne dionice kanala s oknima	0.50
Ravne dionice kanala bez okana; tlačne dionice; sifoni	0.25

Tablica 2.1 Vrijednosti pogonske hrapavosti prema *ATV-A-110E, 10*

2.3

NOMOGRAM HIDRAULIČKIH PARAMETARA

ZAVISNOST HIDRAULIČKIH PARAMETARA O RELATIVNOJ DUBINI ZA OKRUGLE CIJEVI
PRI DJELOMIČNOM ISPUNJENJU



2.4

DOPUŠTENE BRZINE I ISPUNJENOST CIJEVI

Kod polaganja PVC cijevi pažnju treba posvetiti uzdužnom padu cijevi o kojem ovisi brzina tečenja i ispunjenosti cijevi za mjerodavni protok.

Minimalna brzina u cijevima potrebna je kako bi se sprječilo taloženje suspendiranih čestica i začepljivanje cijevi. Obično je minimalna dopuštena brzina (v_{\min}) koja osigurava samoproprišćavanje cijevi manja od:

- $v_{\min} = 0.50 \text{ [m/s]}$ za kanalizaciju kućanskih otpadnih voda
- $v_{\min} = 0.60 \text{ [m/s]}$ za mješovitu i oborinsku kanalizaciju

Brzina tečenja treba biti i manja od određene maksimalne vrijednosti radi eliminiranja habanja cijevi i spojeva, uzrokovanih djelovanjem suspenzija u otpadnoj vodi. Pri velikim protočnim brzinama oborinske vode su u pravilu dodatno opterećene materijalom koji uzrokuje habanje

kanalizacionih cijevi. Obično je maksimalna dopuštena brzina (v_{\max}) u PVC kanalizacionim cijevima:

- $v_{\max} = 5.0 \text{ [m/s]}$

Da bi se u kanalima osiguralo gravitacijsko tečenje sa slobodnim vodnim licem potrebno je voditi računa i o ispunjenosti cijevi. Temeljem iskustva, dopuštena ispunjenost cjevodova (h_{dop}) daje se s obzirom na nazivni promjer cijevi (DN) i projektну vrstу kanalizacije:

- za kanalizaciju kućanskih otpadnih voda
 - $h_{\text{dop}} = 0.60 D$, za nazivne promjere $DN \leq 300$
 - $h_{\text{dop}} = 0.70 D$, za nazivne promjere $DN = 400$
 - $h_{\text{dop}} = 0.70 D$, za nazivne promjere $DN = 500$
- za mješovitu i oborinsku kanalizaciju
 - $h_{\text{dop}} = D$

3. STATIČKI PRORAČUN

3.1 POSTUPAK PRORAČUNA

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 kutem nalijeganja cijevi (γ) bez utjecaja podzemne vode, slika 3.1.

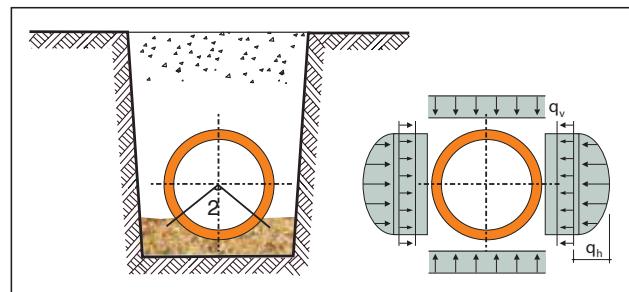
Slika 3.1 Nalijeganje PVC kanalizacijske cijevi položene u tlo

Proračunom je potrebno odrediti veličinu:

(1) deformacije cijevi

(2) naprezanja u cijevi

koja pri mjerodavnom opterećenju ne smiju prelaziti dopuštene vrijednosti.



3.2 PRORAČUN DEFORMACIJA

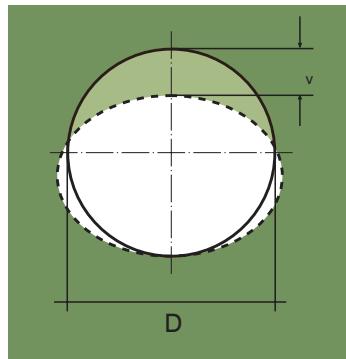
Vertikalno opterećenje na cijev uzrokuje njenu deformaciju (δ_v), smanjenje njene verikalne visine, a cijev poprima eliptičan oblik (slika 3.2).

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

$$\delta_v / \delta_{v,dop} \leq 6.0 \text{ %}$$

Veličina relativne vertikalne deformacije cijevi dana je izrazom:

$$\delta_v = \frac{100}{SN} c_v^* (q_v - q_h)$$



Slika 3.2 Deformacija okrugle cijevi pod vertikalnim opterećenjem

gdje su:

c_v^* [1] - koeficijent ukupne vertikalne deformacije promjera cijevi

q_v [kN/m^2] - vertikalno opterećenje cijevi

q_h [kN/m^2] - horizontalno opterećenje cijevi

SN [kN/m^2] - prstenasta čvrstoća

3.2.1 Koeficijent ukupne vertikalne deformacije c_v^*

Koeficijent ukupne vertikalne deformacije cijevi (c_v^*) s pripadajućim parametrima definiran je sljedećim izrazima:

$$K^* = \frac{c_{h1}}{V_{RB} - c_{h2}} \quad V_{RB} = \frac{SN}{S_{Bh}} \quad S_{Bh} = 0.6 \quad E_2$$

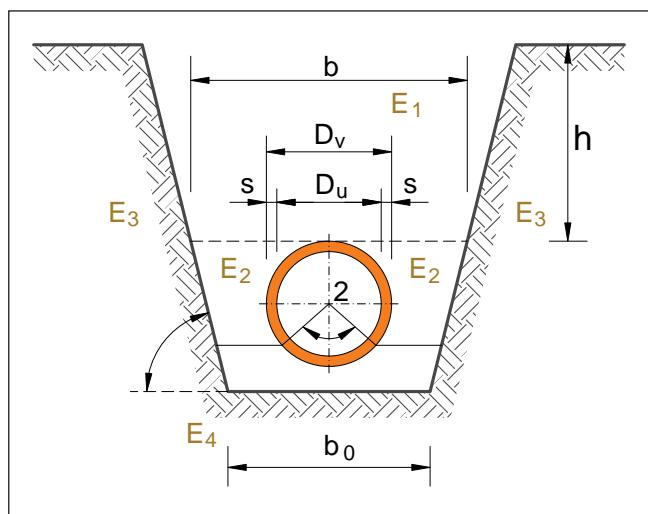
$$c_v^* = c_{v1} + c_{v2} K^*$$

$$c_{v1} = \frac{1.44}{f (1.44 - f) \frac{E_2}{E_3}} \quad E_2 = E_B = E_{20}$$

Proračun deformacija (nastavak)

$$f = \frac{b/D_v - 1}{1.154 - 0.444 b/D_v - 1} \cdot 1.44$$

$$B = 1 - \frac{(4 - b/D_v) 1 - B_i}{3} \cdot 1$$



Slika 3.3 Karakterističan normalan presjek rova

α [°]	c_{v1} [1]	c_{v2} [1]	c_{h1} [1]	c_{h2} [1]
60	- 0.1053	0.064	0.1026	- 0.0658
90	- 0.0966		0.0956	
120	- 0.0893		0.0891	

Tablica 3.2
Vrijednosti modula elastičnosti E_1 i E_{20} za karakteristične skupine tla

gdje su, sukladno oznakama sa slike 3.3:

- c_{v1} , c_{v2} [1] - koeficijenti vertikalne deformacije cijevi (Tablica 3.1)
- c_{h1} , c_{h2} [1] - koeficijent horizontalne deformacije cijevi (Tablica 3.1)
- K^* [1] - koeficijent tlaka reakcije podloge
- V_{RB} [1] - koeficijent čvrstoće (odnos čvrstoće cijevi i čvrstoće podloge)
- S_{Bh} [1] - horizontalna čvrstoća podloge
- [1] - korektivni faktor horizontalne čvrstoće podloge
- E_2 [kN/m²] - modul elastičnosti materijala u zoni bočnog zasipanja cijevi
- b [1] - korekturni faktor (faktor umanjenja) modula elastičnosti E_2
- E_3 [kN/m²] - modul elastičnosti tla uz rov. Obično se uzima $E_3 = E_1$ (Tablica 3.2)
- f [1] - parametar
- b [m] - širina rova na dubini tjemena cijevi
- D_v [m] - vanjski promjer cijevi
- B_i [1] - parametar ovisan o uvjetima nalijeganja cijevi na posteljicu, a obično se, sukladno od strane proizvođača zahtijevanog načina ugradnje ovih cijevi, preporuča uzeti s vrijednošću $B_i = 2/3$
- E_{20} [kN/m²] - računska vrijednost modula elastičnosti, ovisna o skupini tla te uvjetima nalijeganja cijevi na posteljicu i njenog zasipavanja (zatrpanja) (Tablica 3.2)

