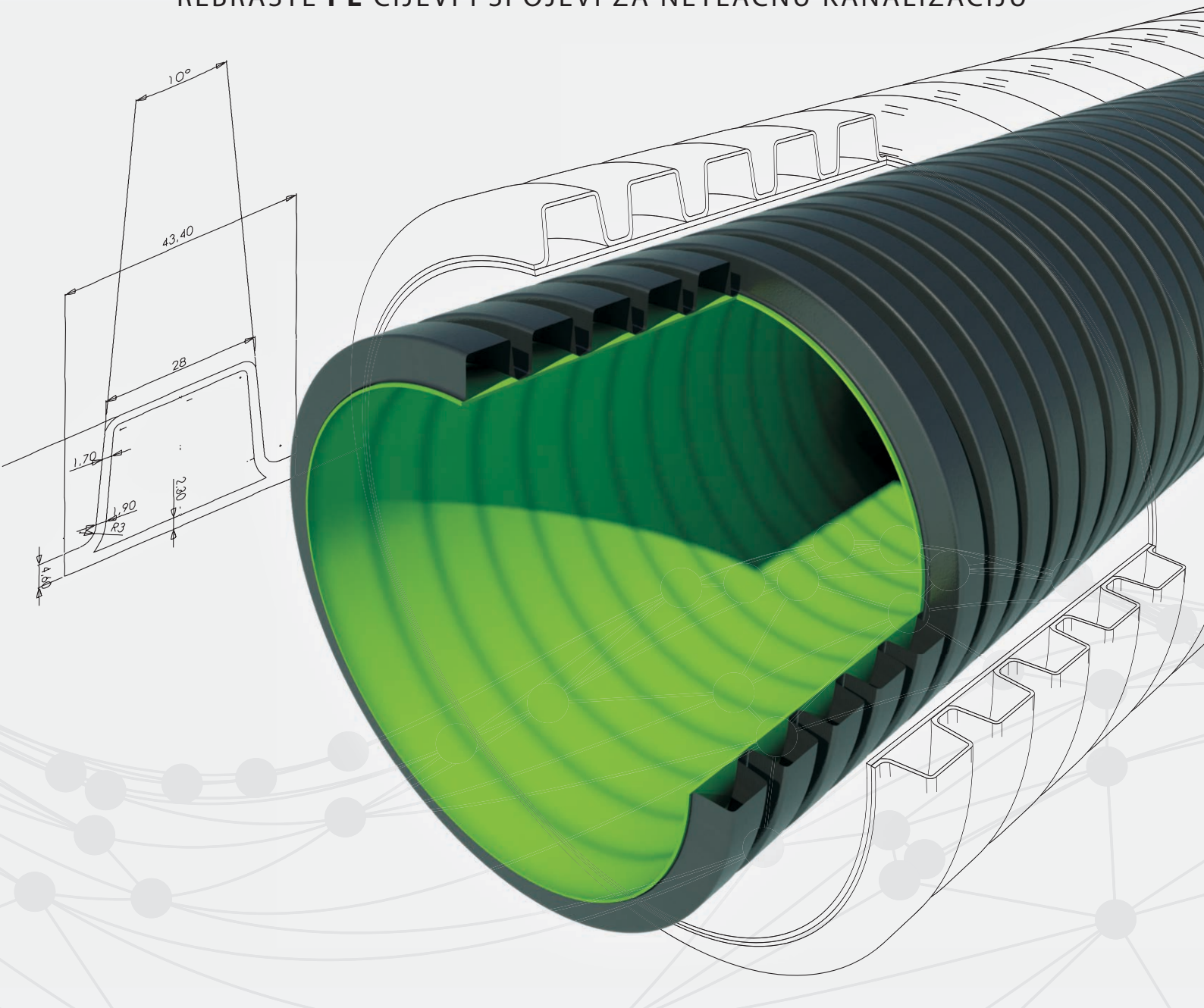


INSTALACIJSKI SUSTAV
vargokor

KANALIZACIJSKE CIJEVI

REBRASTE PE CIJEVI I SPOJEVI ZA NETLAČNU KANALIZACIJU



TEHNIČKI PRIRUČNIK 04/2011

Kompletna rješenja za
odvodnju, dovod vode / plina,
drenažu terena i zaštitu kabela

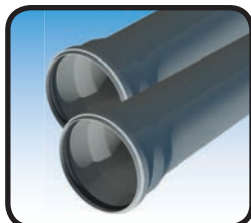
 **VARGON**
INSTALACIJSKI SUSTAVI

Sadržaj:

1. UVJERENJA O KAKVOĆI	4
2. KARAKTERISTIKE POLIETILENA	4
2.1. Mehanička i fizička svojstva	5
2.2. Otpornost na kemijske agense	5
2.3. Otpornost na ekstremnu hladnoću i toplinu	8
2.3.1. Dilatacija <i>vargokor</i> cijevi	8
2.4. Otpornost na abraziju	8
3. PROIZVODNJA	9
4. KARAKTERISTIKE <i>vargokor</i> CIJEVI	10
4.1 Norma EN 13476-1,3	11
5. HIDRAULIČKI PRORAČUN	12
6. STATIČKI PRORAČUN	32
7. MONTAŽA <i>vargokor</i> CIJEVI	36
7.1. Transport do gradilišta	36
7.2. Istovarivanje s teretnog vozila	36
7.3. Skladištenje na gradilištu	36
7.4. Izrada zemljanog kanala	36
7.5. Podloga i ulaganje	37
7.6. Nasipavanje i sabijanje	37
7.7. Montaža <i>vargokor</i> cijevi	37
7.8. Skraćivanje <i>vargokor</i> cijevi	38
7.9. Ugradnja priključka na glavnu cijev	38
7.10. Spojni komadi	39
8. REVIZIJSKA OKNA	40
8.1. Priprema posteljice	41
8.2. Postavljanje okna	41
8.3. Zasip okna	41
8.4. Spajanje revizijskih okana i <i>vargokor</i> rebrastih cijevi	43
8.5. Spajanje kućnog priključka ili slivničke veze na revizijsko okno	43

Poduzeće Vargon d.o.o. i proizvodni asortiman

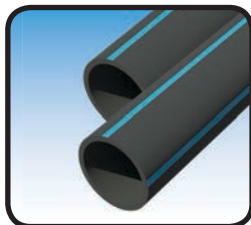
Poduzeće Vargon proizvodi plastične cijevi već dvadesetak godina i najveći smo proizvođač u Republici Hrvatskoj. Zapošljavamo preko 200 radnika, a u našem proizvodnom programu možete pronaći cijevi za kućni vodovod, kućnu kanalizaciju, vanjski transport vode, zaštitne cijevi za kabele te rebraste kanalizacijske cijevi i okna. Smješteni smo u industrijskoj zoni Kukuljanovo iznad Rijeke na površini od 57.000 kvadrata, a skladišta imamo u Rijeci, Zagrebu i Osijeku.



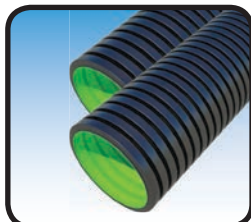
vargokal instalacijski sustav služi za izradu unutarnjih razvoda za odvodnju otpadnih voda u zgradama. Sustav čine plastične kanalizacijske cijevi i spojevi s naglavkom, a proizvedeni su od polipropilena (PP). Cijevi i spojevi proizvode se prema normi EN 1451-1,2,3 u promjerima Ø32-160 i sive su boje.



vargoterm instalacijski sustav služi za izradu unutarnjih razvoda za opskrbu pitkom vodom (hladnom i toplom) u zgradama. Sustav čine plastične vodovodne cijevi i spojevi, a proizvedeni su od polipropilena randoma (PP-R). Cijevi i spojevi proizvode se prema normi EN ISO 15874-1,2,3 u promjerima Ø20-110 i zelene su boje.



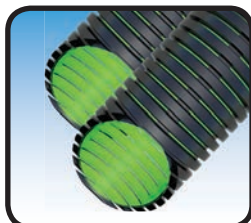
vargoplen instalacijski sustav služi za infrastrukturni dovod pitke vode do objekta. Sustav čine plastične vodovodne cijevi, a proizvedene su od polietilena niske ili visoke gustoće (PE-LD ili PE-HD). Cijevi se proizvode prema normi HRN EN 12201-1,2,3 u promjerima D20-250.



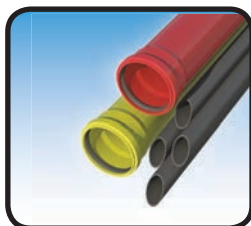
vargokor instalacijski sustav rebrastih cijevi služi za infrastrukturnu odvodnju fekalnih i oborinskih voda. Sustav čine plastične rebraste kanalizacijske cijevi i spojevi, a proizvedeni su od polietilena visoke gustoće (PE-HD). Cijevi i spojevi se proizvode u promjerima DN/OD 200-800 (vanjski nazivni promjer), a prema normi EN 13476.



vargokor instalacijski sustav čine plastična revizijska okna i slivnici koji se ugrađuju u kombinaciji sa **vargokor** rebrastim cijevima. Revizijsko okno sastoji se od modula (kineta, tijelo i konus) izrađenih tehnologijom roto lijeva, a proizvedeni su od polietilena visoke gustoće (PE-HD) prema normi EN 13598-2 u promjerima DN625, DN800 i DN1000.



vargodren instalacijski sustav služi za skupljanje slobodnih oborinskih i podzemnih voda iz zemlje. Sustav čine preforirane rebraste kanalizacijske cijevi i spojevi, a proizvedeni su od polietilena visoke gustoće (PE-HD). Cijevi i spojevi se proizvode prema normi EN 13476 i DIN 4262-1 u promjerima DN/OD 200-630 (vanjski nazivni promjer), a mogu se perforirati u luku od 120, 240 i 360°.



vargotect zaštitni sustav služi za zaštitu svih vrsta kabela, a sastoji se od dvije vrste cijevi. **vargoplen protect** cijevi služe za zaštitu optičkih kabela. S unutarnje strane uzdužno su ožlijebljene, a proizvode se prema normi HRN EN 12201 u promjerima Ø 32-50. **vargokal protect** cijevi služe za zaštitu energetskih kabela, proizvode se prema normi EN 1451-1 u promjerima Ø 32-160.

1. Uvjerenja o kakvoći

Poduzeće Vargon d.o.o. zadovoljava najviše kriterije kakvoće koje, osim stotina kupaca, dokazuju i uvjerenja izdana od strane nadležnih institucija.



2. Karakteristike polietilena

2.1. Mehanička i fizička svojstva

Polietilen je termoplastični polimer sintetiziran s proizvodima dobivenim tijekom procesa razlaganja sirove nafte. Polimer kao što je polietilen je ustvari velika molekula u kojoj se fundamentalna jedinica (monomer) stalno ponavlja da bi se stvorio polimerski lanac. Ovakva atomska struktura polietilena i polietilenskih cijevi omogućavaju odlična mehanička i fizička svojstva (Tablica 1.).

Tablica 1. Mehanička i fizička svojstva

Svojstva	Vrijednost	Jedinica mjere
Modul elastičnosti	≥ 800	MPa
Prosječna gustoća (23 °C)	≥ 940	Kg/m ³
Izduženje istezanjem (50 mm/min)	7	%
Izduženje lomom (50 mm/min)	> 700	%
Prosječni koeficijent linearne termičke dilatacije	17 x 10 ⁻⁵	K ⁻¹
Termička provodivost	0,36 do 0,50	WK ⁻¹ m ⁻¹
Temperaturno omekšivanje po Vicatu	128	°C
Sadržaj crnog ugljena	2 do 2,5	%
Površinska otpornost	> 10 ¹³	Ω
Maseni protok taljevine	≤ 1,6	g/10 min
Termalna stabilnost (OIT)	≥ 20	min
Otpornost na udarce (TIR)	≤ 10	%
Omjer puzanja	≤ 4	-
Krutost prstena	≥ 8	kN/m ²
Fleksibilnost prstena	≥ 30	%

2.2. Otpornost na kemijske agense

U Tablici 2 prikazani su različiti kemijski agensi i stupanj otpornosti polietilena, odnosno **vargokor** rebrastih cijevi na iste. Otpornost je izražena slijedećim simbolima:

- O = otporan; Širenje < 3 % ili gubitak težine < 0,5 % bez značajnog izduženja materijala kod točke loma
- DO = djelomično otporan; Širenje 3-8 % ili gubitak težine 0,5 – 5% i/ili smanjenje izduženja kod točke loma < 50 %
- NO = neotporan; Širenje > 8 % ili gubitak težine > 5 % bez značajnih varijacija izduženja kod točke loma >50%
- B = mijenjanje boje

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Acetat škroba	O	O
Acetna kiselina (10 %)	O	O
Aceton	O	O
Akilonitrit	O	O
Aliljski alkohol	O	O
Alkalinski silikati	O	O
Amonijski klorid	O	O
Anhidridni ocat	O	DO-B
Anisol	DO	NO
Aromatske kiseline	O	O
Bakrene soli	O	O
Barij hidroksid	O	O
Barij klorid	O	O
Benzensumporna kiselina	O	O
Benzilni alkohol	O	O/DO

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Benzin	O	O/DO
Benzojna kiselina	O	O
Benzol	DO	DO
Bezvodni aluminijski klorid	O	O
Boraks, svih koncentracija	O	O
Borna kiselina	O	O
Brom	O	O
Bromid	O	O
Butanol	O	O
Butantriol	O	O
Butil acetat	O	DO
Butilglikol	O	O
Butilna kiselina	O	DO
Butoksil (metoksilbutanol)	O	DO
Cijankalij	O	O

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Cljanovodična kiselina	O	O
Cikloheksan	O	O
Cikloheksanol	O	O
Cikloheksanon	O	DO
Cink klorid	O	O
Čisti anilin	O	O
Dekalin	O	DO
Dibutil eter	O/DO	NO
Dibutilnaftalin	O	DO
Diesel ulje	O	DO
Dietilni eter	O/DO	DO
Diizobutilketon	O	DO/NO
Diklorbenzol	DO	NO
Dikloretnol	DO	DO
Dikloretilen	NO	NO
Dikloroctena kiselina (100 %)	O	OD-B
Dikloroctena kiselina (50 %)	O	O
Dimetilformamid (100 %)	O	O/DO
Dioksan	O	O
Dušični bikromat (25%)	O	O
Dušični bikromat (50%)	DO	NO
Dušični bikromat (40%)	O	O
Emulgatori	O	O
Eter	O/DO	NO
Eterična ulja (esencije)	DO	DO
Etil acetat	DO	NO
Etilendijamin	O	O
Etilenski klorid (dikloretnan)	DO	DO
Etilezanol	O	O
Etilglikol	O	O
Etilni alkohol	O	O
Etilni monokloracetat	O	O
Euron G	O	O
Fenol	O	O-B
Feroklorid	O	O
Florid tekućeg amonijaka (20%)	O	O
Fluor	NO	NO
Forforilni alkohol	O	O-B
Formaldehid (40%)	O	O
Formamid	O	O
Fosfat	O	O
Fosforna kiselina (25 %)	O	O
Fosforna kiselina (50 %)	O	O
Fosforna kiselina (95 %)	O	OD-B
Fosforni pentoksid	O	O
Frigen DO NO	DO	NO
Glicerol	O	O
Glicerinska kiselina (50 %)	O	O