Tablica 3.1
Vrijednosti koeficijenata vertikalne i horizontalne deformacije cijevi u funkciji kuta nalijeganja (kuta ugradnje) cijevi (2)

Skupina tla (u zagradama su oznake prema DIN-u 18196)	E_1 , E_{20} $\times 10^3$ [kN/m ²]
S1: Nevezana tla (GE, GW, GI, SE, SW, SI)	6 - 23
S2: Slabovezana tla (GU, GT, SU, ST)	3 - 11
S3: Vezana mješovita tla (GU, GT, SU, ST, UL, UM)	2 - 5
S4: Vezana tla (TL, TM, TA, OU, OT, OH, OK)	1.5 - 2

LEGENDA:

- S1: šljunkovita, pjeskovita tla;
- S2: šljunkovita, pjeskovita tla s glinovitim vezivom;
- S3: šljunkovita, pjeskovita tla s glinovitim i organskim vezivom;
- S4: glinovita, ilovačasta tla.

Proračun deformacija (nastavak)

3.2.2 Vertikalno opterećenje cijevi q_v

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.

U vertikalno opterećenje ubrajaju se:

- utjecaj tla iznad tjemena cijevi

- dodatno opterećenje na površini tla, kao što je opterećenje od zgrada, prometno opterećenja, itd.

Vertikalno opterećenje cijevi (q_v) uslijed opterećenja nad-slojem tla (p_e) i prometnim sredstvima (p_v) s pripadajućim parametrima definirano je slijedećim izrazima:

$$q_v = R G p_e + p_v$$

$$\begin{aligned} RG &= \frac{R}{3} \frac{1}{D_v} \frac{b}{D_v} \quad \text{za } 1 \frac{b}{D_v} \quad 4 \\ R &= \frac{\max V_s}{V_s} \frac{\frac{E_1}{E_2} \frac{4K_2}{3} \frac{1}{E_1/E_2}}{\frac{E_1}{E_2} \frac{3}{3} \frac{K_2}{E_1/E_2}} \quad 4 \\ V_s &= \frac{SN}{|c_v^*| E_2} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{c} h \\ \hline D_v \\ \hline \begin{array}{ccccc} 1 & & & & \\ \hline 3.5 & 2.2 & h & 0.62 & 1.6 \\ \frac{E_1}{E_2} & \frac{E_4}{E_2} & \frac{E_1}{E_2} & 0.25 & \frac{E_4}{E_2} \frac{E_1}{E_2} 0.25 \end{array} \end{array}$$

$$p_e = h \quad \text{za } 1$$

$$1 \quad \frac{1}{90} \quad \frac{1}{90} \quad \frac{e^{2(h/b)K_1 \tan}}{2(h/b)K_1 \tan}$$

SIMBOLI KORIŠTENI U JEDNADŽBAMA

p_e [kN/m²] - opterećenje tlom

p_v [kN/m²] - prometno opterećenje

R' [max]	- faktori koncentracije opterećenja iznad cijevi
V_s [1]	- koeficijent čvrstoće
h [m]	- visina nasipanja iznad tjemena cijevi
E_1 [kN/m ²]	- modul elastičnosti materijala u zoni iznad tjemena nasipanja cijevi (Tablica 3.2),
E_4 [kN/m ²]	- modul elastičnosti tla ispod cijevi. Obično se uzima $E_4=10 E_1$
K_2 [1]	- odnos tlaka tla ovisan o koef. čvrstoće V_{RB} i skupini tla (Tablica 3.3)
β [1]	- korekcijski faktor (faktor umanjenja) opterećenja tlom
K_1 [1]	- odnos horizontalnog i vertikalnog tlaka tla. Obično se uzima $K_1=0.5$
$[\circ]$	- kut trenja na zidovima rova. Obično se uzima $= 2/3$ ili $= 1/3$, ovisno o uvjetima zasipavanja (zatrpanjivanja) cijevi

$$p_v = p_F a_F$$

$$p_F = \frac{F_A}{r_A^2} \quad 1 \quad \frac{1}{1 - (r_A/h)^2}^{3/2} \quad \frac{3F_E}{2h^2} \quad \frac{1}{1 - (r_A/h)^2}^{5/2}$$

$$a_F = 1 \quad \frac{0.9}{0.9 - (4h^2 - h^6)/1.1D_m^{2/3}} \quad \begin{array}{c} \text{za} \\ h \geq 0.5 \text{ m} \\ D_m \leq 5.0 \text{ m} \end{array}$$

$$D_m = \frac{D_v + D_u}{2}$$

$[\circ]$	- kut unutarnjeg trenja materijala (Tablica 3.4)
$[\circ]$	- kut nagiba bočnih zidova
[kN/m ³]	- zapreminska težina tla. Obično se uzima $= 20 \text{ kN/m}^3$
' [1]	- udarni faktor, ovisan o vrsti vozila (opterećenja) (Tablica 3.5)
p_F [kN/m ²]	- opterećenje mjerodavnim prometnim sredstvom
a_F [1]	- korekturni faktor (faktor umanjenja) prometnog opterećenja
D_m [m]	- srednji promjer cijevi
D_u [m]	- unutarnji promjer cijevi
F_A, F_E [kN]	- utjecajne veličine opterećenja mjerodavnim prometnim sredstvom (Tablica 3.5)
r_A, r_E [m]	- utjecajni radijusi opterećenja mjerodavnim prometnim opterećenjem (Tablica 3.5)

STATIČKI PRORAČUN

Proračun deformacija (nastavak)

Skupina tla	$K_2 [1]$	
	$V_{RB} > 0.1$	$V_{RB} \leq 0.1$
S1	0.5	0.4
S2		0.3
S3		0.2
S4		0.1

Tablica 3.3 Vrijednosti K_2 u funkciji V_{RB} i skupine tla

Skupina tla	[°]
S1	35
S2	30
S3	25
S4	20

Tablica 3.4 Vrijednosti kuta unutarnjeg trenja (γ) u funkciji skupine tla

Prometno sredstvo	F_A [kN]	F_E [kN]	r_A [m]	r_E [m]	γ [1]
SLW 60	100	500	0.25	1.82	1.2
SLW 30	50	250	0.18	1.82	1.4
LKW 12	40	80	0.15	2.26	1.5

Tablica 3.5 Vrijednosti parametara prometnog opterećenja

3.2.3 Horizontalno opterećenje cijevi q_h

Horizontalno opterećenje (q_h) definirano je izrazom:

$$q_h = K_2 \left(p_e - \frac{D_v}{2} \right)$$

gdje je p_e faktor koncentriranog opterećenja u tlu pored cijevi definiran izrazom:

$$p_e = \frac{4}{3} R$$

3.3 PRORAČUN NAPREZANJA

U konkretnom slučaju zahtijeva se da vlačna naprezanja na unutarnjoj stijenki cijevi (σ_i) pri mjerodavnom opterećenju, ne budu veća od dopuštenih vlačnih naprezanja (σ_{dop}), tj.

$$\sigma_i \leq \sigma_{dop}$$

Veličina dopuštenih vlačnih naprezanja dana je izrazom:

$$\sigma_{dop} = \frac{r}{F_s} \cdot \frac{9 \cdot 10^4}{2.5} = 3.6 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2 = 36 \text{ MPa}$$

Vlačna su naprezanja definirana izrazom:

$$\sigma_i = \frac{N}{A} + a_{ki} \frac{M}{W}$$

gdje su:

- N [kN/m] - vlačnih naprezanja na unutarnjoj stijenki cijevi
- A [m²/m] - računska (maksimalna) vrijednost vlačnih naprezanja PVC kanalizacijskih cijevi
- F_s [1] - usvojena vrijednost koeficijenta sigurnosti

gdje su, iskazano po dužnom metru cijevi:

- N [kN/m] - normalna sila
- A [m²/m] - površina (uzdužnog) presjeka cijevi
- a_{ki} [1] - korekcijски коeficijent
- M [kNm/m] - moment savijanja
- W [m³/m] - moment otpora

Proračun naprezanja (nastavak)

Ove su veličine s pripadajućim parametrima definirane slijedećim izrazima:

$$A = 1 \text{ s} \quad W = \frac{1}{6} \frac{s^2}{s^2} = \frac{1}{6} \quad a_{ki} = \frac{3D_u}{3D_u} = \frac{5s}{3s}$$

$$\begin{aligned} N &= \sum_{i=1}^5 N_i \\ N_{qv} &= n_{qv} q_v r_m \\ N_{qh} &= n_{qh} q_h r_m \\ N_{qh^*} &= n_{qh^*} q_h^* r_m^* \\ N_g &= n_g s r_m = 13.8 n_g s r_m \\ N_w &= n_w w r_m^2 = 10 n_w r_m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= \sum_{i=1}^5 M_i \\ M_{qv} &= m_{qv} q_v r_m^2 \\ M_{qh} &= m_{qh} q_h r_m^2 \\ M_{qh^*} &= m_{qh^*} q_h^* r_m^2 \\ M_g &= m_g s r_m^2 = 13.8 m_g s r_m^2 \\ M_w &= m_w w r_m^3 = 10 m_w r_m^3 \end{aligned}$$

$$r_m = \frac{D_v - D_u}{4} \quad q_h^* = (q_v - q_h) K^*$$

gdje su:

$n_i, m_i [1]$ - koeficijenti normalne sile i momenta savijanja ovisni o kutu nalijeganja cijevi (2) (Tablica 3.6)

r_m [kN/m^2] - srednji radius cijevi

m [kN/m^3] - zapreminska težina materijala cijevi. Obično se uzima $m = 13.8 \text{ kN}/\text{m}^3$

w [kN/m^3] - zapreminska težina vode uzeta s vrijednošću $w = 10 \text{ kN}/\text{m}^3$

s [m] - debљina stijenke cijevi

q_v [kN/m^2] - vertikalno opterećenje cijevi

q_h [kN/m^2] - horizontalno opterećenje cijevi

K^* [1] - koeficijent tlaka reakcije podloge

Kut nalijeganja cijevi, 2 [°]	Koeficijent normalne sile					Koeficijent momenta savijanja				
	n_{qv}	n_{qh}	n_{qh^*}	n_g	n_w	m_{qv}	m_{qh}	m_{qh^*}	m_g	m_w
60°	-0.080	-1.000	-0.577	-0.417	+1.292	+0.377	-0.250	-0.181	+0.840	+0.420
90°	-0.503	-1.000	-0.577	-0.333	+1.333	+0.314	-0.250	-0.181	+0.642	+0.321
120°	-0.027	-1.000	-0.577	-0.250	+1.375	+0.275	-0.250	-0.181	+0.520	+0.260

Tablica 3.6 Vrijednosti koeficijenata opterećenja dna cjevovoda u funkciji kuta nalijeganja cijevi (2)

Napomena:

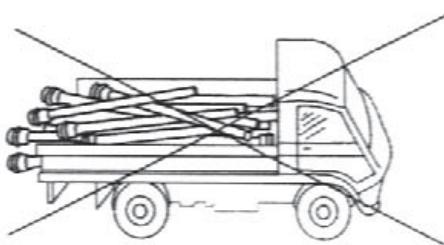
Za odabir potrebne klase i promjera PVC kanalizacijskih cijevi sukladno zahtjevima tečenja te dopuštenih naprezanja i deformacija cijevi, možete koristiti hidraulički i statički proračun na našim web stranicama (www.pipelife.hr).

4. TRANSPORT I USKLADIŠTENJE CIJEVI

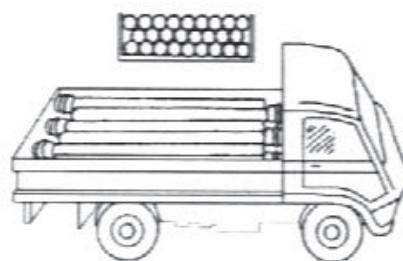
4.1 TRANSPORT CIJEVI

Pri nestručnom transportu (kao i neispravnom uskladištenju) može doći do deformacija ili oštećenja cijevi, oblikovnih komada i brtvenih prstena, a što u konačnosti može prouzročiti teškoće pri polaganju i funkcioniranju ugrađenih cijevi.

Za transport cijevi koristiti vozila s ravnom i čistom tovarnom površinom, tj. bez neravnina ili na primjer



stršećih čavala. Prilikom transporta cijevi moraju cijelom svojom dužinom nalijegati na podlogu, a ne kako pokazuje lijevi dio slike. Stoga je potrebno kolčake postaviti naizmjenično, kao što pokazuje desni dio slike.

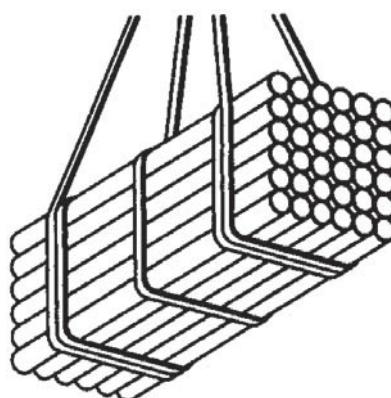


Također je potrebno zaštiti cijev uz rubove, odnosno vertikalne stijene prijevoznog sredstva (npr. kamiona, vlaka), kao što je vidljivo na desnom dijelu slike, te brižljivo vršiti utovar.

Eventualni prevjes cijevi preko vozila smije iznositi najviše peterostruku vrijednost nazivnog promjera cijevi.

Općenito, prilikom utovara i istovara cijevi treba izbjegavati veća udarna opterećenja (npr. bacanje) i progibe (npr. naglo uspravljanje ili spuštanje cijevi).

PVC kanalizacijske cijevi se tvornički pakiraju vezanjem u snop sustavom "Habcock". Za utovat i istovar koristiti prikladne transportne uređaje, npr. viličar sa širokom radnom površinom vilica.

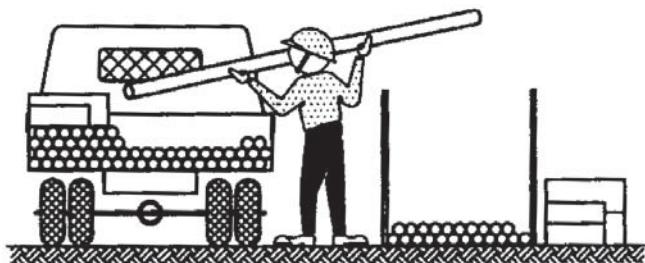


Transport cijevi (nastavak)

Utovar i istovar slobodnih cijevi i oblikovnih komada vršiti ručno, pri čemu nije dopušteno iskretanje (padanje) i bacanje s prijevoznog sredstva ili vučenje po podu (radi mogućnosti oštećenja kontaktom s oštrim predmetima).

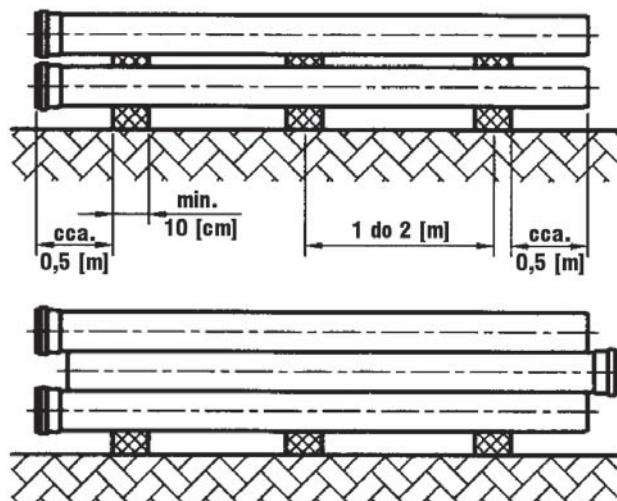


Pri temperaturama ispod točke smrzavanja potrebna je povećana pažnja pri rukovanju s PVC kanalizacionim cijevima.



4.2 USKLADIŠTENJE CIJEVI

Cijevi se moraju skladištiti na ravnoj podlozi do najviše 2.0 [m] u visinu s istosmjerno ili naizmjenično postavljenim kolčacima.



Kod slaganja s istosmjerno položenim kolčacima, kao što je prikazano na slici, treba paziti da svaki red složenih cijevi bude oslonjen u najmanje tri točke na drvene umetke širine barem 10 [cm]. Debljinu drvenih umetaka treba tako izabrati da kolčaci leže slobodno. Položaj drvenih umetaka prema slici.

Izmjeničnim redanjem smaknutih kolčaka postiže se približno puna površina nalijeganja pojedinih redova cijevi, tako da drveni umeci nisu potrebni između redova cijevi.

Naravno, u oba slučaja treba donji red cijevi također osloniti u najmanje tri točke na drvene umetke postavljenog rasporeda prema slici s najmanjom širinom umetka od 10 [cm].