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Glicerinska kiselina (70 %)	O	O
Glicerinski klorovodik	O	O
Glikol (koncentrat)	O	O
Glinica	O	O
Glukoza	O	O
Halotan	DO	DO
Hidrazin hidrat	O	O
Hidrobromna kiselina (50%)	O	O
Hidrofluorna kiselina (40 %)	O	DO
Hidrofluorna kiselina (70 %)	O	DO
Hidrogen	O	O
Hidrosulfatna kiselina	O	O
Ispušni plin iz florohidrične kiseline	O	O
Izbjeljivač od sodijklorita	DO	NO
Izooktan	O	DO
Izopropanol	O	O
Izopropilni eter	O/DO	NO
Jantarska (sucinska) kiselina (50%)	O	O
Kalcij klorid	O	O
Kalcijev hipoklorid	O	O
Kalijev hidroksid (otopina od 30%)	O	O
Kalijev karbonat	O	O
Kalijev klorid	O	O
Kalijev nitrat	O	O
Kalijev permanganat	O	O-B
Kamfor	O	DO
Karbon anhidrid	O	O
Karbon oksid	O	O
Ketoni	O	O/DO
Kitovo sjeme	O	DO
Klor tionil	NO	NO
Klorirana voda (dezinficijens za cijevi)	O	O
Klorna kiselina (20 %)	O	O
Klorna kiselina (70 %)	O	NO-B
Kloroacetatna kiselina	O	O
Klorobenzol	DO	NO
Kloroetanol	O	O-B
Kloroform	DO/NO	NO
Klorohidrična kiselina (svih koncentracija)	O	O
Klorosumporna kiselina	NO	NO
Klorovodična kiselina (svih koncentracija)	O	O
Kreozot	O	O-B
Krezol	O	O-B
Kromat tekućeg ulja	O	DO
Kromska kiselina (80%)	O	NO-B
Laneno ulje	O	O
Ledena acetna kiselina (100%)	O	DO-B
Limunska kiselina	O	O

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Loj	O	O
Lojna kiselina	O	O
Magnezij klorid	O	O
Maleična kiselina	O	O
Marmelada	O	O
Masne kiseline (> C 7)	O	DO
Mast za sušilice	O	DO
Melasa	O	O
Mentol	O	NO
Metanol	O	O
Metilbutanol	O	NO
Metilen klorid	DO	DO
Metiletiketon	O	DO/NO
Metilglikol	O	O
Metilni dikloracetat	O	O
Metilni monokloracetat	O	O
Mineralna maziva ulja	O	O/DO
Mineralna ulja	O	O/DO
Milječna kiselina	O	O
Mokra sumporna kiselina (svih koncentracija)	O	O
Mokri sumporni anhidrid	O	O
Monokloracetatna kiselina	O	O
Morfij	O	O
Morska voda	O	O
Mravlja kiselina	O	DO
Nafta	O	DO
Naftalin	O	DO
Naftalinska kiselina (50 %)	O	O
Natrij tiosulfat	O	O
Natrijev hidroksid (otopina od 30%)	O	O
Natrijev hipoklorid	O	O
Natrijev sulfat	O	O
Natrijevi silikati	O	O
Nitrat amonijaka	O	O
Nitrat srebra	O	O
Nitratni plinovi	O	O
Nitrobenzol	O	DO
O-Nitrotoluol	O	DO
Oksidklorid fosfora	O	DO-B
Oksigenirana voda (100%)	O	O
Oksigenirana voda (30%)	O	O
Oktilkrezol	DO	NO
Oleum	NO	NO
Olovni acetat	O	O
Otopina za razvijanje fotografija	O	O
Otopina za viskozno predivo	O	O
Ozon	DO	NO
Ozon u otopini za obradu vode	O	O

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Parafinsko ulje	O	O
Pare broma	DO	NO
Pčelinji vosak	O	DO/NO
Petrolej	O	DO
Petrolejski eter	O	DO
Piridin	O	DO
Pivo	O	O
Plinovita, mokra i suha klorovodična kisel.	O	O
Plinoviti amonijak (100 %)	O	O
Plinski acetat	O	DO
Poliglikol	O	O
Propanol	O	O
Propilenglikol	O	O
Propilenska kiselina (100 %)	O	DO
Propilenska kiselina (50 %)	O	O
Pseudokumul	DO	DO
p-Xilol	DO	O
Salitrene pare	O	O
Silicijska kiselina	O	O
Silikonsko ulje	O	O
Sintetički deterđenti	O	O
Soda kauštika	O	O
Sodij karbonat	O	O
Sodij klorid (50 %)	O	O
Sodijev nitrat	O	O
Sodijski benzoanat	O	O
Sodijski bisulfid u razvodnj. vodenoj otopini	O	O
Soli nikla	O	O
Solna kiselina (50 %)	O	O
Stearinska kiselina	O	DO
Suhi klor	DO	NO
Suhi sumporni anhidrid	O	O
Sulfat aluminija	O	O
Sulfat amonijaka	O	O
Sulfat amonijaka	O	O
Sulfat magnezija	O	O
Sulfat ugljika	DO	NO
Sulfati	O	O
Sumpor	O	O
Sumporna kiselina	O	O
Sumporna kiselina (10 %)	O	O
Sumporna kiselina (50 %)	O	O
Sumporna kiselina (98 %)	O	NO-B
Sumporni anhidrid	NO	NO
Sumporni anhidrid (slaba koncentracija)	O	O
Sumporni klorid	NO	NO
Šećerni sirup	O	O
Škrob	O	O

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Taninska kiselina (10 %)	O	O
Tekući amonijak	O	O
Tekući dekstrin (zasićenost 18%)	O	O
Tekući klor	NO	NO
Tekući kvasac	O	O
Terpentin	NO	NO
Terpentinska ulja	O	O
Tetrabrometan	DO/NO	NO
Tetrahidrofuran	O/DO	NO
Tetrakloretan	O/DO	NO
Tetralin	O	DO
Tinktura joda DAB6	O	DO-B
Tiofen	DO	DO
Toluol	DO	NO
Tributilsulfat	O	O
Trietanolamin	O	O
Trikloracetatna kiselina (100 %)	O	DO/NO
Trikloracetatna kiselina (50 %)	O	O
Trikloretilen (trielin)	DO/NO	NO
Triklorid antimona	O	O
Triklorid fosfora	O	DO
Tutogen – U	O	O
Tween 20 i 80	O	O

Kemijska supstanca	20 °C	60 °C
Ugljeni anhidrid	O	O
Ugljični tetraklor	DO/NO	NO
Ulje kokosovog oraha	O	DO
Ulje sjemena kukuruza	O	DO
Ulje za transformatore	O	DO
Uljna kiselina	O	DO
Urea	O	O
Vanjski alifati (zasićeni hidrokarboni)	O	O/DO
Vazelin	O/DO	DO
Vinska kiselina	O	O
Vinski acetat, koncentrat za upotrebu	O	O
Vlažni plinoviti klor	DO	NO
Voćna pulpa	O	O
Voćni sokovi	O	O
Vodena florosilikatna kiselina (do 32 %)	O	O
Vodeni bromid do 10 %	O	O
Vodeni bromid od 1 %	O	O
Zasićena salamura	O	O
Želatina	O	O
Živa	O	O
Živin klorid (sublimat)	O	O
Životinjska i biljna ulja	O	O/DO

2.3. Otpornost na ekstremnu hladnoću i toplinu

Sve niske temperature na kojima se u Republici Hrvatskoj mogu ugrađivati **vargokor** rebraste PE-HD cijevi su daleko iznad temperature krutosti polietilena koja iznosi -118 °C. Iz tog razloga ne postoje nikakvi potencijalni problemi do kojih bi moglo doći prilikom ugradnje cijevi na niskim temperaturama.

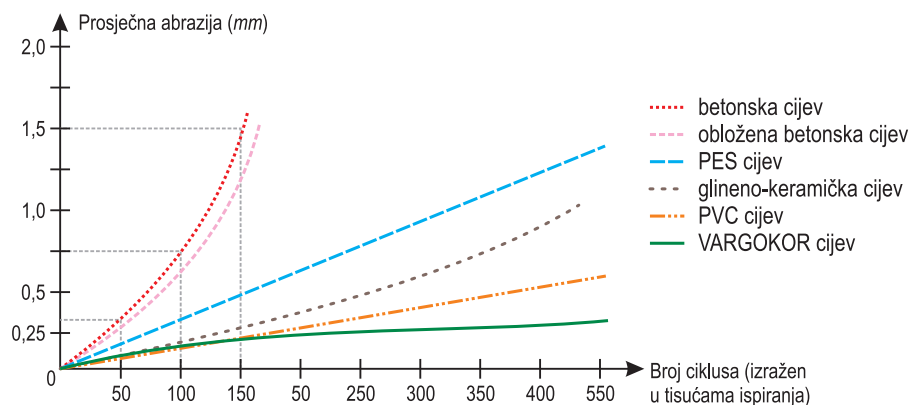
Polietilen od kojeg se rade **vargokor** rebraste cijevi, kao i ostale polietilenske cijevi, ima u sebi aditiv protiv gorivosti, no to ne isključuje mogućnost zapaljenja cijevi u ekstremnim uvjetima. Ako se cijev zapali, ipak ne razvija korodivne plinove ili ostatke nego se kao rezultat njezinog sagorijevanja razvijaju CO, CO2 i voda.

2.3.1. Dilatacija **vargokor** cijevi

Polietilen visoke gustoće ima visoki koeficijent dilatacije (otprilike $2 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) tako da treba izbjegavati izlaganje postavljenih cijevi velikim termičkim razlikama (npr. montiranje cijevi rano ujutro tokom ljetnog razdoblja, dok su temperature relativno niske, a zatim ostavljanje otvorenog rova u podne kad je temperatura najviša). Rebra vanjske stijenke **vargokor** cijevi će smanjiti dilataciju uobičajenu za polietilen, ali svejedno se preporučuje izbjegavanje ekstremnih razlika u temperaturi.

2.4. Otpornost na abraziju

PE-HD, materijal od kojeg su napravljene **vargokor** rebraste cijevi je jedan od najizdržljivijih po pitanju abrazije. Ispitivanja su izvršena po Darmstadt postupku (Slika 2).



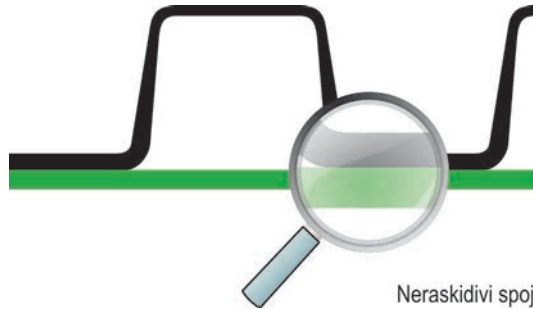
Slika 2. Dijagram unutarnjeg habanja po "Darmstadt postupku".

3. Proizvodnja

Njemačko poduzeće Fränkische je jedan od najvećih proizvođača strojeva za izradu rebrastih cijevi. Vargon d.o.o. je nakon pomnog biranja odabrao njihovu tehnologiju te danas na njihovom stroju proizvodi **vargokor** cijevi.

Same cijevi se proizvode paralelnom ekstruzijom dvije stijenke, gdje unutarnja stijenka ostaje glatka, a vanjska se nabire na korugatoru koji je oblikuje i daje joj njen karakterističan profil (Slika 3 i Slika 5).

Slika 3. Presjek vargokor rebraste cijevi



Unutar samih rebara se nalazi zrak, a na mjestima gdje se dvije stijenke dodiruju, slojevi su neraskidivo povezani u jednu cjelinu, odnosno jednu deblju stijenku.

Nakon izlaska iz korugatora (Slika 4), cijevi se označavaju tintom. Natpis sadrži osnovne podatke o cijevi: logotip poduzeća Vargon, ime marke, odnosno **vargokor**, norma po kojoj je cijev izrađena, promjer, kategorija tvrdoće i datum proizvodnje.

Kada cijev izađe iz korugatora već ima svoj konačan oblik, ali plastika je još uvijek vruća te ju treba rashladiti. Tome služi komora u kojoj se cijevi ravnomjerno hlade vodom koja njihovu temperaturu normalizira. Na izlazu iz kada za hlađenje cijevi se suše zrakom uz pomoć snažnih fenova.

Takve cijevi ulaze u pilu koja ih zatim reže na potrebnu dužinu. Cijevi se uobičajeno režu na dužinu od 6 metara, ali se po potrebi mogu proizvesti cijevi i drugih dužina.

Slika 4. Izlazak cijevi iz korugatora



Slika 5. Koruge

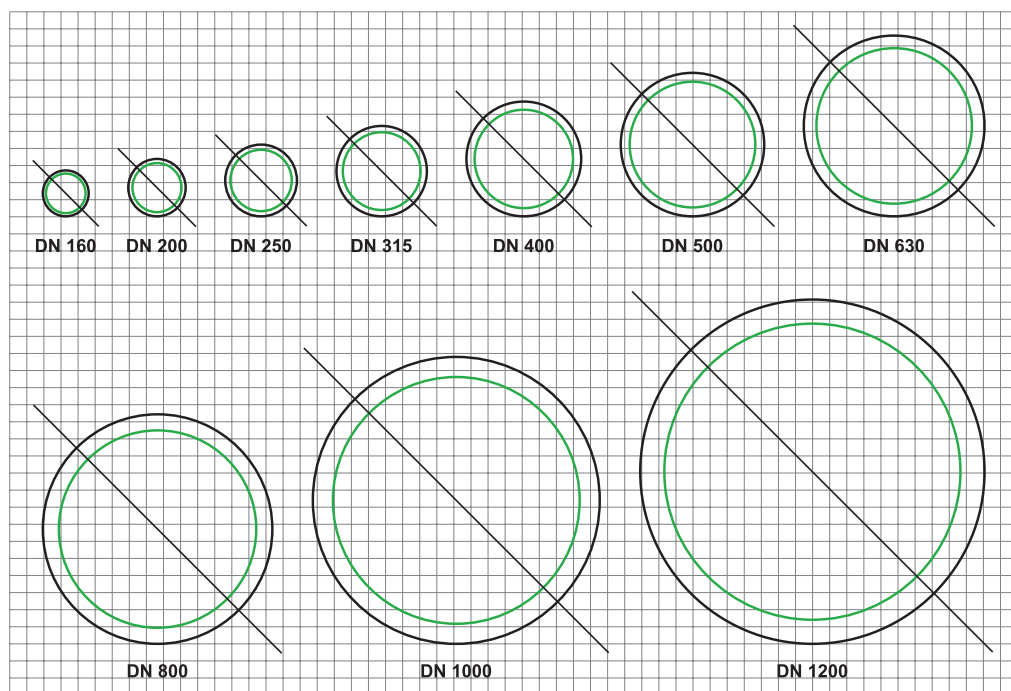
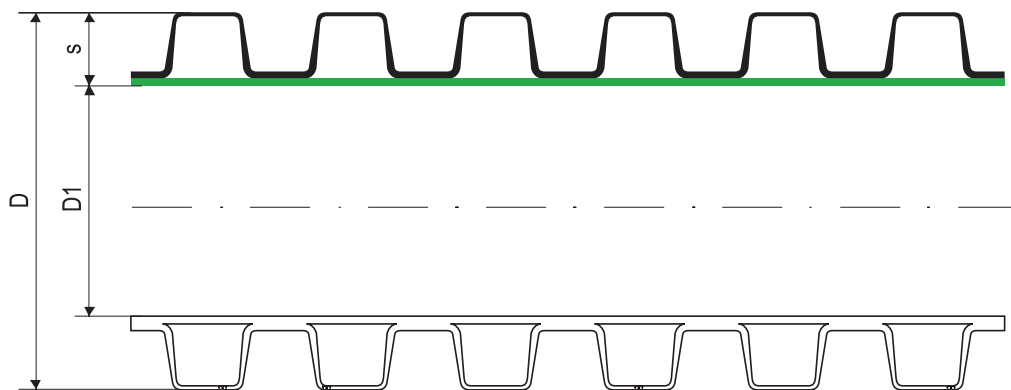


4. Karakteristike *vargokor* cijevi

vargokor cijevi za oborinsku i fekalnu odvodnju izrađuju se na bazi vanjskog promjera u skladu s normom EN 13476-1,3 tip B. Nosivost ovih cijevi iznosi 8kN po m², odnosno klasa SN8. Vanjska rebrasta površina cijevi je crne, a unutarnja glatka površina svjetlo zelene boje.