PVC kanalizacione cijevi nemaju posebnu zaštitu od sunčevih zraka (UV zračenja), zbog čega se mogu samo vremenski ograničeno uskladištiti nezaštićene na otvorenome.

Prema iskustvu uskladištenje na otvorenome do 2 godine nema negativnog utjecaja na mehaničke karakteristike (čvrstoću) cijevi, usprkos eventualne pojave izbjeljivanja cijevi. Kod uskladištenja sa zaštitom od sunca nema vremenskog ograničenja uskladištenja.

5. UGRADNJA CIJEVI

5.1 IZVEDBA ROVA

Najmanja širina rova u [cm], mjerena na dnu (niveleti) cijevi, vidljiva je iz sljedeće tablice u funkciji nazivnog promjera cijevi DN i dubine rova d [m].

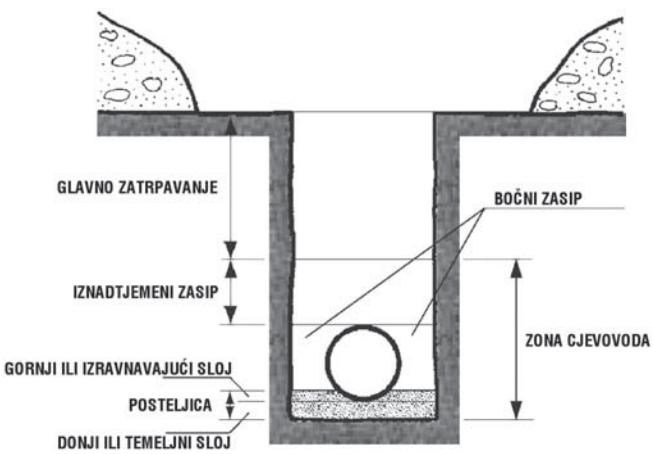
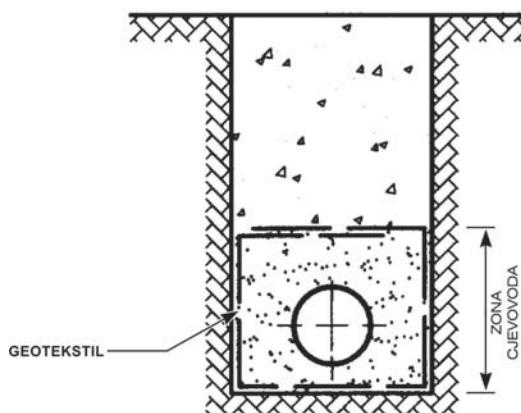
DN	d < 1.00 [m]	d ≤ 1.75 [m]	d ≤ 4.00 [m]	d > 4.00 [m]
160	0.60	0.80	0.90	1.00
200	0.60	0.80	0.90	1.00
250	0.75	0.80	0.90	1.00
315	0.80	0.80	0.90	1.00
400	1.10	1.10	1.10	1.10
500	1.20	1.20	1.20	1.20

Tablica 5.1 Najmanja širina rova ovisno o nazivnom promjeru i dubini rova

Za ispravnu ugradnju cijevi mora se dno rova u zoni cjevovoda zaštititi od eventualnog dotoka podzemne vode, što se postiže izvedbom jednog ili više drenažnih sustava (a) u dnu rova ili (b) izvan prostora rova. Podzemna voda se iz drenažnog sustava treba ispušтati na teren s nižim kotama ako je to moguće, a ako ne, tada se mora skupljati u sabirne bazene i crpsti.

5.2 IZVEDBA POSTELJICE, POLAGANJE I ZATRPAVANJE CIJEVI

Najprije se radi poravnjanje dna rova, a potom se pristupa izradi posteljice koja se, kao što pokazuje slika, izvodi u dva sloja. U cilju postizanja uzdužnog pada najprije se nasipava donji ili temeljni sloj s veličinom zrna do 22 [mm] za $DN \leq 200$, odnosno s veličinom zrna do 40 [mm] za $DN \geq 250$. Za izvedbu temeljnog sloja mogu se, uz šljunak i krupnozrni pijesak, koristiti i reciklirani građevinski materijali, ako odgovaraju zahtjevima ÖNORM EN 1610, toč. 5.3.



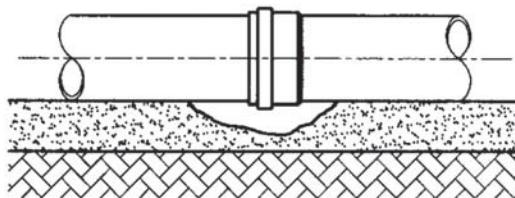
Ne smije se koristiti sitni (fini) pijesak ili sličan materijal koji bi se uslijed utjecaja podzemne vode u zoni cjevovoda mogao isprati. Za zaštitu od ispiranja može se čitava zona cjevovoda obložiti odgovarajućim geotekstilom.

Materijal koji bi mogao oštetiti cijev (npr. troska, lomljeni kamen) ne smiju se koristiti kod izvedbe posteljice.

Izvedba posteljice, polaganje i zatrpanje cijevi (nastavak)

Temeljni sloj se u normalim uvjetima izvodi debljine najmanje 10 [cm] u zbijenom stanju, a kod rova u stjenovitom materijalu ili podvodnom tlu najmanje 15 [cm].

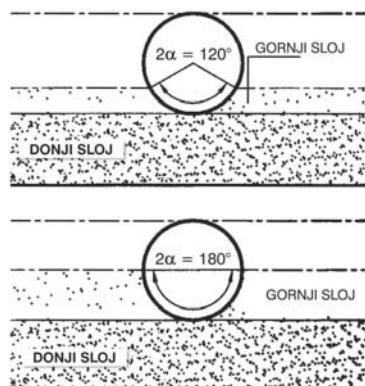
Na temeljni se sloj potom od istog materijala (uz lagano ručno zbijanje) nasipava gornji ili izravnavači sloj u kojem cijev prilikom ugradnje sama oblikuje ležište. Potrebna debljina izravnavačeg sloja proizlazi iz potrebnog kuta nalijeganja cijevi, 2α , a koje se prema statičkim zahtjevima kreće između 120° i 180° . Minimalna debljina gornjeg sloja iznosi 5 [cm].



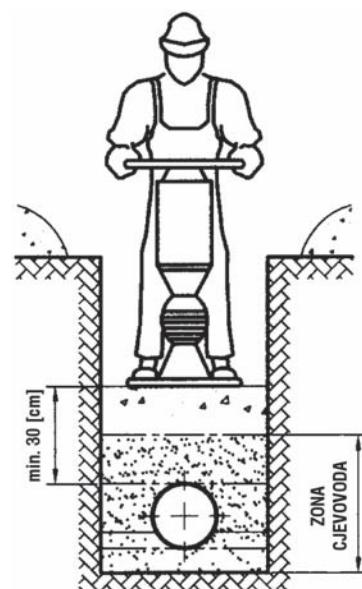
Bočno zasipavanje se izvodi ugradnjom materijala istodobno s obje strane cijevi uz ručno zbijanje. Nakon bočnog zasipavanja, iznad tjemena cijevi se izvodi zasip najmanje debljine 15 [cm], odnosno 10 [cm] iznad kolčaka, u zbijenom stanju.

Glavno zatrpanje izvodi se u preostalom dijelu rova do površine terena u slojevima do 30 [cm] uz korištenje materijala od iskopa. Strojno zbijanje materijala može se izvoditi tek pri debljini nad sloja iznad tjemena cijevi od 30 [cm]. Za glavno zatrpanje ne smije se koristiti krupno kamenje, te smrznuto, blatinjavo ili sa snijegom pomiješano okolno tlo.

Za vrijeme izvedbe radova na kanalizaciji svakako treba izbjegavati velika opterećenja cjevovoda, kao npr. uslijed prelaska teškim građevinskim strojevima ili vozilima preko nasutih cjevovoda.



Temeljni i izravnavači sloj čine posteljicu. Posteljica je dio ležaja cijevi, te stoga mora omogućiti što ravnomjerne nalijeganje cijevi kako ne bi došlo ni do linjskog ni do točkastog oslanjanja. Zbog toga je prilikom polaganja cijevi na posteljicu potrebno u zoni kolčaka ručno formirati udubljenje.



5.3 OBLAGANJE CIJEVI BETONOM

Ako je razina podzemne vode u odnosu na cijev tako visoka da kod male ispunjenosti cijevi otpadnom vodom djelovanje uzgona može narušiti njezinu stabilnost, ili se radi o znatnom iznosu vanjskog opterećenja, potrebno je najčešće provesti oblaganje cijevi betonom. U prvom slučaju zbog povećanja težine, a u drugom radi povećanja otpornosti na vanjsko opterećenje.

Debljina iznad tjemene betonske obloge proizlazi iz statičkog proračuna za djelujuće opterećenje (rijetko ispod 30 [cm]).

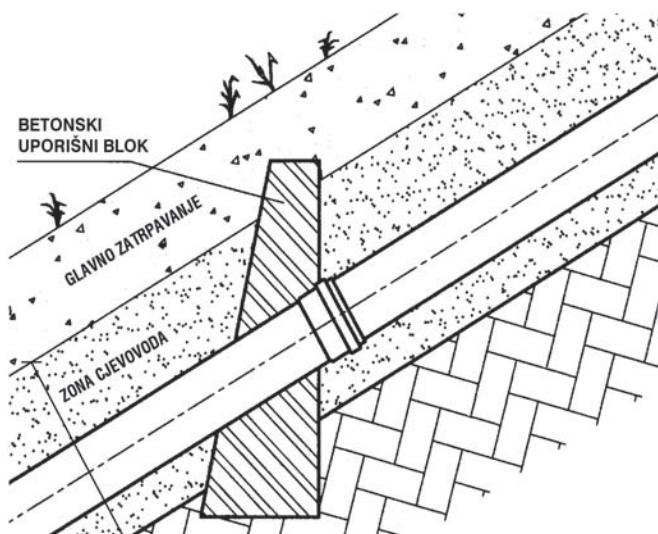
Prilikom prelaza sa cijevi s betonskom oblogom na cijev položenu u tlu treba ugraditi jednu kratku cijev (cca. 0.5 [m]) radi formiranja zglobnog spoja.

5.4 DIONICE SA STRMIM DNOM

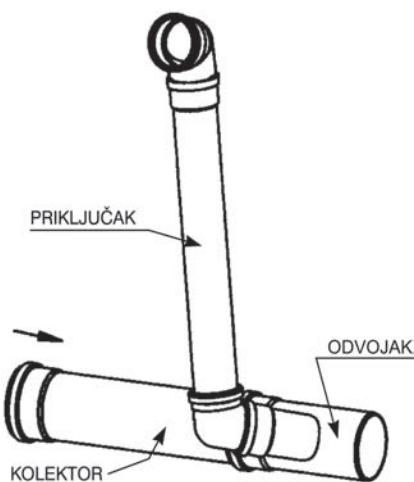
Pri polaganju cijevi i oblikovnih komada na strmim dionicama treba uslijed djelovanja uzdužne sile poduzeti mjere protiv popuštanja posteljice, klizanja cijevi i razmaknuća spoja, a što se u praksi najčešće postiže izvedbom betonskih uporišnih blokova. Pri tome se kolčak mora okrenuti uzvodno (tj. u kontrapadu) kako bi se cijevi prirodno nabijale.

Broj i izvedba uporišnih blokova ovisi o uzdužnom padu cjevovoda, te o nazivnom promjeru cijevi. Kod izraženijih padova treba uporišne blokove postaviti iza svakog kolčaka (oko svakih 5 [m]).

Eventualno zapriječenu vodu na padu iza uporišnog bloka treba odvesti drenažom, kako bi se eliminiralo ispiranje materijala posteljice.



5.5 SPECIJALNE IZVEDBE



Kod nestabilnih tala ili ako se očekuju veća slijeganja, potrebne su posebne mjere, kao npr. poboljšavanje tla, izmjena tla, temeljenje cjevovoda na pilotima s polaganjem po poprečnim gredama ili slično.

Kod specijalnih izvedbi upućuje se na norme za polaganje plastičnih cijevi ÖNORM ENV 11046.

Izvedbu strmog (kućnog) priključka nije dopušteno raditi neposredno iznad tjemena cijevi, već preko "ležeći" ugrađenog odvojka (npr. PVC - KGEA ... / ... 45).

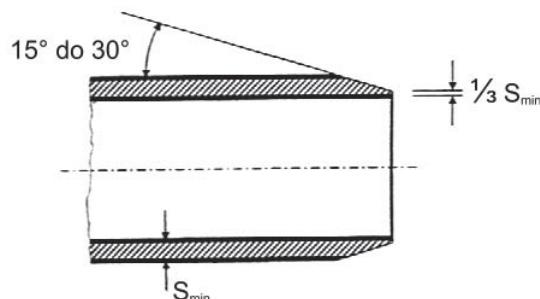
5.6 SKRAĆIVANJE I SPAJANJE CIJEVI

5.6.1. Skraćivanje cijevi

Najprije se odmjeri potrebna dužina cijevi i označi rezna crta (rezni perimetar). Poželjno je označavanje izvršiti pomoću šablone kako bi zarez bio okomit na uzdužnu os cijevi. Nakon toga cijev se odreže pomoću uređaja za rezanje cijevi (npr. rezača cijevi, prikladne rezne ploče) ili pomoću fino vođene pile (šablonska pila).

Oblikovni (fasonski) komadi se ne smiju skraćivati.

Nakon skraćivanja, rezne površine se ukose pod kutem od 15° - 30° prema osi cijevi. Preostala debljina stijenke cijevi treba iznositi barem $1/3$ najmanje debljine stijenke, s_{\min} .



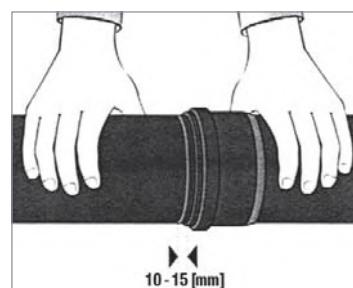
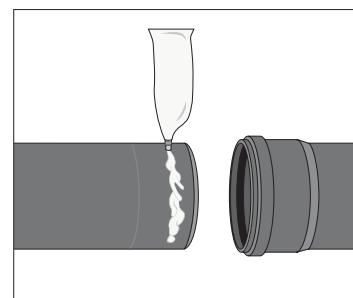
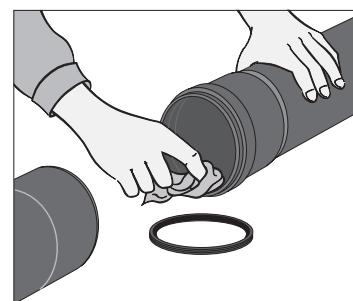
5.6.2. Spajanje cijevi

Po potrebi najprije očistiti cijevi i oblikovne komade, te potom provjeriti da li eventualno ima tvorničkih grešaka ili transportnih oštećenja. Iz kolčaka izvaditi brtveni prsten te očistiti žlijeb kolčaka i brtvilo. Tada se natrag montira brtveni prsten.

Ukošeni ravni kraj cijevi potrebno je namazati odgovarajućim kliznim sredstvom, pri čemu nikako ne koristiti ulja i masnoće. Prilikom spajanja cijevi pri mrazu, snijegu ili kišovitom vremenu, potrebno je koristiti naše specijalno klizno sredstvo.

Takopripremljeni ravni kraj cijevi se, uzlagano i naizmjenično uzdužno zakretanje cijevi, ugura do graničnika u kolčak odgovarajuće druge cijevi ili fasonskog komada.

Preporuča se tako uguranu dubinu cijevi u kolčaku označiti olovkom ili flomasterom, radi lakšeg očitanja potrebnog povlačenja uguranog ravnog kraja cijevi unatrag, za 10 do 15 [mm]. To je potrebno zato što je kolčak tako izведен da se cijev pri temperaturnim promjenama može na svakom spoju odgovarajuće istegnuti, odnosno stisnuti.



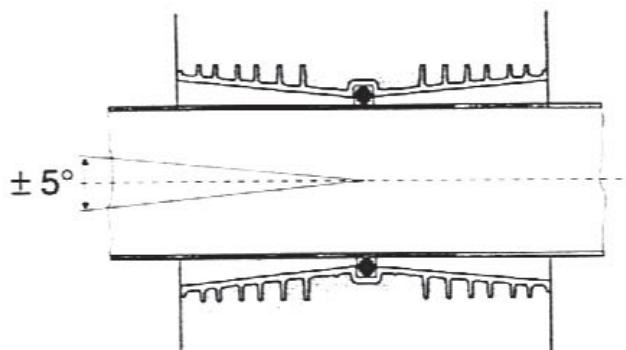
U načelu, pregibanje na spoju (u kolčaku) nije dopušteno.

Samo spajanje cijevi izvesti ručno ili s polugom. Pri korištenju poluge potrebno je u cilju izbjegavanja oštećenja cijevi, poprečno ispred cijevi položiti kladu (kloci).