U Tablici 3 prikazani su podaci o vanjskom i unutarnjem promjeru, debljini stijenki te težini cijevi po metru.

Tablica 3. Promjer, debljina stijenki i težina cijevi



Nazivni promjer	D vanjski promjer (mm)	D1 unutarnji promjer (mm)	s debljina stijenke (mm)	Masa (kg/m)
DN 160	160	138	11,0	1,5
DN 200	200	171	14,5	1,9
DN 250	250	214	18,0	2,9
DN 315	315	271	22,0	4,5
DN 400	400	343	28,5	7,3
DN 500	500	431	34,0	10,7
DN 630	630	542	44,0	17,4
DN 800	800	688	56,0	25,8

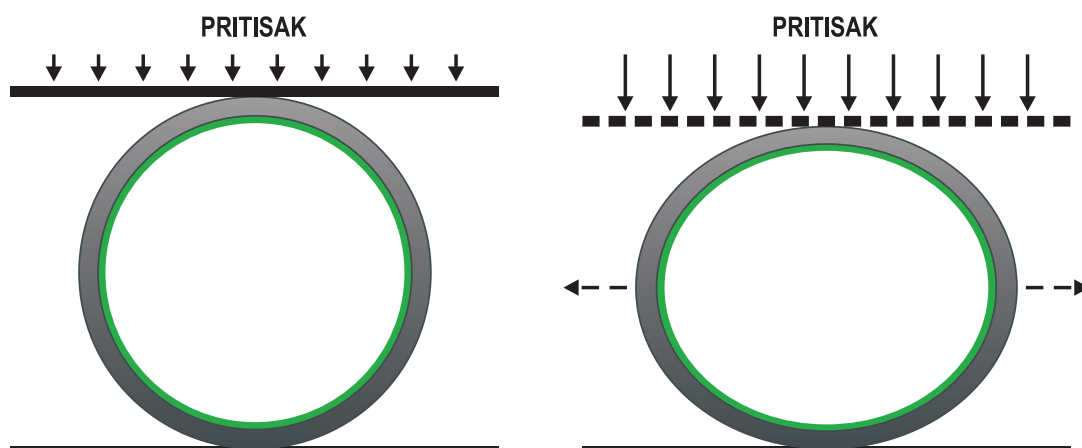
4.1 Norma EN 13476-1,3

Norma EN 13476-1,3 je norma koja govori o plastičnim cijevnim sustavima za netlačnu podzemnu kanalizaciju i odvodnju. U njoj se nalaze specifikacije za cijevi, spojnice i brtve. Normom EN 13476-1,3 definirane su:

- debljine stijenki
- promjeri cijevi
- sva potrebna ispitivanja vezana uz kvalitetu funkcioniranja cijevi i spojnica
- o čemu sve treba voditi računa prilikom proizvodnje da bi cijeli sustav besprijekorno funkcionirao

vargokor rebraste cijevi su izrađene u klasi SN8, odnosno podnose najmanje 8 kN pritiska po metru kvadratnom. Polazišni standard za određivanje tjemene nosivosti (Slika 6) je EN ISO 9969, prema kojemu se definira otpornost na pritisak, odnosno gnječenje cijevi sve do 3%-tne deformacije unutarnjeg promjera cijevi od inicijalne vrijednosti. Vrijednost SN pokazuje tjemenu nosivost cijevi u kN/m².

Slika 6. Test tjemene nosivosti cijevi



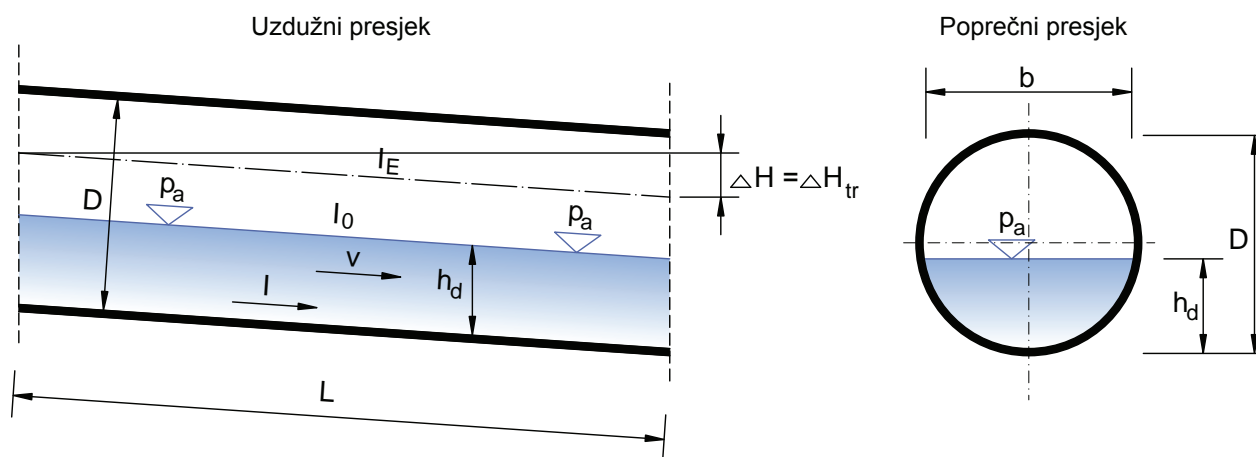
5. Hidraulički proračun

Opće pretpostavke

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 provodi se pod pretpostavkom turbulentno jednolikog režima tečenja po pojedinim dionicama mreže. Takav način tečenja odvija se s:

- konstantnom dubinom vode (h_d)
- istim uzdužnim padovima dna kanala (l), vodnog lica (l_0) i linije energije (hidrauličkim padom) (l_E).



Slika 7. Prikaz jednolikog tečenja u djelomično ispunjenoj okrugloj kanalizacijskoj cijevi.

Osnovne jednadžbe

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

• za brzinu:

$$\frac{v_d}{v_p} = f_1 \left(\frac{h_d}{h_p} \right)$$

• za protok:

$$\frac{Q_d}{Q_p} = f_2 \left(\frac{h_d}{h_p} \right)$$

gdje su:

v_d [m/s], Q_d [m³/s], h_d [m] - brzina, protok i dubina vode kod djelomičnog ispunjenja

v_p [m/s], Q_p [m³/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:

$$\frac{v_d}{v_p} = \left(\frac{R_d}{R_p} \right)^{5/8}$$

• za protok:

$$\frac{Q_d}{Q_p} = \frac{A_d}{A_p} \left(\frac{R_d}{R_p} \right)^{5/8}$$

gdje su:

R_d [m], A_d [m²] - hidraulički radijus i protjecajna površina kod djelomičnog ispunjenja

R_p [m], A_p [m²] - hidraulički radijus i protjecajna površina kod potpunog ispunjenja

Brzina kod potpunog ispunjenja (v_p) dana je izrazom:

$$v_p = -2 \log \left(\frac{2.51\nu}{D\sqrt{2gID}} + \frac{\varepsilon_k}{3.71D} \right) \sqrt{2gID}$$

gdje su:

u [m²/s] - kinematički koeficijent viskoznosti vode
(pri temp. vode od 10 [°C], $u=1.308 \cdot 10^{-6}$ [m²/s])

g [m/s²] - ubrzanje polja sile teže

ε_k [mm] - apsolutna pogonska hrapavost cijevi

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

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

gdje su:

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

L [m] - duljina cijevi

λ [1] - koeficijent otpora trenja

v [m/s] - srednja brzina

Re [1] - Reynoldsov broj, definiran izrazom $Re=vD/u$

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

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon_k / D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

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

$$Q_p = -\log \left(\frac{2.51\nu}{D\sqrt{2gID}} + \frac{\varepsilon_k}{3.71D} \right) \frac{D^2 \pi}{2} \sqrt{2gID}$$

Veličinu pogonske hrapavosti (ε_k) obično se preporuča odabrati sukladno preporukama ATV-A-110E, 10 Standards for the Hydraulic Dimensioning and the Performance Verification of Sewers and Drains (1992) (tablica 1.) ili temeljem vlastitog iskustva, odnosno drugih podataka iz literature.

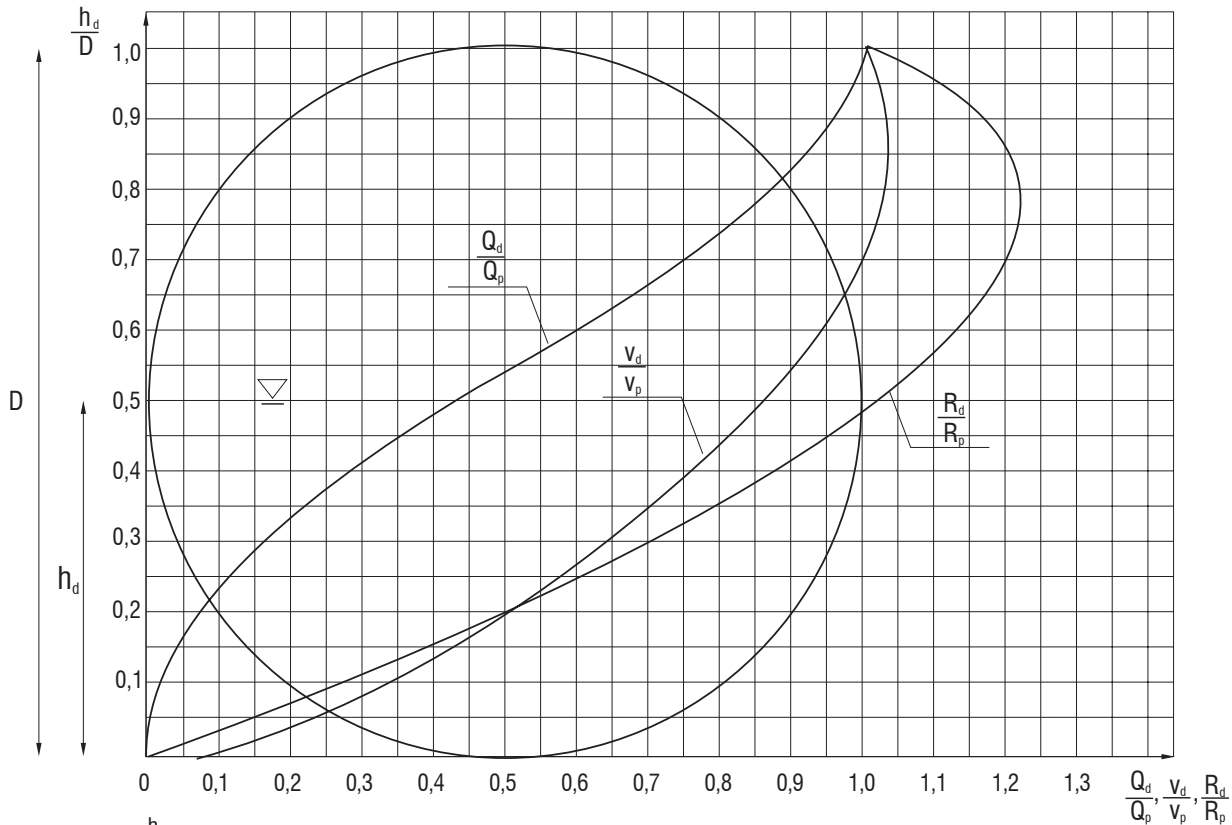
Odabirom vrijednosti pogonske hrapavosti (ε_k), na osnovi prethodnih izraza dobiju se za mjerodavni protok ($Q=Q_d$), projektiranu vrstu kanalizacije i odabrani nazivni promjer kanalizacijske cijevi (DN), karakteristični hidraulički parametri na dionicama:

- s najmanjim (I_{min}) i
- s najvećim uzdužnim padom dna kanala (I_{max}).

Prikazani hidraulički proračun odnosi se na proračun parametara tečenja kod kanalizacije za profile DN ≥ 150 .

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

Vrijednosti pogonske hrapavosti prema ATV-A-110E, 10.



$\frac{h_d}{D}$ - odnos dubine vode kod djelomičnog ispunjenja (h_d) i unutarnjeg promjera cijevi (D)

$\frac{Q_d}{Q_p}$ - odnos protoka pri djelomičnom (Q_d) i potpunom (Q_p) ispunjenju cijevi

$\frac{v_d}{v_p}$ - odnos brzina pri djelomičnom (v_d) i potpunom (v_p) ispunjenju cijevi

$\frac{R_d}{R_p}$ - odnos hidrauličkih radijusa pri djelomičnom (R_d) i potpunom (R_p) ispunjenju cijevi

Dopuštene brzine i ispunjenost cijevi

Kod polaganja kanalizacijskih 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 spriječilo taloženje suspendiranih čestica i začepijivanje cijevi. Obično se minimalna dopuštena brzina (v_{min}) koja osigurava samopročišćavanje cijevi uzima:

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

Brzina tečenja također treba biti i manja od određene maksimalne vrijednosti radi eliminiranja habanja cijevi i spojeva, uzrokovanog djelovanjem suspenzija u otpadnoj vodi. Pri velikim protočnim brzinama oborinske vode su u pravilu dodatno opterećene materijalom koji uzrokuje habanje kanalizacijskih cijevi. Obično je maksimalna dopuštena brzina (v_{max}) u plastičnim kanalizacijskim cijevima:

- $v_{max} = 5.0$ [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 cijevi (h_{dop}) daje se s obzirom na nazivni promjer cijevi (DN) i projektnu vrstu kanalizacije:

- za kanalizaciju kućanskih otpadnih voda
 - $h_{dop} = 0.60 D$, za nazivne promjere $DN \leq 300$
 - $h_{dop} = 0.70 D$, za nazivne promjere $DN = 400$
 - $h_{dop} = 0.75 D$, za nazivne promjere $500 \leq DN \leq 800$
 - $h_{dop} = 0.80 D$, za nazivni promjer $DN > 800$
- za mješovitu i oborinsku kanalizaciju
 - $h_{dop} = D$

Tablica 4.
Hidrauličke tablice 1

Ø mm	0,10 %.		0,11 %.		0,12%.		0,13%.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	1,30	0,09	1,38	0,09	1,44	0,10	1,51	0,10
200/171	2,33	0,10	2,46	0,11	2,58	0,11	2,69	0,12
250/214	4,28	0,12	4,50	0,13	4,72	0,13	4,93	0,14
315/271	8,07	0,14	8,49	0,15	8,90	0,15	9,29	0,16
400/343	15,17	0,16	15,96	0,17	16,72	0,18	17,45	0,19
500/431	29,13	0,19	30,65	0,20	32,10	0,21	33,50	0,22
630/542	51,36	0,22	54,02	0,23	56,56	0,25	59,01	0,26
800/678	93,04	0,26	97,84	0,27	102,43	0,28	106,83	0,30
1000/851	169,81	0,30	178,53	0,31	186,86	0,33	194,86	0,34
1200/1030	281,18	0,34	295,55	0,35	309,29	0,37	322,48	0,39

Ø mm	0,14 %.		0,15 %.		0,16 %.		0,17%.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	1,57	0,11	1,63	0,11	1,69	0,11	1,75	0,12
200/171	2,80	0,12	2,91	0,13	3,02	0,13	3,12	0,14
250/214	5,13	0,14	5,33	0,15	5,52	0,15	5,70	0,16
315/271	9,67	0,17	10,04	0,17	10,39	0,18	10,73	0,19
400/343	18,16	0,20	18,84	0,20	19,50	0,21	20,14	0,22
500/431	34,84	0,23	36,14	0,24	37,39	0,25	38,61	0,26
630/542	61,37	0,27	63,64	0,28	65,84	0,29	67,98	0,29
800/678	111,07	0,31	115,17	0,32	119,14	0,33	122,98	0,34
1000/851	202,56	0,36	210,00	0,37	217,19	0,38	224,17	0,39
1200/1030	335,18	0,40	347,44	0,42	359,30	0,43	370,81	0,45