5.7 PRIKLJUČCI NA OKNO I PROLAZ KROZ ZID

Priklučenje kanalizacijske cijevi na (betonsko) okno, ili općenito prolaz cijevi kroz (betonski) zid, rješava se za DN ≤ 250 RDS-sustavom, a za DN ≥ 300 KGS umetkom.

KGS umetak za cijevi DN 300 do DN 400 izведен je od poliuretana, a za cijevi DN 500 od azbestnog cementa (salonita). RDS-sustav i KGS umetak mogu se staviti direktno u oplatu i zabetonirati ili ugraditi naknadno. Prilikom priključenja kanalizacijske cijevi potrebno je ravni kraj cijevi, koji se priključuje, tanko premazati kliznim sredstvom i potom laganim i naizmjeničnim uzdužnim zakretanjem ugurati u provodnicu RDS-sustava ili KGS umetka.



Priklučci na okno i prolaz kroz zid (nastavak)

KGS-umetci i RDS-sustav označavaju se ovako:

Oznaka za KGS-umetak:

KGS DN (npr. KGS300)

Oznaka za RDS-sustav:

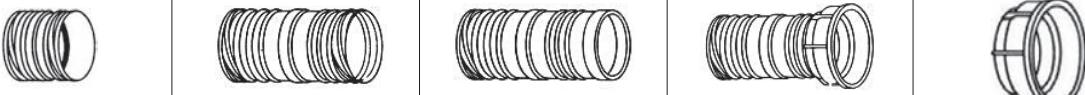
RDS - DN / duljina [mm] (npr. RDS-200/L300)

Za cijevi većih promjera koristi se KGS-sustav

KSG-umetak
KGS300
KGS400
KGS500



RDS-sustav				
I = 110 mm	I = 240 mm	I = 250 mm	I = 400 mm	nastavak I = 60 mm
RDS-110/L110	RDS-110/L240	RDS-110/L250		RDS-110VRING
RDS-125/L110	RDS-125/L240	RDS-125/L250		RDS-125VRING
RDS-160/L110	RDS-160/L240	RDS-160/L250		RDS-160VRING
RDS-200/L110	RDS-200/L240	RDS-200/L250		RDS-200VRING
RDS-250/L110	RDS-250/L240	na upit	RDS-250/L400	



Pobliže informacije o ovim načinima priključenja kanalizacijskih cijevi na okna mogu se naći u našim tvorničkim normama/ uputama.

RDS-sustav postoji u ugradbenim dužinama od 110 do 400 [mm]. Prema potrebi može se skratiti (rezanjem) ili produžiti pomoću PVC kanalizacijske cijevi ili nastavka (I = 60 mm).

Unutarnji promjer nastavka odgovara slijedećem većem promjeru cijevi (osim nastavak DN110, koji se kombinira s cijevi DN160), tako da se i prolazi kroz deblje zidove vrlo jednostavno i povoljno mogu izvoditi. Isto tako se s korištenjem nastavka sprječava prijenos sila slijeganja, kako bi se cijev koja transportira medij dodatno zaštitala.

Tamo gdje se koriste premazi, masa za ispunu ili ljepenka upotrijebiti RDS prirubnicu sa zaštitom debljine 60 [mm].

Oznaka za RDS prirubnicu:

RDS-DN FLANSCH (npr. RDS-200 FLANSCH)

RDS prirubnica
RDS-110FLANSCH
RDS-125FLANSCH
RDS-160FLANSCH
RDS-200FLANSCH



5.8**NAKNADNA IZVEDBA KUĆNOG PRIKLJUČKA ILI ZAMJENA CIJEVI****5.8.1. Varijanta s ugrađenom cijevi (izvedenim kanalom)**

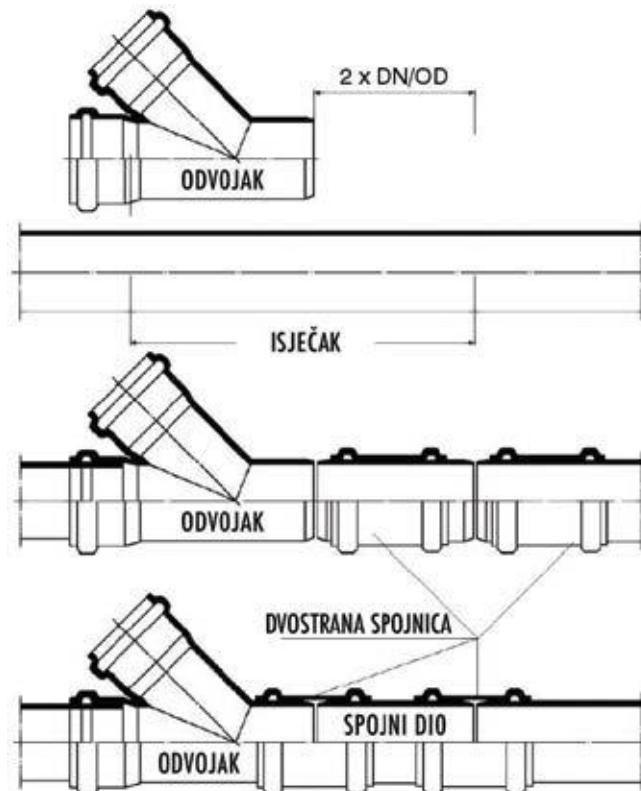
Kad se na već ugrađenoj plastičnoj kanalizacionoj cijevi izvodi kućni priključak ili mijenja cijev potrebno je upotrijebiti PVC-KGEA 45 oblikovni komad (odvojak 45°) i dva PVC-KGU oblikovna komada (dvostrana spojnica).

Dakako, ako se vrši samo zamjena cijevi (oštećene, neispravne), tada nije potreban PVC-KGEA 45 oblikovni komad.

Iz postojećeg kanalizacionog cjevovoda odstranise (odreže, otpili) cijev odgovaraće dužine. Kod izvedbe kućnog priključka ta dužina je jednaka ugradbenoj dužini odvojka zbrojena s dvostrukom vrijednosti vanjskog promjera cijevi, OD. Zatim se odstrani orubina s krajeva cijevi i izvrši se njihovo ukošenje (vidi točku 5.6.1. - Skraćivanje cijevi), te ugradi PVC-KGEA 45 oblikovni komad.

Na drugi slobodni kraj cijevi i na spojni komad cijevi ugradi se po jedan PVC-KGU oblikovni komad.

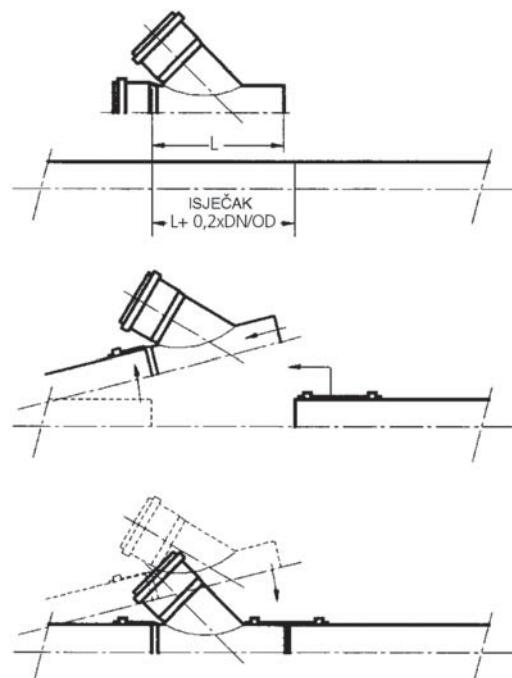
Tako sastavljen dio postavlja se na mjesto između prethodno ugrađenog odvojka i slobodnog kraja cijevi. Na kraju se izvrši navlačenje dvostranih spajnica za polovicu njihove cjelokupne dužine sa spojnjim komadom cijevi na odvojak 45° , a sa slobodnog kraja cijevi na spojni komad cijevi.

**5.8.2. Varijanta s cijevi na otklon**

Ako je postavljenu cijev moguće otkloniti iz osnog pravca cjevovoda, tada se naknadna izvedba kućnog priključka može izvesti tako da se najprije iz položenog cjevovoda odstrani cijev dužine jednake zbroju ugradbene dužine odvojka i dužine $0.2 \text{ DN}/\text{OD}$.

Zatim se odstrani orubina s krajeva cijevi i izvrši se njihovo ukošenje (vidi točku 5.6.1. - Skraćivanje cijevi), te jedan (lijevi) kraj cijevi podigne i na njega ugradi PVC-KGEA 45 oblikovni komad. Na drugi (ravni) kraj cijevi ugradi se PVC-KGU oblikovni komad.