Ø mm	0,18 %.		0,19 %.		0,20 %.		0,22%.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	1,80	0,12	1,86	0,12	1,91	0,13	2,01	0,13
200/171	3,22	0,14	3,31	0,14	3,40	0,15	3,58	0,16
250/214	5,88	0,16	6,05	0,17	6,22	0,17	6,55	0,18
315/271	11,07	0,19	11,39	0,20	11,71	0,20	12,32	0,21
400/343	20,76	0,22	21,37	0,23	21,95	0,24	23,09	0,25
500/431	39,80	0,26	40,95	0,27	42,07	0,28	44,24	0,29
630/542	70,05	0,30	72,07	0,31	74,04	0,32	77,83	0,34
800/678	126,72	0,35	130,35	0,36	133,89	0,37	140,72	0,39
1000/851	230,95	0,41	237,54	0,42	243,97	0,43	256,36	0,45
1200/1030	381,98	0,46	392,85	0,47	403,44	0,48	423,87	0,51

Ø mm	0,24 %.		0,26 %.		0,28 %.		0,30%.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	2,11	0,14	2,20	0,15	2,29	0,15	2,38	0,16
200/171	3,76	0,16	3,92	0,17	4,08	0,18	4,24	0,18
250/214	6,86	0,19	7,16	0,20	7,45	0,21	7,73	0,21
315/271	12,90	0,22	13,46	0,23	14,00	0,24	14,52	0,25
400/343	24,18	0,26	25,22	0,27	26,23	0,28	27,20	0,29
500/431	46,31	0,31	48,30	0,32	50,22	0,33	52,07	0,35
630/542	81,46	0,35	84,94	0,37	88,30	0,38	91,53	0,40
800/678	147,25	0,41	153,52	0,43	159,56	0,44	165,38	0,46
1000/851	268,21	0,47	279,58	0,49	290,52	0,51	301,09	0,53
1200/1030	443,39	0,53	462,13	0,55	480,16	0,58	497,57	0,60

Ø mm	0,32%		0,34%		0,36%		0,38%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	2,46	0,16	2,54	0,17	2,62	0,18	2,70	0,18
200/171	4,38	0,19	4,53	0,20	4,67	0,20	4,81	0,21
250/214	8,00	0,22	8,26	0,23	8,52	0,24	8,76	0,24
315/271	15,03	0,26	15,52	0,27	15,99	0,28	16,46	0,29
400/343	28,14	0,30	29,05	0,31	29,94	0,32	30,80	0,33
500/431	53,85	0,36	55,59	0,37	57,28	0,38	58,92	0,39
630/542	94,67	0,41	97,71	0,42	100,66	0,44	103,53	0,45
800/678	171,02	0,47	176,48	0,49	181,79	0,50	186,96	0,52
1000/851	311,31	0,55	321,22	0,57	330,84	0,58	340,21	0,60
1200/1030	514,41	0,62	530,73	0,64	546,59	0,66	562,01	0,67

Ø mm	0,40%		0,42%		0,44%		0,46%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	2,78	0,19	2,85	0,19	2,92	0,20	2,99	0,20
200/171	4,94	0,22	5,07	0,22	5,20	0,23	5,32	0,32
250/214	9,01	0,25	9,24	0,26	9,47	0,26	9,70	0,27
315/271	16,91	0,29	17,35	0,30	17,78	0,31	18,20	0,32
400/343	31,64	0,34	32,46	0,35	33,26	0,36	34,05	0,37
500/431	60,52	0,40	62,07	0,41	63,60	0,42	65,09	0,43
630/542	106,32	0,46	109,05	0,47	111,72	0,48	114,32	0,50
800/678	191,99	0,53	196,89	0,55	201,69	0,56	206,38	0,57
1000/851	349,33	0,61	358,23	0,63	366,92	0,65	375,42	0,66
1200/1030	577,04	0,69	591,70	0,71	606,01	0,73	620,01	0,74

Ø mm	0,48%		0,50%		0,52%		0,54%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	3,06	0,20	3,13	0,21	3,20	0,21	3,26	0,22
200/171	5,44	0,24	5,56	0,24	5,68	0,25	5,80	0,25
250/214	9,92	0,28	10,13	0,28	10,35	0,29	10,55	0,29
315/271	18,61	0,32	19,02	0,33	19,41	0,34	19,80	0,34
400/343	34,81	0,38	35,56	0,39	36,30	0,39	37,02	0,40
500/431	66,55	0,44	67,97	0,45	69,37	0,46	70,75	0,47
630/542	116,87	0,51	119,37	0,52	121,82	0,53	124,23	0,54
800/678	210,96	0,58	215,46	0,60	219,86	0,61	224,18	0,62
1000/851	383,73	0,67	391,88	0,69	399,86	0,70	407,69	0,72
1200/1030	633,70	0,76	647,12	0,78	660,27	0,79	673,17	0,81

Ø mm	0,56%		0,58%		0,60%		0,64%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	3,33	0,22	3,39	0,23	3,45	0,23	3,57	0,24
200/171	5,91	0,26	6,02	0,26	6,13	0,27	6,34	0,28
250/214	10,76	0,30	10,96	0,30	11,16	0,31	11,54	0,32
315/271	20,18	0,35	20,55	0,36	20,92	0,36	21,64	0,38
400/343	37,73	0,41	38,43	0,42	39,11	0,42	40,45	0,44
500/431	72,10	0,48	73,42	0,49	74,72	0,50	77,27	0,51
630/542	126,59	0,55	128,90	0,56	131,18	0,57	135,63	0,59
800/678	228,43	0,63	232,59	0,64	236,69	0,66	244,69	0,68
1000/851	415,38	0,73	422,94	0,74	430,37	0,76	444,86	0,78
1200/1030	685,84	0,82	698,29	0,84	710,52	0,85	734,39	0,88

Ø mm	0,68%		0,72%		0,76%		0,80%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	3,69	0,25	3,80	0,25	3,91	0,26	4,02	0,27
200/171	6,55	0,29	6,75	0,29	6,94	0,30	7,13	0,31
250/214	11,92	0,33	12,28	0,34	12,63	0,35	12,98	0,36
315/271	22,34	0,39	23,02	0,40	23,68	0,41	24,32	0,42
400/343	41,75	0,45	43,01	0,47	44,23	0,48	45,42	0,49
500/431	79,73	0,53	82,13	0,55	84,46	0,56	86,73	0,58
630/542	139,94	0,61	144,13	0,63	148,21	0,64	152,17	0,66
800/678	252,44	0,70	259,97	0,72	267,29	0,74	274,43	0,76
1000/851	458,91	0,81	472,56	0,83	485,83	0,85	498,76	0,88
1200/1030	757,53	0,91	780,00	0,94	801,85	0,96	823,15	0,99

Ø mm	0,84%		0,88%		0,92%		0,96%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	4,12	0,28	4,23	0,28	4,33	0,29	4,43	0,30
200/171	7,32	0,32	7,50	0,33	7,68	0,33	7,85	0,34
250/214	13,31	0,37	13,64	0,38	13,96	0,39	14,28	0,40
315/271	24,94	0,43	25,56	0,44	26,15	0,45	26,74	0,46
400/343	46,59	0,50	47,73	0,52	48,84	0,53	49,93	0,54
500/431	88,94	0,59	91,10	0,60	93,22	0,62	95,29	0,63
630/542	156,05	0,68	159,83	0,69	163,52	0,71	167,14	0,72
800/678	281,39	0,78	288,19	0,80	294,83	0,82	301,33	0,84
1000/851	511,37	0,90	523,69	0,92	535,73	0,94	547,51	0,96
1200/1030	843,91	1,01	864,20	1,04	884,02	1,06	903,42	1,08

Ø mm	1,00%		1,04%		1,08%		1,12%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	4,52	0,30	4,62	0,31	4,71	0,32	4,80	0,32
200/171	8,02	0,35	8,19	0,36	8,35	0,36	8,51	0,37
250/214	14,58	0,41	14,89	0,41	15,18	0,42	15,47	0,43
315/271	27,31	0,47	27,87	0,48	28,43	0,49	28,97	0,50
400/343	50,99	0,55	52,04	0,56	53,06	0,57	54,07	0,59
500/431	97,31	0,65	99,30	0,66	101,25	0,67	103,16	0,69
630/542	170,69	0,74	174,16	0,76	177,57	0,77	180,91	0,78
800/678	307,70	0,85	313,95	0,87	320,07	0,89	326,09	0,90
1000/851	599,05	0,98	570,37	1,00	581,46	1,02	592,36	1,04
1200/1030	922,43	1,11	941,06	1,13	959,33	1,15	977,27	1,17

Ø mm	1,16%		1,20%		1,25%		1,30%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	4,89	0,33	4,98	0,33	5,09	0,34	5,19	0,35
200/171	8,67	0,38	8,83	0,38	9,02	0,39	9,20	0,40
250/214	15,76	0,44	16,04	0,45	16,38	0,46	16,74	0,47
315/271	29,50	0,51	30,02	0,52	30,67	0,53	31,29	0,54
400/343	55,06	0,60	56,03	0,61	57,23	0,62	58,40	0,63
500/431	105,04	0,70	106,89	0,71	109,16	0,72	111,38	0,74
630/542	184,20	0,80	187,43	0,81	191,40	0,83	195,28	0,85
800/678	331,99	0,92	337,80	0,94	344,92	0,96	351,91	0,98
1000/851	603,06	1,06	613,58	1,08	626,49	1,10	639,15	1,12
1200/1030	994,89	1,19	1012,22	1,22	1033,47	1,24	1054,30	1,27

Ø mm	1,35%		1,40%		1,45%		1,50%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	5,30	0,35	5,40	0,36	5,50	0,37	5,60	0,37
200/171	9,39	0,41	9,57	0,42	9,74	0,42	9,92	0,43
250/214	17,05	0,47	17,38	0,48	17,70	0,49	18,01	0,50
315/271	31,91	0,55	32,52	0,56	33,11	0,57	33,70	0,58
400/343	59,54	0,64	60,67	0,66	61,78	0,67	62,86	0,68
500/431	113,56	0,75	115,70	0,77	117,81	0,78	119,87	0,80
630/542	199,09	0,86	202,84	0,88	206,51	0,90	210,13	0,91
800/678	358,76	0,99	365,49	1,01	372,10	1,03	378,59	1,05
1000/851	651,56	1,15	663,75	1,17	675,72	1,19	687,48	1,21
1200/1030	1074,74	1,29	1094,81	1,31	1114,52	1,34	1133,89	1,36

Ø mm	1,55 %		1,60 %		1,65 %		1,70 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	5,69	0,38	5,79	0,39	5,88	0,39	5,98	0,40
200/171	10,09	0,44	10,26	0,45	10,42	0,45	10,58	0,46
250/214	18,32	0,51	18,62	0,52	18,92	0,53	19,22	0,53
315/271	34,28	0,59	34,84	0,60	35,40	0,61	35,95	0,62
400/343	63,94	0,69	64,99	0,70	66,03	0,71	67,05	0,73
500/431	121,91	0,81	123,91	0,82	125,88	0,84	127,82	0,85
630/542	213,68	0,93	217,18	0,94	220,63	0,96	224,02	0,97
800/678	384,98	1,07	391,27	1,08	397,45	1,10	403,55	1,12
1000/851	699,06	1,23	710,45	1,25	721,66	1,27	732,70	1,29
1200/1030	1152,94	1,38	1171,69	1,41	1190,15	1,43	1208,33	1,45

Ø mm	1,75 %		1,80 %		1,85 %		1,90 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	6,07	0,41	6,16	0,41	6,25	0,42	6,33	0,42
200/171	10,75	0,47	10,90	0,48	11,06	0,48	11,22	0,49
250/214	19,51	0,54	19,80	0,55	20,08	0,56	20,36	0,57
315/271	36,49	0,63	37,03	0,64	37,55	0,65	38,07	0,66
400/343	68,05	0,74	69,05	0,75	70,02	0,76	70,99	0,77
500/431	129,73	0,86	131,62	0,87	133,48	0,89	135,31	0,90
630/542	227,36	0,99	230,66	1,00	233,91	1,01	237,12	1,03
800/678	409,56	1,13	415,48	1,15	421,32	1,17	427,09	1,18
1000/851	743,59	1,31	754,31	1,33	764,90	1,35	775,34	1,36
1200/1030	1226,25	1,47	1243,92	1,49	1261,34	1,51	1278,52	1,54

Ø mm	1,95 %		2,00 %		2,05 %		2,10 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	6,42	0,43	6,51	0,44	6,59	0,44	6,67	0,45
200/171	11,37	0,50	11,52	0,50	11,67	0,51	11,81	0,51
250/214	20,63	0,57	20,91	0,58	21,17	0,59	21,44	0,60
315/271	38,59	0,67	39,09	0,68	39,59	0,69	40,09	0,70
400/343	71,94	0,78	72,88	0,79	73,81	0,80	74,73	0,81
500/431	137,12	0,91	138,91	0,92	140,68	0,93	142,42	0,95
630/542	240,28	1,04	243,41	1,06	246,49	1,07	249,54	1,08
800/678	432,77	1,20	438,39	1,21	443,94	1,23	449,41	1,25
1000/851	785,64	1,38	795,81	1,40	805,86	1,42	815,78	1,43
1200/1030	1295,49	1,56	1312,24	1,58	1328,78	1,60	1345,11	1,62

Ø mm	2,15 %.		2,20 %.		2,25 %.		2,30 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
2,15 %.	2,20 %.	2,25 %.	2,30 %.	0,44	6,59	0,44	6,67	0,45
200/171	11,37	0,50	11,52	0,50	11,67	0,51	11,81	0,51
250/214	20,63	0,57	20,91	0,58	21,17	0,59	21,44	0,60
315/271	38,59	0,67	39,09	0,68	39,59	0,69	40,09	0,70
400/343	71,94	0,78	72,88	0,79	73,81	0,80	74,73	0,81
500/431	137,12	0,91	138,91	0,92	140,68	0,93	142,42	0,95
630/542	240,28	1,04	243,41	1,06	246,49	1,07	249,54	1,08
800/678	432,77	1,20	438,39	1,21	443,94	1,23	449,41	1,25
1000/851	785,64	1,38	795,81	1,40	805,86	1,42	815,78	1,43
1200/1030	1295,49	1,56	1312,24	1,58	1328,78	1,60	1345,11	1,62

Ø mm	2,35%.		2,40 %.		2,45 %.		2,50 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	7,08	0,47	7,15	0,48	7,23	0,48	7,31	0,49
200/171	12,52	0,55	12,66	0,55	12,80	0,56	12,93	0,56
250/214	22,72	0,63	22,97	0,64	23,22	0,65	23,46	0,65
315/271	42,47	0,74	42,94	0,74	43,39	0,75	43,85	0,76
400/343	79,17	0,86	80,03	0,87	80,88	0,88	81,72	0,88
500/431	150,85	1,00	152,48	1,01	154,10	1,02	155,69	1,03
630/542	264,27	1,15	267,12	1,16	269,95	1,17	272,74	1,18
800/678	475,88	1,32	481,01	1,33	486,07	1,35	491,09	1,36
1000/851	863,73	1,52	873,01	1,54	882,19	1,55	891,28	1,57
1200/1030	1424,05	1,71	1439,32	1,73	1454,44	1,75	1469,40	1,76