Potom se otklonjena cijev s ugrađenim odvojkom 45° spusti u početni položaj, a dvostrana spajnica navuče za pola svoje dužine s ravnom kraju cijevi na odvojak 45° .



5.9**PRIJELAZ NA CIJEV IZ DRUGIH MATERIJALA**

Industrija PVC cijevi ne nudi samo mogućnost prijelaza na druge plastične materijale (PE, PP, PB) već i na cijevi od lijevanog željeza i od kamenštine.

Izvedba stručno ispravnog prijelaza materijala uobičajeno je izvršiti u (revizijskom, prekidnom, priključnom i sl.) oknu. Stoga u okno treba ugraditi odgovarajući komad s obzirom

na materijal cijevi (npr. RDS-sustav ili KGS-umetak za plastične cijevi):

Općenito se ukazuje na činjenicu kako i proizvođači cijevi iz drugih materijala nude odgovarajuće prijedloge (oblikovne komade) prijelaska na PVC kanalizacijske cijevi.

5.10**ISPITIVANJE NEPROBUSNOSTI**

Ispitivanje nepropusnosti kanalizacijskih 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 ÖNORM B2538/ dio 2 i pEN 805.

5.10.1. Ispitivanje nepropusnosti vodom (vodonepropusnosti)

Ispitivanje vodonepropusnosti 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 iznosi 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.

Ispitvana dionica cjevovoda se smatra vodonepropusnom ako je za vrijeme ispitivanja dodana količina vode manja od 0.06 [l/m²] omotene unutarnje površine (tablica 5.2). Granica pogreške je 4% ukupno dopuštenog dodavanja vode (vidi ÖNORM B2503, toč. 6.3.4.).

DN	Omočena unutarnja površina cijevi [m ² /m]		
	SN 2	SN 4	SN 8
100	0.0088	0.0084	0.0084
125	-	0.0110	0.0109
150	0.0185	0.0181	0.0178
200	0.0290	0.0284	0.0278
250	0.0453	0.0443	0.0435
300	0.0719	0.0705	0.0691
400	-	0.1137	0.1114
500	-	0.1775	-

Tablica 5.2 Unutarnja površina PVC kanalizacijskih cijevi

Za ispitivanje pojedinih okana, kontrolnih otvora i spremnika molimo pogledajte ÖNORM B2503, toč. 6.3.5.

5.10.2. Ispitivanje nepropusnosti zrakom

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

Vrijeme smirivanja t_s [min] pri ispitivanju nepropusnosti zrakom vidljivo je iz tablice 5.3 u funkciji nazivnog promjera DN.

DN	100	150	200	250	300	400	500
t [min]	5	7.5	9	10	11	14	17.5

Tablica 5.4 Vrijeme ispitivanja nepropusnosti PVC kanalizacijskih cijevi pomoću zraka

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 5.3 Vrijeme smirivanja PVC kanalizacijskih cijevi pri ispitivanju nepropusnosti zrakom

Nakon vremena smirivanja počinje ispitivanje s vremenom trajanja t [min], prema tablici 5.4.

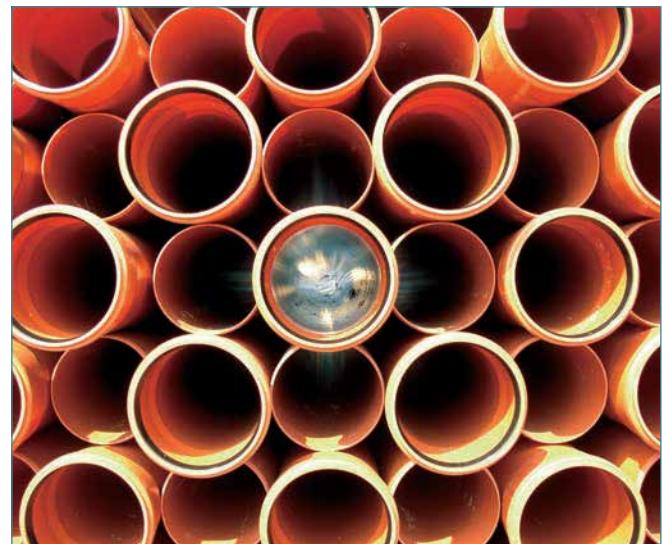
Za vrijeme utvrđenog vremena ispitivanja dopuštena vrijednost pada tlaka iznosi 0.015 [bara] (15 [kPa]). Ako je ispitivanje zrakom negativno, odlučujuće je naknadno ispitivanje vodom.

6. PROIZVODNI PROGRAM

- Klase čvrstoće: **SN 2** ($\geq 2 \text{ [kN/m}^2]$)
SN 4 ($\geq 4 \text{ [kN/m}^2]$)
SN 8 ($\geq 8 \text{ [kN/m}^2]$)
- Spojevi: utični kolčak s brtvom od sintetičkog kaučuka
- Mjere: [**mm**]

Napomena 1: Cijevi i oblikovni ili spojni (fasonski) komadi isporučuju se s kolčakom i brtvom od sintetičkog kaučuka.

Napomena 2: Svi naredni podaci za DN 100 do DN 200 odnose se na kućne kanalizacije, a za DN \geq 250 za ulične (javne) kanalizacije.



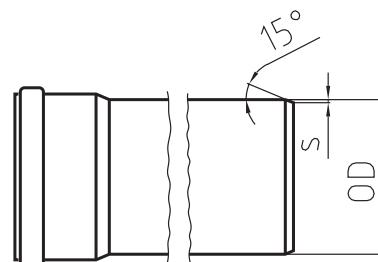
6.1 CIJEVI

6.1.1. Cijevi klase SN 2

Ugradbena dužina, L_B : 1.0, 2.0, 3.0 i 5.0 [m]



DN	OD	s_{\min}	[kg/m]
100	110	2.2	1.16
125	125	2.5	1.50
150	160	3.2	2.21
200	200	3.9	3.36
250	250	4.9	5.28
300	315	6.2	8.42
400	400	7.9	14.80
500	500	9.8	23.52



PROIZVODNI PROGRAM

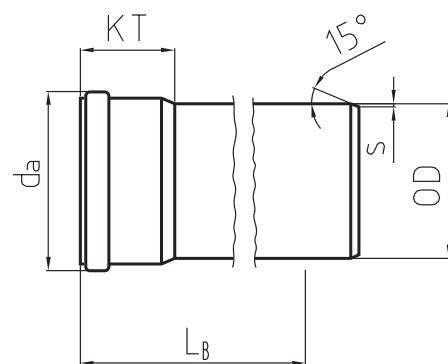
6.1.2. Cijevi klase SN 4

Ugradbena dužina, L_B :

- 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 i 5.0 [m] za DN 100 do DN 200 kod kućne kanalizacije
- 1.0, 2.0 i 5.0 [m] za DN 250 do DN 500 kod javne kanalizacije



DN	OD	s_{min}	d_a	KT_{min}	[kg/m]
100	110	3.2	127	65	1.6
125	125	3.2	141	75	1.8
150	160	4.0	182	85	2.9
200	200	4.9	226	100	4.4
250	250	6.2	290	130	7.1
300	315	7.7	355	155	11.0
400	400	9.8	445	190	17.8
500	500	12.3	550	220	27.9

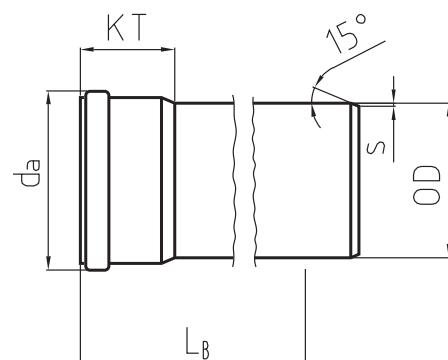


6.1.3. Cijevi klase SN 8

Ugradbena dužina, L_B : 1.0, 3.0 i 5.0 [m] (za kućnu i javnu kanalizaciju)



DN	OD	s_{min}	d_a	KT_{min}	[kg/m]
100	110	3.2	127	65	1.6
125	125	3.7	142	75	2.1
150	160	4.7	183	85	3.4
200	200	5.9	228	100	5.3
250	250	7.3	292	130	8.3
300	315	9.2	358	155	13.1
400	400	11.7	448	190	21.1



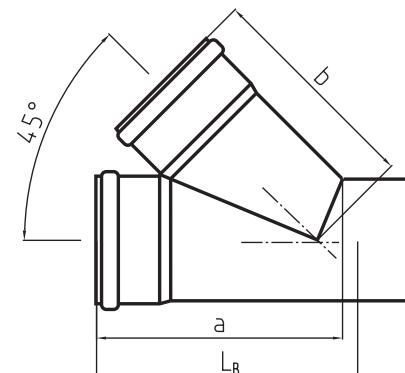
6.2 OBLIKOVNI (FASONSKI) KOMADI

Iz ekonomsko-tehnoloških razloga proizvode se samo oblikovni komadi klase SN 4 koji se onda koriste i za spajanje cijevi klase SN 2 i SN 8. Mogućnosti primjene oblikovnih komada klase SN 4 za spajanje klase cijevi SN 8 posljedica je činjenice kako oblikovni komadi iste deblijine stijenke kao i cijev, zbog svoje geometrije, postižu barem dvostruku čvrstoću cijevi.