Ø mm	2,55%.		2,60 %.		2,65 %.		2,70 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	7,38	0,49	7,46	0,50	7,53	0,50	7,60	0,51
200/171	13,06	0,57	13,20	0,57	13,33	0,58	13,46	0,59
250/214	23,70	0,66	23,94	0,67	24,17	0,67	24,41	0,68
315/271	44,30	0,77	44,74	0,78	45,18	0,78	45,61	0,79
400/343	82,55	0,89	83,38	0,90	84,19	0,91	85,00	0,92
500/431	157,28	1,04	158,84	1,05	160,39	1,07	161,93	1,08
630/542	275,50	1,19	278,24	1,21	280,95	1,22	283,64	1,23
800/678	496,06	1,37	500,98	1,39	505,85	1,40	510,68	1,42
1000/851	900,28	1,58	909,19	1,60	918,02	1,61	926,76	1,63
1200/1030	1484,22	1,78	1498,89	1,80	1513,42	1,82	1527,81	1,83

Ø mm	2,95%.		3,00 %.		3,10%.		3,20 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	7,96	0,53	8,03	0,54	8,17	0,55	8,30	0,56
200/171	14,09	0,61	14,21	0,62	14,45	0,63	14,69	0,64
250/214	25,55	0,71	25,77	0,72	26,21	0,73	26,64	0,74
315/271	47,74	0,83	48,15	0,84	48,96	0,85	49,77	0,86
400/343	88,94	0,96	89,71	0,97	91,23	0,99	92,72	1,00
500/431	169,41	1,12	170,87	1,13	173,75	1,15	176,59	1,17
630/542	296,72	1,29	299,26	1,30	304,30	1,32	309,25	1,34
800/678	534,17	1,48	538,75	1,49	547,79	1,52	556,69	1,54
1000/851	969,32	1,71	977,61	1,72	993,99	1,75	1010,10	1,78
1200/1030	1597,86	1,92	1611,51	1,94	1638,47	1,97	1665,01	2,00

Ø mm	3,30 %.		3,40 %.		3,50 %.		3,60 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	8,44	0,56	8,57	0,57	8,70	0,58	8,83	0,59
200/171	14,93	0,65	15,16	0,66	15,39	0,67	15,61	0,68
250/214	27,06	0,75	27,48	0,76	27,89	0,78	28,30	0,79
315/271	50,56	0,88	51,34	0,89	52,11	0,90	52,86	0,92
400/343	94,19	1,02	95,63	1,04	97,06	1,05	98,47	1,07
500/431	179,38	1,19	182,12	1,21	184,83	1,23	187,50	1,25
630/542	314,13	1,36	318,93	1,38	323,66	1,40	328,33	1,42
800/678	565,45	1,57	574,08	1,59	582,59	1,61	590,97	1,64
1000/851	1025,97	1,80	1041,60	1,83	1057,00	1,86	1072,19	1,89
1200/1030	1691,13	2,03	1716,86	2,06	1742,21	2,09	1767,20	2,12

Ø mm	3,70 %.		3,80 %.		3,90 %.		4,00 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	8,95	0,60	9,08	0,61	9,20	0,62	9,32	0,62
200/171	15,83	0,69	16,05	0,70	16,27	0,71	16,48	0,72
250/214	28,70	0,80	29,10	0,81	29,49	0,82	29,87	0,83
315/271	53,61	0,93	54,35	0,94	55,07	0,96	55,79	0,97
400/343	99,85	1,08	101,22	1,10	102,57	1,11	103,90	1,13
500/431	190,14	1,26	192,73	1,28	195,30	1,30	197,83	1,31
630/542	332,93	1,44	337,47	1,46	341,95	1,48	346,38	1,50
800/678	599,24	1,66	607,39	1,68	615,44	1,71	623,39	1,73
1000/851	1087,16	1,91	1101,93	1,94	1116,52	1,96	1130,91	1,99
1200/1030	1791,85	2,15	1816,17	2,18	1840,18	2,21	1863,87	2,24

Ø mm	4,10 %.		4,20 %.		4,30 %.		4,40 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	9,44	0,63	9,56	0,64	9,68	0,65	9,79	0,65
200/171	16,69	0,73	16,90	0,74	17,10	0,75	17,31	0,75
250/214	30,25	0,84	30,63	0,85	31,00	0,86	31,37	0,87
315/271	56,50	0,98	57,20	0,99	57,89	1,00	58,57	1,02
400/343	105,22	1,14	106,52	1,15	107,80	1,17	109,08	1,18
500/431	200,33	1,33	202,80	1,35	205,24	1,36	207,65	1,38
630/542	350,75	1,52	355,06	1,54	359,33	1,56	363,54	1,58
800/678	631,24	1,75	638,99	1,77	646,66	1,79	654,23	1,81
1000/851	1145,13	2,01	1159,17	2,04	1173,05	2,06	1186,77	2,09
1200/1030	1887,27	2,27	1910,39	2,29	1933,24	2,32	1955,82	2,35

Ø mm	4,50 %.		4,60 %.		4,70 %.		4,80 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	9,90	0,66	10,02	0,67	10,13	0,68	10,24	0,68
200/171	17,51	0,76	17,71	0,77	17,90	0,78	18,10	0,79
250/214	31,73	0,88	32,09	0,89	32,45	0,90	32,80	0,91
315/271	59,25	1,03	59,92	1,04	60,58	1,05	61,24	1,06
400/343	110,33	1,19	111,57	1,21	112,80	1,22	114,02	1,23
500/431	210,04	1,39	212,40	1,41	214,73	1,43	217,04	1,44
630/542	367,71	1,59	371,83	1,61	375,91	1,63	379,95	1,65
800/678	661,72	1,83	669,13	1,85	676,45	1,87	683,70	1,89
1000/851	1200,33	2,11	1213,74	2,14	1227,01	2,16	1240,14	2,18
1200/1030	1978,15	2,38	2000,23	2,40	2022,07	2,43	2043,68	2,45

Ø mm	4,90%		5,00 %		5,10%		5,20 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	10,35	0,69	10,46	0,70	10,56	0,71	10,67	0,71
200/171	18,29	0,80	18,48	0,81	18,67	0,81	18,86	0,82
250/214	33,15	0,92	33,49	0,93	33,83	0,94	34,17	0,95
315/271	61,88	1,07	62,53	1,08	63,16	1,10	63,79	1,11
400/343	115,22	1,25	116,41	1,26	117,59	1,27	118,76	1,29
500/431	219,33	1,46	221,59	1,47	223,83	1,49	226,05	1,50
630/542	383,94	1,66	387,89	1,68	391,81	1,70	395,68	1,72
800/678	690,87	1,91	697,98	1,93	705,01	1,95	711,97	1,97
1000/851	1253,13	2,20	1266,00	2,23	1278,73	2,25	1291,34	2,27
1200/1030	2065,07	2,48	2086,24	2,51	2107,20	2,53	2127,95	2,56

Ø mm	5,30%		5,40 %		5,50 %		5,60 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	10,78	0,72	10,88	0,73	10,98	0,73	11,09	0,74
200/171	19,04	0,83	19,23	0,84	19,41	0,85	19,59	0,85
250/214	34,50	0,96	34,84	0,97	35,16	0,98	35,49	0,99
315/271	64,41	1,12	65,03	1,13	65,64	1,14	66,25	1,15
400/343	119,92	1,30	121,06	1,31	122,20	1,32	123,32	1,34
500/431	228,24	1,52	230,42	1,53	232,57	1,54	234,71	1,56
630/542	399,52	1,73	403,32	1,75	407,09	1,77	410,82	1,78
800/678	718,86	1,99	725,69	2,01	732,46	2,03	739,17	2,05
1000/851	1303,82	2,29	1316,20	2,32	1328,45	2,34	1340,60	2,36
1200/1030	2148,51	2,58	2168,87	2,60	2189,05	2,63	2209,04	2,65

Ø mm	5,70%		5,80 %		5,90 %		6,00 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	11,19	0,75	11,29	0,76	11,39	0,76	11,49	0,77
200/171	19,77	0,86	19,94	0,87	20,12	0,88	20,29	0,88
250/214	35,81	1,00	36,13	1,01	36,45	1,01	36,76	1,02
315/271	66,85	1,16	67,44	1,17	68,03	1,18	68,62	1,19
400/343	124,44	1,35	125,54	1,36	126,64	1,37	127,72	1,38
500/431	236,83	1,57	238,93	1,59	241,01	1,60	243,07	1,61
630/542	414,52	1,80	418,19	1,81	421,83	1,83	425,43	1,84
800/678	745,81	2,07	752,40	2,09	758,94	2,10	765,41	2,12
1000/851	1352,64	2,38	1364,57	2,40	1376,40	2,42	1388,13	2,44
1200/1030	2228,86	2,68	2248,50	2,70	2267,98	2,72	2287,29	2,75

Ø mm	6,20%		6,40 %		6,60 %		6,80 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	11,68	0,78	11,87	0,79	12,06	0,81	12,25	0,82
200/171	20,64	0,90	20,98	0,91	21,31	0,93	21,64	0,94
250/214	37,38	1,04	37,99	1,06	38,60	1,07	39,19	1,09
315/271	69,77	1,21	70,91	1,23	72,03	1,25	73,13	1,27
400/343	129,87	1,41	131,98	1,43	134,06	1,45	136,11	1,47
500/431	247,15	1,64	251,16	1,67	255,11	1,69	259,00	1,72
630/542	432,56	1,88	439,56	1,91	446,46	1,94	453,26	1,97
800/678	778,21	2,16	790,80	2,19	803,19	2,23	815,40	2,26
1000/851	1411,31	2,48	1434,11	2,52	1456,56	2,56	1478,67	2,60
1200/1030	2325,43	2,79	2362,97	2,84	2399,92	2,88	2436,32	2,93

Ø mm	7,00%		7,20%		7,40%		7,60%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	12,43	0,83	12,61	0,84	12,79	0,86	12,97	0,87
200/171	21,96	0,96	22,28	0,97	22,59	0,98	22,90	1,00
250/214	39,77	1,11	40,35	1,12	40,92	1,14	41,48	1,15
315/271	74,22	1,29	75,29	1,31	76,35	1,32	77,39	1,34
400/343	138,13	1,50	140,12	1,52	142,08	1,54	144,02	1,56
500/431	262,83	1,75	266,61	1,77	270,34	1,80	274,01	1,82
630/542	459,96	1,99	466,56	2,02	473,07	2,05	479,50	2,08
800/678	827,43	2,29	839,30	2,33	850,99	2,36	862,53	2,39
1000/851	1500,46	2,64	1521,94	2,68	1543,12	2,71	1564,02	2,75
1200/1030	2472,18	2,97	2507,54	3,01	2542,41	3,05	2576,81	3,09

Ø mm	7,80%		8,00%		8,20%		8,40%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	13,14	0,88	13,31	0,89	13,48	0,90	13,65	0,91
200/171	23,21	1,01	23,51	1,02	23,81	1,04	24,11	1,05
250/214	42,03	1,17	42,57	1,18	43,11	1,20	43,65	1,21
315/271	78,42	1,36	79,44	1,38	80,44	1,40	81,43	1,41
400/343	145,93	1,58	147,82	1,60	149,68	1,62	151,52	1,64
500/431	277,64	1,84	281,22	1,87	284,76	1,89	288,26	1,91
630/542	485,84	2,11	492,10	2,13	498,28	2,16	504,39	2,19
800/678	873,92	2,42	885,17	2,45	896,27	2,48	907,24	2,51
1000/851	1584,65	2,79	1605,02	2,82	1625,13	2,86	1645,00	2,89
1200/1030	2610,77	3,13	2644,29	3,18	2677,39	3,21	2710,09	3,25

Ø mm	8,60%		8,80%		9,00%		9,20%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	13,82	0,92	13,98	0,94	14,14	0,95	14,30	0,96
200/171	24,40	1,06	24,69	1,08	24,97	1,09	25,25	1,10
250/214	44,17	1,23	44,69	1,24	45,21	1,26	45,72	1,27
315/271	82,41	1,43	83,38	1,45	84,34	1,46	85,28	1,48
400/343	153,34	1,66	155,14	1,68	156,91	1,70	158,67	1,72
500/431	291,71	1,94	295,12	1,96	298,50	1,98	301,84	2,00
630/542	510,42	2,21	516,39	2,24	522,28	2,26	528,12	2,29
800/678	918,08	2,54	928,80	2,57	939,39	2,60	949,87	2,63
1000/851	1664,63	2,93	1684,03	2,96	1703,22	3,00	1722,20	3,03
1200/1030	2742,41	3,29	2774,35	3,33	2805,93	3,37	2837,17	3,41

Ø mm	9,40%		9,60%		9,80%		10,00%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	14,46	0,97	14,62	0,98	14,77	0,99	14,92	1,00
200/171	25,53	1,11	25,81	1,12	26,08	1,14	26,35	1,15
250/214	46,22	1,29	46,72	1,30	47,21	1,31	47,70	1,33
315/271	86,22	1,50	87,14	1,51	88,06	1,53	88,97	1,54
400/343	160,41	1,74	162,13	1,76	163,83	1,77	165,52	1,79
500/431	305,14	2,03	308,41	2,05	311,64	2,07	314,84	2,09
630/542	533,89	2,32	539,60	2,34	545,24	2,36	550,84	2,39
800/678	960,23	2,66	970,49	2,69	980,64	2,72	990,68	2,75
1000/851	1740,97	3,06	1759,54	3,10	1777,92	3,13	1796,11	3,16
1200/1030	2868,06	3,44	2898,63	3,48	2928,89	3,52	2958,83	3,55

Ø mm	10,25 %		10,50 %		10,75 %		11,00 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	15,11	1,01	15,30	1,02	15,49	1,04	15,67	1,05
200/171	26,68	1,16	27,01	1,18	27,34	1,19	27,66	1,21
250/214	48,30	1,34	48,90	1,36	49,48	1,38	50,07	1,39
315/271	90,09	1,56	91,20	1,58	92,30	1,60	93,38	1,62
400/343	167,60	1,81	169,66	1,84	171,70	1,86	173,71	1,88
500/431	318,80	2,12	322,71	2,14	326,57	2,17	330,39	2,19
630/542	557,75	2,42	564,58	2,45	571,33	2,48	578,00	2,51
800/678	1003,10	2,78	1015,37	2,81	1027,49	2,85	1039,47	2,88
1000/851	1818,60	3,20	1840,81	3,24	1862,76	3,28	1884,46	3,31
1200/1030	2995,84	3,60	3032,41	3,64	3068,54	3,68	3104,26	3,73

Ø mm	11,25%°		11,50 %		11,75 %		12,00 %α	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	15,85	1,06	16,03	1,07	16,20	1,08	16,38	1,10
200/171	27,98	1,22	28,29	1,23	28,61	1,25	28,91	1,26
250/214	50,64	1,41	51,21	1,42	51,77	1,44	52,33	1,46
315/271	94,45	1,64	95,51	1,66	96,55	1,67	97,59	1,69
400/343	175,69	1,90	177,66	1,92	179,60	1,94	181,53	1,97
500/431	334,16	2,22	337,89	2,24	341,58	2,27	345,24	2,29
630/542	584,59	2,54	591,11	2,56	597,56	2,59	603,95	2,62
800/678	1051,31	2,91	1063,03	2,95	1074,62	2,98	1086,08	3,01
1000/851	1905,91	3,35	1927,13	3,39	1948,12	3,43	1968,88	3,46
1200/1030	3139,57	3,77	3174,49	3,81	3209,04	3,85	3243,21	3,89

Ø mm	12,25 %		12,50 %		12,75 %		13,00 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	16,55	1,11	16,72	1,12	16,89	1,13	17,06	1,14
200/171	29,22	1,27	29,52	1,29	29,82	1,30	30,12	1,31
250/214	52,88	1,47	53,43	1,49	53,97	1,50	54,50	1,52
315/271	98,62	1,71	99,63	1,73	100,64	1,75	101,63	1,76
400/343	183,43	1,99	185,32	2,01	187,18	2,03	189,03	2,05
500/431	348,85	2,32	352,43	2,34	355,98	2,36	359,48	2,39
630/542	610,26	2,65	616,52	2,67	622,71	2,70	628,84	2,73
800/678	1097,43	3,04	1108,66	3,07	1119,78	3,10	1130,79	3,13
1000/851	1989,43	3,50	2009,77	3,54	2029,91	3,57	2049,85	3,61
1200/1030	3277,04	3,93	3310,52	3,98	3343,67	4,01	3376,49	4,05

Ø mm	13,25 %		13,50 %		13,75 %		14,00 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	17,23	1,15	17,39	1,16	17,56	1,17	17,72	1,19
200/171	30,41	1,32	30,70	1,34	30,99	1,35	31,27	1,36
250/214	55,03	1,53	55,55	1,55	56,07	1,56	56,59	1,57
315/271	102,62	1,78	103,59	1,80	104,56	1,81	105,52	1,83
400/343	190,86	2,07	192,67	2,09	194,47	2,11	196,25	2,12
500/431	362,96	2,41	366,40	2,43	369,81	2,46	373,19	2,48
630/542	634,91	2,75	640,92	2,78	646,88	2,81	652,79	2,83
800/678	1141,70	3,16	1152,51	3,19	1163,21	3,22	1173,82	3,25
1000/851	2069,60	3,64	2089,17	3,67	2108,56	3,71	2127,77	3,74
1200/1030	3409,00	4,09	3441,21	4,13	3473,12	4,17	3504,74	4,21

Ø mm	14,25%		14,50 %		15,00%		15,50%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	17,88	1,20	18,04	1,21	18,35	1,23	18,66	1,25
200/171	31,56	1,37	31,84	1,39	32,39	1,41	32,93	1,43
250/214	57,10	1,59	57,61	1,60	58,60	1,63	59,59	1,66
315/271	106,47	1,85	107,41	1,86	109,27	1,90	111,10	1,93
400/343	198,01	2,14	199,76	2,16	203,22	2,20	206,61	2,24
500/431	376,54	2,50	379,86	2,52	386,42	2,57	392,87	2,61
630/542	658,64	2,86	664,44	2,88	675,90	2,93	687,17	2,98
800/678	1184,33	3,28	1194,75	3,31	1215,33	3,37	1235,57	3,42
1000/851	2146,81	3,78	2165,68	3,81	2202,95	3,88	2239,60	3,94
1200/1030	3536,08	4,25	3567,14	4,28	3628,48	4,36	3688,81	4,43

Ø mm	16,00%		16,50%		17,00%		17,50%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	18,97	1,27	19,27	1,29	19,56	1,31	19,85	1,33
200/171	33,47	1,46	34,00	1,48	34,52	1,50	35,03	1,53
250/214	60,55	1,68	61,51	1,71	62,44	1,74	63,37	1,76
315/271	112,90	1,96	114,67	1,99	116,42	2,02	118,14	2,05
400/343	209,95	2,27	213,24	2,31	216,48	2,34	219,68	2,38
500/431	399,21	2,65	405,46	2,69	411,61	2,73	417,68	2,77
630/542	698,25	3,03	709,17	3,08	719,92	3,12	730,51	3,17
800/678	1255,48	3,48	1275,09	3,53	1294,40	3,59	1313,43	3,64
1000/851	2275,66	4,00	2311,16	4,07	2346,13	4,13	2380,59	4,19
1200/1030	3748,17	4,50	3806,61	4,57	3864,17	4,64	3920,89	4,71

Ø mm	18,00%		18,50%		19,00 %		19,50%	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	20,14	1,35	20,42	1,37	20,70	1,38	20,97	1,40
200/171	35,53	1,55	36,03	1,57	36,52	1,59	37,00	1,61
250/214	64,28	1,79	65,18	1,81	66,06	1,84	66,94	1,86
315/271	119,83	2,08	121,51	2,11	123,16	2,14	124,78	2,16
400/343	222,83	2,41	225,93	2,45	228,99	2,48	232,02	2,51
500/431	423,65	2,81	429,55	2,85	435,36	2,89	441,10	2,93
630/542	740,96	3,21	751,25	3,26	761,42	3,30	771,44	3,35
800/678	1332,18	3,69	1350,68	3,74	1368,94	3,79	1386,95	3,84
1000/851	2414,56	4,25	2448,07	4,31	2481,12	4,36	2513,74	4,42
1200/1030	3976,80	4,78	4031,95	4,84	4086,35	4,91	4140,05	4,97

Ø mm	20,00 %«		21,00%		22,00 %<>		23,00 %	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	21,25	1,42	21,78	1,46	22,30	1,49	22,81	1,53
200/171	37,48	1,63	38,42	1,67	39,34	1,71	40,24	1,75
250/214	67,80	1,89	69,50	1,93	71,16	1,98	72,77	2,02
315/271	126,39	2,19	129,55	2,25	132,63	2,30	135,64	2,35
400/343	235,00	2,54	240,86	2,61	246,58	2,67	252,17	2,73
500/431	446,77	2,97	457,90	3,04	468,76	3,11	479,38	3,18
630/542	781,34	3,39	800,78	3,47	819,76	3,55	838,31	3,64
800/678	1404,73	3,89	1439,65	3,99	1473,74	4,08	1507,06	4,18
1000/851	2545,95	4,48	2609,17	4,59	2670,91	4,70	2731,26	4,80
1200/1030	4193,06	5,03	4297,12	5,16	4398,74	5,28	4498,08	5,40

Ø mm	24,00 %.		25,00 %.		26,00 %«		27,00 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	23,31	1,56	23,80	1,59	24,27	1,62	24,74	1,66
200/171	41,11	1,79	41,97	1,83	42,81	1,87	43,64	1,90
250/214	74,36	2,07	75,91	2,11	77,43	2,15	78,92	2,20
315/271	138,59	2,40	141,47	2,45	144,30	2,50	147,08	2,55
400/343	257,65	2,79	263,01	2,85	268,26	2,90	273,41	2,96
500/431	489,77	3,25	499,95	3,32	509,92	3,39	519,71	3,45
630/542	856,47	3,71	874,25	3,79	891,68	3,87	908,77	3,94
800/678	1539,67	4,27	1571,61	4,36	1602,91	4,44	1633,62	4,53
1000/851	2790,31	4,91	2848,15	5,01	2904,84	5,11	2960,45	5,21
1200/1030	4595,28	5,52	4690,47	5,63	4783,78	5,74	4875,31	5,85

Ø mm	28,00 %«		29,00 %<		30,00 %<		31,00%.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	25,20	1,69	25,66	1,72	26,10	1,75	26,54	1,78
200/171	44,45	1,94	45,25	1,97	46,03	2,01	46,80	2,04
250/214	80,39	2,24	81,82	2,28	83,24	2,32	84,63	2,35
315/271	149,80	2,60	152,48	2,64	155,11	2,69	157,70	2,74
400/343	278,47	3,02	283,44	3,07	288,33	3,12	293,13	3,17
500/431	529,31	3,51	538,75	3,58	548,02	3,64	557,14	3,70
630/542	925,55	4,01	942,04	4,09	958,24	4,16	974,18	4,22
800/678	1663,76	4,61	1693,37	4,69	1722,48	4,77	1751,10	4,85
1000/851	3015,04	5,30	3068,66	5,40	3121,37	5,49	3173,20	5,58
1200/1030	4965,16	5,96	5053,42	6,07	5140,18	6,17	5225,49	6,27

Ø mm	32,00 %.		33,00 %.		34,00 %.		35,00 %<	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	26,97	1,80	27,39	1,83	27,81	1,86	28,22	1,89
200/171	47,56	2,07	48,30	2,10	49,04	2,14	49,76	2,17
250/214	86,00	2,39	87,34	2,43	88,67	2,47	89,98	2,50
315/271	160,25	2,78	162,75	2,82	165,22	2,87	167,65	2,91
400/343	297,86	3,23	302,51	3,28	307,10	3,33	311,61	3,37
500/431	566,12	3,76	574,95	3,82	583,66	3,88	592,23	3,93
630/542	989,86	4,29	1005,30	4,36	1020,50	4,43	1035,49	4,49
800/678	1779,27	4,93	1807,00	5,01	1834,31	5,08	1861,22	5,16
1000/851	3224,21	5,67	3274,42	5,76	3323,88	5,85	3372,62	5,93
1200/1030	5309,45	6,38	5392,10	6,47	5473,51	6,57	5553,73	6,67

Ø mm	36,00 %.		37,00 %«		38,00 %«		39,00 %<>	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	28,63	1,91	29,03	1,94	29,42	1,97	29,81	1,99
200/171	50,48	2,20	51,18	2,23	51,88	2,26	52,56	2,29
250/214	91,27	2,54	92,54	2,57	93,79	2,61	95,03	2,64
315/271	170,05	2,95	172,42	2,99	174,75	3,03	177,06	3,07
400/343	316,07	3,42	320,46	3,47	324,79	3,52	329,07	3,56
500/431	600,69	3,99	609,02	4,04	617,25	4,10	625,37	4,15
630/542	1050,26	4,55	1064,82	4,62	1079,20	4,68	1093,38	4,74
800/678	1887,75	5,23	1913,92	5,30	1939,73	5,38	1965,21	5,45
1000/851	3420,67	6,02	3468,05	6,10	3514,80	6,18	3560,93	6,26
1200/1030	5632,81	6,76	5710,80	6,86	5787,75	6,95	5863,68	7,04

Ø mm	40,00 %.		42,00 %.		44,00%.		46,00 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	30,19	2,02	30,95	2,07	31,69	2,12	32,41	2,17
200/171	53,24	2,32	54,57	2,38	55,86	2,43	57,13	2,49
250/214	96,25	2,68	98,65	2,74	100,99	2,81	103,28	2,87
315/271	179,33	3,11	183,79	3,19	188,15	3,26	192,41	3,34
400/343	333,29	3,61	341,58	3,70	349,67	3,79	357,58	3,87
500/431	633,38	4,21	649,12	4,31	664,48	4,41	679,50	4,51
630/542	1107,38	4,80	1134,87	4,92	1161,72	5,04	1187,96	5,15
800/678	1990,36	5,52	2039,74	5,65	2087,96	5,79	2135,09	5,92
1000/851	3606,48	6,34	3695,90	6,50	3783,22	6,65	3868,57	6,80
1200/1030	5938,66	7,13	6085,84	7,31	6229,56	7,48	6370,04	7,65

Ø mm	48,00 %.		50,00 %»		52,00 %»		54,00%.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	33,11	2,21	33,80	2,26	34,48	2,31	35,14	2,35
200/171	58,37	2,54	59,59	2,60	60,78	2,65	61,95	2,70
250/214	105,52	2,94	107,72	3,00	109,87	3,06	111,98	3,11
315/271	196,58	3,41	200,67	3,48	204,67	3,55	208,59	3,62
400/343	365,32	3,96	372,90	4,04	380,33	4,12	387,62	4,20
500/431	694,20	4,61	708,59	4,71	722,70	4,80	736,54	4,89
630/542	1213,64	5,26	1238,78	5,37	1263,43	5,48	1287,61	5,58
800/678	2181,21	6,04	2226,38	6,17	2270,65	6,29	2314,08	6,41
1000/851	3952,09	6,95	4033,89	7,10	4114,06	7,24	4192,71	7,38
1200/1030	6507,51	7,81	6642,14	7,98	6774,11	8,13	6903,56	8,29

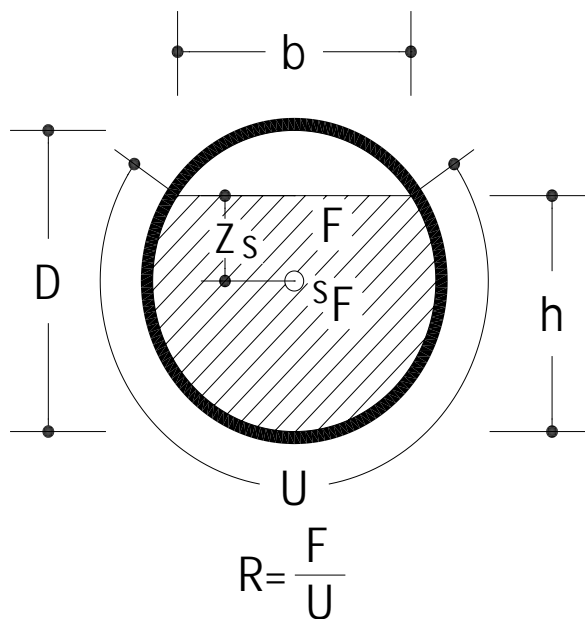
Ø mm	56,00 %»		58,00 %<		60,00 %«		62,50 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	35,79	2,39	36,43	2,44	37,06	2,48	37,83	2,53
200/171	63,10	2,75	64,22	2,80	65,33	2,85	66,69	2,91
250/214	114,05	3,17	116,08	3,23	118,08	3,28	120,54	3,35
315/271	212,45	3,69	216,23	3,75	219,96	3,82	224,52	3,89
400/343	394,78	4,27	401,81	4,35	408,71	4,43	417,19	4,52
500/431	750,13	4,98	763,47	5,07	776,59	5,16	792,68	5,26
630/542	1311,35	5,69	1334,66	5,79	1357,58	5,89	1385,70	6,01
800/678	2356,71	6,53	2398,59	6,65	2439,75	6,76	2490,26	6,90
1000/851	4269,91	7,51	4345,75	7,64	4420,29	7,78	4511,75	7,94
1200/1030	7030,63	8,44	7155,46	8,59	7278,15	8,74	7428,67	8,92

Ø mm	65,00 %.		67,50 %.		70,00 %<>		75,00 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	38,59	2,58	39,33	2,63	40,06	2,68	41,48	2,77
200/171	68,02	2,96	69,33	3,02	70,61	3,08	73,11	3,18
250/214	122,94	3,42	125,30	3,49	127,62	3,55	132,13	3,68
315/271	229,00	3,97	233,39	4,05	237,70	4,12	246,09	4,27
400/343	425,50	4,61	433,65	4,70	441,65	4,78	457,23	4,95
500/431	808,46	5,37	823,93	5,47	839,12	5,57	868,71	5,77
630/542	1413,25	6,13	1440,29	6,25	1466,83	6,36	1518,52	6,58
800/678	2539,76	7,04	2588,31	7,17	2635,98	7,30	2728,82	7,56
1000/851	4601,39	8,09	4689,32	8,25	4775,64	8,40	4943,77	8,70
1200/1030	7576,21	9,10	7720,94	9,27	7863,02	9,44	8139,75	9,77

Ø mm	80,00 %.		85,00 %.		90,00 %«		100,00 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	42,85	2,87	44,18	2,96	45,48	3,04	47,96	3,21
200/171	75,53	3,29	77,87	3,39	80,14	3,49	84,51	3,68
250/214	136,49	3,80	140,72	3,91	144,82	4,03	152,71	4,25
315/271	254,21	4,41	262,08	4,55	269,72	4,68	284,39	4,93
400/343	472,30	5,11	486,91	5,27	501,10	5,43	528,33	5,72
500/431	897,32	5,96	925,06	6,14	951,99	6,32	1003,69	6,66
630/542	1568,51	6,80	1616,97	7,01	1664,02	7,22	1754,35	7,61
800/678	2818,62	7,81	2905,65	8,05	2990,16	8,29	3152,41	8,74
1000/851	5106,38	8,98	5263,99	9,26	5417,03	9,53	5710,84	10,05
1200/1030	8407,41	10,10	8666,82	10,41	8918,71	10,71	9402,31	11,29