6.2.1. Odvojak 45°

Oznaka: PVC - KGEA ... / ... / 45 (npr. PVC-KGEA 300/150/45)

DN	L_B	a	b	[kg/kom]
100/100	226	203	201	0.6
125/100	230	217	211	0.7
125/125	251	226	222	0.9
150/100	264	241	229	1.1
150/125	276	254	243	1.1
150/150	324	279	279	1.4
200/100	291	299	271	1.7
200/125	312	310	285	1.8
200/150	362	335	321	2.2
200/200	391	336	336	2.9
250/100	341	304	278	3.78
250/125	342	315	292	4.05
250/150	367	353	335	4.2
250/200	416	378	366	4.7
250/250	483	412	412	4.9
300/100	416	350	322	5.86
300/125	417	361	335	6.15
300/150	435	403	381	6.6
300/200	435	431	422	6.9
300/250	592	541	507	11.3
300/300	578	506	506	11.6
400/100	490	490	500	12.5
400/125	540	530	500	13.4
400/150	590	570	500	14.8
400/200	640	590	530	15.4
400/250	670	640	620	18.4
400/300	780	690	700	22.4
400/400	900	715	772	32.6
500/100	425	425	485	20.1
500/125	625	625	522	21.8
500/150	610	591	522	23.9
500/200	660	730	590	25.8
500/250	690	752	690	31.2
500/300	820	803	720	33.3
500/400	850	768	768	38.3
500/500	1155	1155	930	43.0



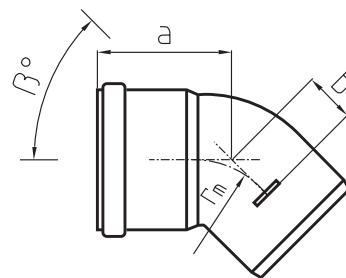
PROIZVODNI PROGRAM

Oblikovni (fasonski) komadi (nastavak)

6.2.2. Lukovi

Oznaka: PVC - KGB ... / ... (npr. PVC-KGB 200/30)

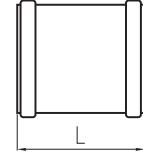
β	DN	100	125	150	200	250	300	400	500
15°	a	90	98	119	139	158	198	238	279
	b	16	12	25	7	27	38	39	47
	r_m	68	76	99	95	144	175	220	281
	[kg/kom]	0.2	0.3	0.5	1.0	2.2	3.8	10.0	14.8
30°	a	97	105	116	135	177	221	268	317
	b	22	21	35	40	45	62	69	84
	r_m	63	71	90	95	138	175	220	276
	[kg/kom]	0.3	0.4	0.6	1.2	2.4	4.2	9.6	16.0
45°	a	105	97	142	174	181	218	266	302
	b	31	35	43	55	73	73	91	103
	r_m	63	60	89	111	140	176	220	275
	[kg/kom]	0.3	0.4	0.7	1.2	2.8	5.0	19.8	26.3
67°	a	123	121	166	174	-	-	-	-
	b	46	52	65	83	-	-	-	-
	r_m	62	85	88	110	-	-	-	-
	[kg/kom]	0.3	0.4	0.8	1.5	-	-	-	-
87.5°	a	118	136	191	219	257	306	384	825
	b	63	67	90	100	148	165	211	588
	r_m	52	60	88	95	138	173	220	653
	[kg/kom]	0.4	0.5	0.9	2.3	3.6	6.9	27.5	51.5



6.2.3. Dvostrana spojница

Oznaka: PVC - KGU ... (npr. PVC-KGU 300)

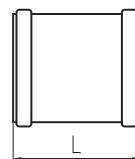
DN	100	125	150	200	250	300	400	500
L	128	138	172	212	254	297	324	426
[kg/kom]	0.2	0.3	0.5	1.0	2.3	3.9	6.2	15.3



6.2.4. Fleksibilna spojница

Oznaka: 6STADS... (npr. 6STADS 160)

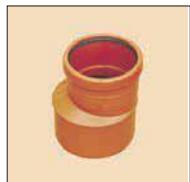
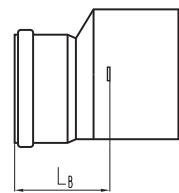
DN	160	200	250	315	400
L	160	185	220	305	380
[kg/kom]	0.8	1.4	2.15	3.15	8.16



6.2.5 . Redukcija

Oznaka: PVC - KGR ... / ... (npr. PVC-KGR 200/150)

DN	125/150	150/100	150/125	200/100	200/125	200/150	250/125
L_B	85	191	189	122	122	123	82
[kg/kom]	0.3	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8
DN	250/150	250/200	300/150	300/200	300/250	400/300	500/400
L_B	82	149	94	94	166	182	340
[kg/kom]	0.8	1.5	4.7	4.7	3.3	6.7	19.2

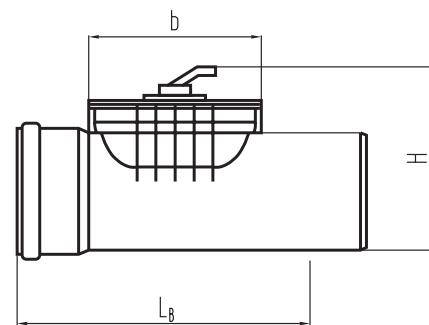


Oblikovni (fasonski) komadi (nastavak)

6.2.6 . Revizijski otvor s plastičnim poklopcom na ručicu

Oznaka: PVC - KGRK ... (npr. PVC-KGRK 300)

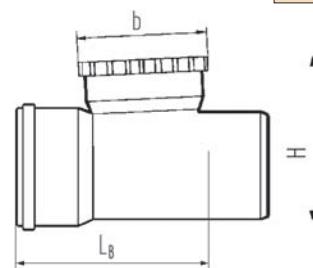
DN	b	H	L _B	[kg/kom]
100	290	180	400	1.7
125	290	195	400	1.8
150	290	230	400	2.3
200	290	270	415	3.7
250	290	342	660	6.6
300	290	425	710	10.4
400	290	510	775	17.7
500	290	580	810	29.0



6.2.7. Revizijski otvor s plastičnim navojnim poklopcom

Oznaka: PVC - KGRE ... (npr. PVC-KGRE 150)

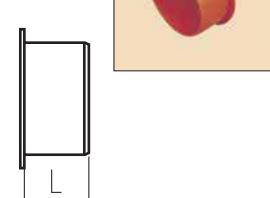
DN	b	H	L _B	[kg/kom]
100	138	143	197	0.6
125	138	158	212	0.7
150	178	203	254	1.1
200	217	247	310	2.1
250	250	374	373	6.6
315	315	460	465	10.4



6.2.8. Čep

Oznaka: PVC - KGM ... (npr. PVC-KGM 300)

DN	100	125	150	200	250	300	400	500
L	38	44	52	63	90	93	152	165
[kg/kom]	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	3.6	15.6





always part of your life

Pipelife HRVATSKA
Cijevni sustavi d.o.o.

Prosinačka 7, Kerestinec
10431 Sveta Nedelja / Croatia
T +385 1 33 77 340
F +385 1 33 73 113
E info@pipelife.hr

Prodajni centar Zagreb
Bani 104, 10000 Buzin
T +385 1 6586 939
F +385 1 6113 652

Prodajni centar Osijek
Jablanova 20, Osijek
T +385 (0)99/2118 747

Prodajni centar Split
Solinska 49, 21 000 Split
T +385 21 382 332
F +385 21 382 335

Prodajni centar Pula
Valmade 1, 52 000 Pula
T +385 52 545 323
F +385 52 545 324

Prodajni centar Dubrovnik
Ogarići 13, 20236 Komolac
T +385 99 529 6940
E vlaho.braticevic@pipelife.com

 www.pipelife.hr

 Pipelife Hrvatska