Ø mm	125,00 %«		150,00 %.		175,00%.		200,00 %.	
	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]
160/138	53,66	3,59	58,82	3,93	63,56	4,25	67,98	4,55
200/171	94,55	4,12	103,63	4,51	111,98	4,88	119,75	5,22
250/214	170,84	4,75	187,23	5,21	202,31	5,63	216,34	6,02
315/271	318,13	5,52	348,63	6,05	376,68	6,53	402,79	6,99
400/343	590,97	6,40	647,60	7,01	699,68	7,58	748,15	8,10
500/431	1122,62	7,45	1230,14	8,17	1329,01	8,82	1421,04	9,44
630/542	1962,12	8,51	2149,96	9,32	2322,71	10,07	2483,49	10,77
800/678	3525,60	9,77	3863,00	10,71	4173,26	11,57	4462,05	12,37
1000/851	6386,65	11,23	6997,64	12,31	7559,50	13,30	8082,47	14,22
1200/1030	10514,66	12,63	11520,3	13,83	12445,08	14,94	13305,85	15,98

Tablica 5.
Hidrauličke tablice 2



$\frac{Q_T}{Q_V}$	$\frac{h}{D}$	$\frac{V_T}{V_V}$	$\frac{F}{D^2}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{F \cdot z_s}{D^3}$	$\frac{U}{D}$
0,001	0,023	0,17	0,00462	0,2998	0,0152	0,00004	0,3045
0,002	0,032	0,21	0,00756	0,352	0,021	0,0001	0,3597
0,003	0,038	0,24	0,00976	0,3824	0,0249	0,00015	0,3924
0,004	0,044	0,26	0,01214	0,4102	0,0287	0,00021	0,4227
0,005	0,049	0,28	0,01425	0,4317	0,0319	0,00028	0,4464
0,006	0,053	0,29	0,01601	0,4481	0,0345	0,00034	0,4646
0,007	0,057	0,3	0,01783	0,4637	0,037	0,00041	0,4822
0,008	0,061	0,32	0,01972	0,4787	0,0395	0,00048	0,4991
0,009	0,065	0,33	0,02166	0,4931	0,042	0,00057	0,5156
0,01	0,068	0,34	0,02315	0,5035	0,0439	0,00063	0,5276
0,011	0,071	0,35	0,02468	0,5136	0,0458	0,00071	0,5394
0,012	0,074	0,36	0,02624	0,5235	0,0476	0,00078	0,551
0,013	0,077	0,36	0,02782	0,5332	0,0495	0,00086	0,5624
0,014	0,08	0,37	0,02944	0,5426	0,0513	0,00095	0,5735
0,015	0,083	0,38	0,03108	0,5518	0,0532	0,00104	0,5845
0,016	0,086	0,39	0,03275	0,5607	0,055	0,00114	0,5953
0,017	0,088	0,39	0,03387	0,5666	0,0562	0,0012	0,6024
0,018	0,091	0,4	0,03559	0,5752	0,0581	0,00131	0,6129
0,019	0,093	0,41	0,03674	0,5809	0,0593	0,00138	0,6198
0,02	0,095	0,41	0,03791	0,5864	0,0605	0,00145	0,6266
0,022	0,1	0,42	0,04088	0,6	0,0635	0,00165	0,6435
0,024	0,104	0,43	0,0433	0,6105	0,0659	0,00182	0,6567
0,026	0,108	0,45	0,04576	0,6208	0,0683	0,002	0,6697
0,028	0,112	0,45	0,04826	0,6307	0,0707	0,00218	0,6825
0,03	0,116	0,46	0,0508	0,6404	0,0731	0,00238	0,6951
0,032	0,12	0,47	0,05339	0,6499	0,0755	0,00259	0,7075
0,034	0,123	0,48	0,05535	0,6569	0,0772	0,00275	0,7167
0,036	0,127	0,49	0,05799	0,6659	0,0796	0,00298	0,7288

$\frac{Q_T}{Q_V}$	$\frac{h}{D}$	$\frac{V_T}{V_V}$	$\frac{F}{D^2}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{F \cdot z_s}{D^3}$	$\frac{U}{D}$
0,038	0,13	0,5	0,06	0,6726	0,0813	0,00316	0,7377
0,04	0,134	0,5	0,06271	0,6813	0,0837	0,0034	0,7495
0,045	0,141	0,52	0,06753	0,696	0,0877	0,00386	0,7699
0,05	0,149	0,54	0,07316	0,7122	0,0923	0,00442	0,7926
0,055	0,156	0,55	0,07819	0,7257	0,0963	0,00495	0,8121
0,6	0,163	0,57	0,08332	0,7387	0,1002	0,00552	0,8312
0,065	0,17	0,58	0,08854	0,7513	0,1042	0,00612	0,85
0,07	0,176	0,59	0,09307	0,7616	0,1075	0,666	0,8658
0,075	0,182	0,6	0,09767	0,7717	0,1108	0,00723	0,8815
0,08	0,188	0,61	0,10233	0,7814	0,1141	0,00783	0,8969
0,085	0,194	0,62	0,10705	0,7909	0,1174	0,00846	0,9122
0,09	0,2	0,63	0,11182	0,8	0,1206	0,00912	0,9273
0,095	0,205	0,64	0,11584	0,8074	0,1233	0,00969	0,9397
0,1	0,211	0,65	0,12071	0,816	0,1265	0,0104	0,9545
0,105	0,216	0,66	0,12481	0,823	0,1291	0,01101	0,9667
0,11	0,221	0,67	0,12894	0,8298	0,1317	0,01165	0,9788
0,115	0,226	0,68	0,13311	0,8365	0,1343	0,0123	0,9908
0,12	0,231	0,69	0,13731	0,8429	0,1369	0,01298	1,0027
0,125	0,236	0,69	0,14154	0,8492	0,1395	0,01367	1,0146
0,13	0,241	0,7	0,1458	0,8554	0,1421	0,01439	1,0263
0,135	0,245	0,71	0,14923	0,8602	0,1441	0,01498	1,0356
0,14	0,25	0,72	0,15355	0,866	0,1466	0,01574	1,0472
0,145	0,255	0,72	0,15789	0,8717	0,1491	0,01652	1,0587
0,15	0,259	0,73	0,16139	0,8762	0,1511	0,01716	1,0679
0,155	0,263	0,74	0,1649	0,8805	0,1531	0,01781	1,077
0,16	0,268	0,74	0,16932	0,8858	0,1556	0,01865	1,0883
0,165	0,272	0,75	0,17287	0,89	0,1575	0,01933	1,0973
0,17	0,276	0,76	0,17644	0,894	0,1595	0,02003	1,1063
0,175	0,281	0,76	0,18092	0,899	0,1619	0,02092	1,1174
0,18	0,285	0,77	0,18452	0,9028	0,1638	0,02165	1,1263
0,19	0,293	0,78	0,19177	0,9103	0,1676	0,02316	1,144
0,2	0,301	0,79	0,19909	0,9174	0,1714	0,02472	1,1615
0,21	0,309	0,8	0,20645	0,9242	0,1751	0,02634	1,1798
0,22	0,316	0,81	0,21294	0,9298	0,1784	0,02781	1,1939
0,23	0,324	0,82	0,2204	0,936	0,182	0,02954	1,2111
0,24	0,331	0,83	0,22697	0,9411	0,1851	0,03111	1,226
0,25	0,339	0,84	0,23453	0,9467	0,1887	0,03296	1,243
0,26	0,346	0,85	0,24117	0,9514	0,1918	0,03462	1,2577
0,27	0,353	0,86	0,24785	0,9558	0,1948	0,03633	1,2724
0,28	0,36	0,86	0,25455	0,96	0,1978	0,03809	1,287
0,29	0,367	0,87	0,26128	0,964	0,2007	0,0399	1,3016
0,3	0,374	0,88	0,26805	0,9677	0,2037	0,04175	1,316
0,31	0,381	0,89	0,27483	0,9713	0,2066	0,04365	1,3305
0,32	0,387	0,89	0,28067	0,9741	0,209	0,04532	1,3428
0,33	0,394	0,9	0,2875	0,9773	0,2118	0,0473	1,3572
0,34	0,401	0,91	0,29435	0,9802	0,2146	0,04934	1,3715
0,35	0,407	0,92	0,30024	0,9825	0,217	0,05112	1,3837

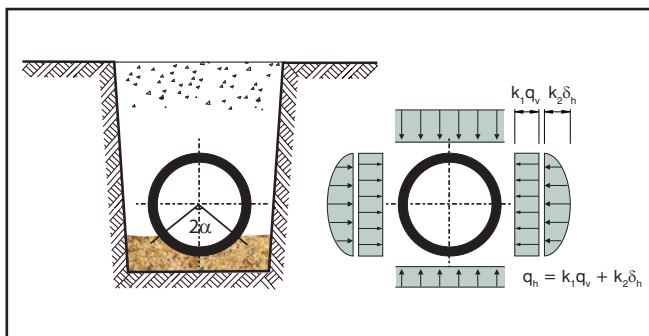
$\frac{Q_T}{Q_V}$	$\frac{h}{D}$	$\frac{V_T}{V_V}$	$\frac{F}{D^2}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{F \cdot z_s}{D^3}$	$\frac{U}{D}$
0,36	0,414	0,92	0,30713	0,9851	0,2197	0,05325	1,3979
0,37	0,42	0,93	0,31304	0,9871	0,222	0,05511	1,4101
0,38	0,426	0,93	0,31897	0,989	0,2243	0,05701	1,4223
0,39	0,433	0,94	0,3259	0,991	0,2269	0,05926	1,4364
0,4	0,439	0,95	0,33185	0,9925	0,2291	0,06124	1,4485
0,41	0,445	0,95	0,33781	0,9939	0,2313	0,06325	1,4606
0,42	0,451	0,96	0,34378	0,9952	0,2334	0,06529	1,4726
0,43	0,458	0,96	0,35075	0,9965	0,2359	0,06772	1,4867
0,44	0,464	0,97	0,35673	0,9974	0,238	0,06984	1,4987
0,45	0,47	0,97	0,36272	0,9982	0,2401	0,072	1,5108
0,46	0,476	0,98	0,36871	0,9988	0,242	0,0742	1,5228
0,47	0,482	0,99	0,3747	0,9994	0,2441	0,07643	1,5348
0,48	0,488	0,99	0,3807	0,9997	0,2461	0,07869	1,5468
0,49	0,494	1	0,3867	0,9999	0,2481	0,081	1,5588
0,5	0,5	1	0,3927	1	0,25	0,08333	1,5708
0,51	0,506	1	0,3987	0,9999	0,2519	0,08571	1,5828
0,52	0,512	1,01	0,4047	0,9997	0,2538	0,08812	1,5948
0,53	0,519	1,01	0,41169	0,9993	0,2559	0,09098	1,6088
0,54	0,525	1,02	0,41769	0,9987	0,2577	0,09346	1,6208
0,55	0,531	1,02	0,42368	0,9981	0,2595	0,09599	1,6328
0,56	0,537	1,02	0,42967	0,9973	0,2612	0,09855	1,6449
0,57	0,543	1,03	0,43565	0,9963	0,2629	0,10114	1,6569
0,58	0,55	1,03	0,44262	0,995	0,2649	0,10422	1,671
0,59	0,556	1,03	0,44858	0,9937	0,2665	0,10689	1,683
0,6	0,562	1,04	0,45454	0,9923	0,2681	0,1096	1,6951
0,61	0,568	1,04	0,46049	0,9907	0,2697	0,11235	1,7072
0,62	0,575	1,04	0,46742	0,9887	0,2715	0,11559	1,7214
0,63	0,581	1,05	0,47334	0,9868	0,2731	0,11842	1,7335
0,64	0,587	1,05	0,47926	0,9847	0,2745	0,12127	1,7457
0,65	0,594	1,05	0,48614	0,9822	0,2762	0,12465	1,7599
0,66	0,6	1,05	0,49203	0,9798	0,2776	0,12759	1,7722
0,67	0,607	1,06	0,49888	0,9768	0,2793	0,13105	1,7865
0,68	0,613	1,06	0,50473	0,9741	0,2806	0,13407	1,7988
0,69	0,62	1,06	0,51154	0,9708	0,2821	0,13762	1,8132
0,7	0,626	1,06	0,51735	0,9677	0,2834	0,14071	1,8255
0,71	0,633	1,06	0,52411	0,964	0,2848	0,14435	1,84
0,72	0,64	1,07	0,53085	0,96	0,2862	0,14805	1,8546
0,73	0,646	1,07	0,5366	0,9564	0,2874	0,15125	1,8671
0,74	0,653	1,07	0,54328	0,952	0,2887	0,15503	1,8818
0,75	0,66	1,07	0,54992	0,9474	0,29	0,15885	1,8965
0,76	0,667	1,07	0,55654	0,9426	0,2912	0,16273	1,9113
0,77	0,675	1,07	0,56406	0,9367	0,2925	0,16721	1,9284
0,78	0,682	1,07	0,5706	0,9314	0,2936	0,17118	1,9434
0,79	0,689	1,07	0,5771	0,9258	0,2947	0,1752	1,9584
0,8	0,697	1,07	0,58448	0,9191	0,2958	0,17984	1,9758
0,805	0,701	1,08	0,58815	0,9156	0,2964	0,18219	1,9845
0,81	0,705	1,08	0,5918	0,9121	0,2969	0,18455	1,9933

$\frac{Q_T}{Q_V}$	$\frac{h}{D}$	$\frac{V_T}{V_V}$	$\frac{F}{D^2}$	$\frac{b}{D}$	$\frac{R}{D}$	$\frac{F \cdot z_s}{D^3}$	$\frac{U}{D}$
0,815	0,709	1,08	0,59544	0,9084	0,2974	0,18692	2,002
0,82	0,713	1,08	0,59907	0,9047	0,2979	0,18931	2,0109
0,825	0,717	1,08	0,60268	0,9009	0,2984	0,19172	2,0197
0,83	0,721	1,08	0,60628	0,897	0,2989	0,19413	2,0286
0,835	0,725	1,08	0,60986	0,893	0,2993	0,19657	2,0376
0,84	0,729	1,07	0,61342	0,889	0,2997	0,19901	2,0465
0,845	0,734	1,07	0,61785	0,8837	0,3002	0,20209	2,0578
0,85	0,738	1,07	0,62138	0,8794	0,3006	0,20457	2,0669
0,855	0,742	1,07	0,62489	0,8751	0,301	0,20706	2,076
0,86	0,747	1,07	0,62925	0,8695	0,3014	0,2102	2,0875
0,865	0,751	1,07	0,63272	0,8649	0,3018	0,21272	2,0967
0,87	0,756	1,07	0,63703	0,859	0,3022	0,2159	2,1083
0,875	0,761	1,07	0,64131	0,8529	0,3025	0,21909	2,12
0,88	0,766	1,07	0,64556	0,8467	0,3028	0,22231	2,1318
0,885	0,77	1,07	0,64893	0,8417	0,3031	0,2249	2,1412
0,89	0,775	1,07	0,65313	0,8352	0,3033	0,22815	2,1532
0,895	0,781	1,07	0,65811	0,8271	0,3036	0,23209	2,1676
0,9	0,786	1,07	0,66223	0,8203	0,3038	0,23539	2,1797
0,905	0,791	1,07	0,66631	0,8132	0,304	0,23871	2,192
0,91	0,797	1,07	0,67117	0,8045	0,3041	0,24272	2,2068
0,915	0,803	1,06	0,67597	0,7955	0,3042	0,24676	2,2218
0,92	0,808	1,06	0,67993	0,7877	0,3043	0,25015	2,2345
0,925	0,814	1,06	0,68462	0,7782	0,3043	0,25425	2,2498

6. Statički proračun

Proračun deformacija

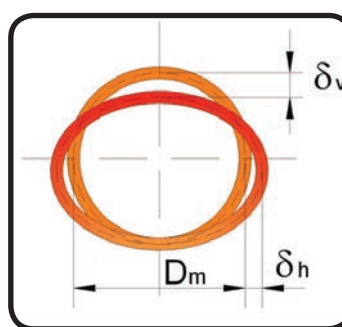
Statički se proračun odnosi na proračun deformacija fleksibilnih i orebrenih (korugiranih) plastičnih (polietilenskih, PE) kanalizacijskih cijevi položenih u tlo, odnosno na posteljicu (pijesak, šljunak), s određenim kutem nalijeganja cijevi, 2α [°], bez utjecaja podzemne vode, slika 1, provedenih u skladu s njemačkim smjernicama ATV - A 127.



Shema razdiobe opterećenja na kanalizacijsku cijev položenu u tlo.

Plastične cijevi predstavljaju deformabilnu strukturu, odnosno preuzimaju opterećenja (naprezanja) bez pojave loma. Vertikalno opterećenje na cijev uzrokuje njezinu deformaciju (δ_v), dakle smanjenje njezine visine, tako da okrugla cijev poprima eliptičan oblik, slika 2.

Stoga je proračunom potrebno odrediti veličinu vertikalne deformacije cijevi koja pri mjerodavnom opterećenju ne smije prelaziti dopuštenu vrijednost.



Eliptičan oblik deformacije okrugle kanalizacijske cijevi.

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

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

Veličina relativne vertikalne deformacije cijevi dana je izrazom:

$$\delta_v = - \frac{100 \cdot c_v^* (q_v - q_h)}{8 \cdot SN}$$

gdje su:

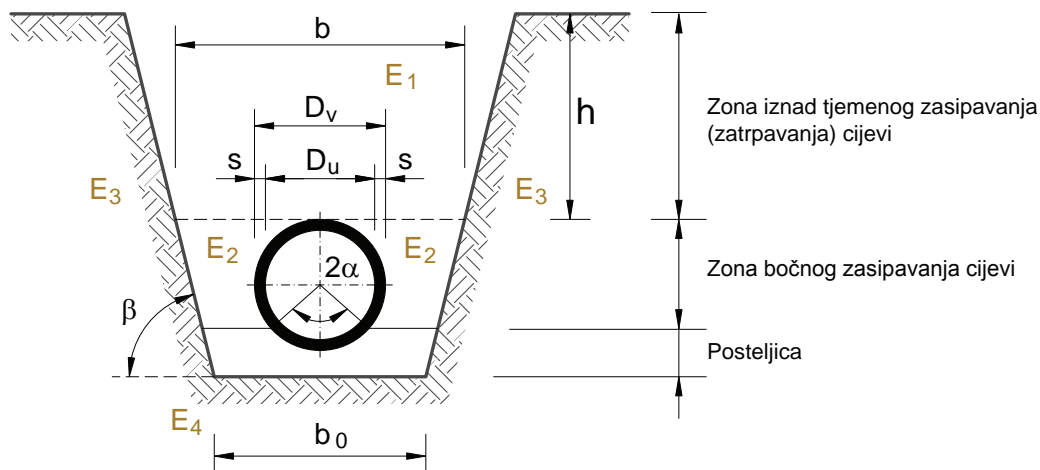
SN [kN/m²] - prstenasta (nazivna, obodna) čvrstoća cijevi

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

q_v [kN/m²] - vertikalno opterećenje cijevi

q_h [kN/m²] - horizontalno opterećenje cijevi

Koeficijent ukupne vertikalne deformacije c_v^*



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

$$E_2 = \frac{2}{3} \cdot \alpha_B \cdot E_{20}$$

$$\zeta = \frac{1.44}{\Delta f + (1.44 - \Delta f) \frac{E_2}{E_3}}$$

$$\Delta f = \frac{b/D_v - 1}{1.154 + 0.444(b/D_v - 1)} \leq 1.44$$

$$S_{Bh} = 0.6 \cdot \zeta \cdot E_2$$

$$V_{RB} = \frac{8 \cdot SN}{S_{Bh}}$$

$$K^* = \frac{c_{h1}}{V_{RB} - c_{h2}}$$

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

2α [°]	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	

Vrijednosti koeficijenata vertikalne i horizontalne deformacije cijevi u funkciji kuta nalijeganja (kuta ugradnje) cijevi (2a).

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

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

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. 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.

gdje su, sukladno oznakama sa slike 3:

- c_{v1}, c_{v2} [1] - koeficijenti vertikalne deformacije cijevi (Tablica 1)
- c_{h1}, c_{h2} [1] - koeficijenti horizontalne deformacije cijevi (Tablica 1)
- K^* [1] - koeficijent tlaka reakcije podloge
- V_{RB} [1] - koeficijent čvrstoće (odnos čvrstoće cijevi i čvrstoće podloge)
- S_{Bh} [kN/m²] - horizontalna čvrstoća podloge
- z [1] - korekcijski faktor horizontalne čvrstoće podloge
- E_1 [kN/m²] - modul elastičnosti materijala u zoni iznad tjemena nasipanja cijevi (Tablica 2)
- E_2 [kN/m²] - modul elastičnosti materijala u zoni bočnog zasipanja cijevi
- E_3 [kN/m²] - modul elastičnosti tla uz rov. Obično se uzima $E_3 = E_1$ (Tablica 2)
- E_4 [kN/m²] - modul elastičnosti tla ispod cijevi. Obično se uzima $E_4 = 10 E_1$
- E_{20} [kN/m²] - računaska vrijednost modula elastičnosti, ovisna o skupini tla te uvjetima nalijeganja cijevi na posteljicu i njenog zasipavanja (zatrpavanja) (Tablica 2)
- a_B [1] - korekcijski faktor (faktor umanjenja) modula elastičnosti E_2
- Df [1] - parametar
- D_v [m] - vanjski promjer cijevi
- D_u [m] - unutarnji promjer cijevi
- b [m] - širina rova na dubini tjemena cijevi
- h [m] - visina nasipanja iznad tjemena cijevi
- β [°] - kut nagiba bočnih zidova rova
- a_{Bi} [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 $a_{Bi} = 2/3$ ili $1/3$

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 nadslojem tla (p_e) i prometnim sredstvima (p_v) s pripadajućim parametrima definirano je sljedećim izrazima:

$$q_v = \lambda_{RG} \cdot p_e + p_v$$

$$\lambda_{RG} = \frac{\lambda_R - 1}{3} \frac{b}{D_v} + \frac{4 - \lambda_R}{3} \quad \text{za} \quad 1 \leq \frac{b}{D_v} \leq 4$$

$$\lambda_R = \frac{\lambda_{\max} V_s + \frac{E_1}{E_2} \frac{4K_2}{3} \frac{\lambda_{\max} - 1}{E_1/E_2 - 0.25}}{V_s + \frac{E_1}{E_2} \frac{3 + K_2}{3} \frac{\lambda_{\max} - 1}{E_1/E_2 - 0.25}} \leq 4$$

$$V_s = \frac{8 \cdot SN}{|c_v^*| \cdot E_2}$$

$$\lambda_{\max} = 1 + \frac{h}{D_v} \left[\frac{3.5}{\frac{E_1}{E_2}} + \frac{2.2}{\frac{E_4}{E_2} \left(\frac{E_1}{E_2} - 0.25 \right)} + \frac{h}{D_v} \left[\frac{0.62}{\frac{E_1}{E_2}} + \frac{1.6}{\frac{E_4}{E_2} \left(\frac{E_1}{E_2} - 0.25 \right)} \right] \right]$$

$$p_e = \chi_\beta \gamma h \quad \text{za} \quad \chi_\beta \leq 1$$

$$\chi_\beta = 1 - \frac{\beta}{90} + \frac{\beta}{90} \left[\frac{1 - e^{-2(h/b)K_1 \tan \delta}}{2(h/b)K_1 \tan \delta} \right]$$

$$p_v = \varphi' p_F a_F$$

$$p_F = \frac{F_A}{r_A^2 \pi} \left\{ 1 - \left[\frac{1}{1 + (r_A/h)^2} \right]^{3/2} \right\} + \frac{3F_E}{2\pi h^2} \left[\frac{1}{1 + (r_E/h)^2} \right]^{5/2}$$

$$a_F = 1 - \left[\frac{0.9}{0.9 + (4h^2 + h^6)/1.1D_m^{2/3}} \right] \quad \text{za} \quad \begin{matrix} h \geq 0.5 \text{ m i} \\ D_m \leq 5.0 \text{ m} \end{matrix}$$

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

SIMBOLI KORIŠTENI U JEDNADŽBAMA

p_e [kN/m²] - opterećenje tlom

p_v [kN/m²] - prometno opterećenje

$l_{R'}$, l_{RG}

l_{\max} [1] - faktori koncentracije opterećenja iznad cijevi

V_s [1] - koeficijent čvrstoće

K_2 [1] - odnos tlaka tla ovisan o koef. čvrstoće V_{RB} i skupini tla

c_β [1] - korekcijski faktor (faktor umanjenja) opterećenja tlom

K_1 [1] - odnos horizontalnog i vertikalnog tlaka tla. Obično se uzima $K_1=0.5$

d [°] - kut trenja na zidovima rova. Obično se uzima $d = 2/3j$ ili $d = 1/3j$, ovisno o uvjetima zasipavanja (zatrpavanja) cijevi

j [°] - kut unutarnjeg trenja materijala

g [kN/m³] - zapreminska težina tla. Obično se uzima

$$g = 20 \text{ [kN/m}^3\text{]}$$

j' [1] - udarni faktor, ovisan o vrsti vozila (opterećenja)

p_F [kN/m²] - opterećenje mjerodavnim prometnim sredstvom

a_F [1] - korekcijski faktor (faktor umanjenja) prometnog opterećenja

D_m [m] - računski promjer cijevi

F_A , F_E [kN] - utjecajne veličine opterećenja mjerodavnim prometnim sredstvom

r_A , r_E [m] - utjecajni radijusi opterećenja mjerodavnim prometnim opterećenjem

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

Vrijednosti K_2 u funkciji V_{RB} i skupine tla.

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

Kut unutarnjeg trenja u funkciji skupine tla

Prometno sredstvo	F_A [kN]	F_E [kN]	r_A [m]	r_E [m]	φ' [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

Vrijednosti parametara prometnog opterećenja.

U zoni iznadtjemnog zasipavanja cjevovoda mogu se koristiti sve skupine tla prema tablici 2, dok se u zoni bočnog zasipavanja cjevovoda mogu koristiti samo nevezana i slabovezana tla, tj. tla koja se mogu zbijati (skupine tla S1 i S2).

Detaljniji odabir modula elastičnosti tla E_1 i E_{20} unutar područja njihovih vrijednosti prema tablici 2 vezan je uz način ugradnje cijevi i uz postignuti stupanj zbijenosti,

S_2 [%], koji se kreće u granicama od 90-97 [%].

Horizontalno opterećenje cijevi q_h

Horizontalno opterećenje (q_h) definirano je izrazom:

$$q_h = K_2 \left(\lambda_B \cdot p_e + \gamma \cdot \frac{D_v}{2} \right)$$

gdje je I_B [1] faktor koncentriranog opterećenja u tlu pored cijevi definiran izrazom:

$$\lambda_B = \frac{4 - \lambda_R}{3}$$

7. Montaža *vargokor* cijevi

7.1. Transport do gradilišta

vargokor cijevi i spojne elemente potrebno je transportirati odgovarajućim vozilima te utovarivati i istovarivati pod stručnim nadzorom. Prilikom transporta, cijevi treba položiti na što veću površinu.

7.2. Istovarivanje s teretnog vozila

- a) Ručno - cijevi se zbog svoje male težine mogu istovarivati ručno.
- b) Bagerom ili kranom - treba primjenjivati remenje/trake za podizanje (npr. od tekstila ili sl.). Lanci i sajle mogu oštetiti cijevi pa ih ne treba koristiti. Svakako treba spriječiti bacanje, padanje i jako udaranje cijevi jednih o druge. Trake za podizanje treba postaviti po sredini na razmaku od 3,5 m.
- c) Viličarem - ako su cijevi paletizirane, palete se mogu istovariti viličarem. Palete je potrebno postaviti poprijeko na vilice, pri čemu treba paziti na što veći razmak između vilica.

7.3. Skladištenje na gradilištu

Cijevi i spojni elementi mogu se skladištiti na otvorenom, pri čemu vrijeme skladištenja na otvorenom ne bi trebalo biti duže od 1 godine.

Prilikom skladištenja cijevi treba uzeti u obzir sljedeće:

- a) Cijevi treba skladištiti tako da se osigura ravna podloga za odlaganje.
- b) Visina naslaganih cijevi ne smije prijeći 2 m. Naslagane cijevi potrebno je osigurati sa strane.
- c) Uskladištene *vargokor* cijevi potrebno je ljeti, pri ekstremnim vrućinama, zaštititi od prevelikog zagrijavanja. Preporučuje se skladištenje u sjeni ili pokrivanje cijevi svjetlim pokrovom koji ne propušta svjetlo.



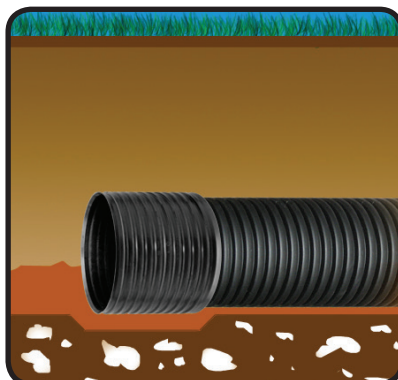
7.4. Izrada zemljanog kanala

U pogledu najmanje potrebne širine kanala (prema mjerenjima i dubini polaganja) treba se ravnati prema propisima za polaganje cijevi za otpadne vode (EN 1610). Treba uzeti u obzir da preuzak kanal štetno utječe na propisnu ugradnju (kompresija/sažimanje područja voda), a preširoki kanal povećava troškove pa oboje rezultiraju povećanjem opterećenja sustava.

U području spoja dviju cijevi treba formirati udubljenje u tlu (Slika 9) da spojnica ne bi nalijegala na čvrsto tlo i da ne bi dolazilo do opterećenja te točke.

Slika 9.

Presjek rova sa udubljenjem za spojnicu



7.5. Podloga i ulaganje

Podlogu treba izraditi s najmanje 10 do 15 cm materijala bez kamenja. Preporučeno je upotrebljavati materijale koji se sabijaju (kao što su pijesak i šljunak) te se slabo ili uopće ne vežu. Sa obje donje bočne strane **vargokor** cijevi treba nasuti tog istog materijala da se cijev više ne bi mogla pomaknuti.

Nakon toga, dalje sa istim materijalom treba izvesti prekrivanje cijevi do 15 cm iznad njena tjemena. Sabijanje materijala kojim se pokriva direktno iznad cijevi, ukoliko je potrebno, izvodi se ručno.

Mehaničko sabijanje glavnog punjenja direktno iznad cijevi slijedi tek onda kada je sloj od najmanje 30 cm nanesen preko tjemena cijevi. Cijevi se ne smiju dodirivati uređajima za sabijanje. Pri ugradnji se cijevi trebaju osigurati sa strane i u visinskom položaju.

7.6. Nasipavanje i sabijanje

Nasipavanje (od 30 cm iznad tjemena cijevi) slijedi u slojevima. Do 1 m prekrivanja mogu se koristiti lakši do srednji uređaji za sabijanje. Teški strojevi smiju se upotrijebiti tek nakon toga.

7.7. Montaža **vargokor** cijevi

Prije polaganja treba pregledati tjemena cijevi zbog mogućeg nastanka štete pri transportu ili skladištenju. Spajanje **vargokor** cijevi izvodi se povezivanjem utičnim spojnica. Brtve povećavaju sigurnost spoja te garantiraju sigurno povezivanje cijevi i u nepovoljnim uvjetima montaže.

Kod povezivanja cijevi treba izvesti slijedeće korake (Slika 10):

- Vrh cijevi koja će se utaknuti u spojnicu, kao i unutarnju površinu spojnice treba krpom ili nečim sličnim očistiti od prljavštine.
- Brtvu treba bez istezanja pojedinih mjesta uložiti ravnomjerno u prvo potpuno udubljenje između rebara na vrhu cijevi koja će se utaknuti u spojnicu.
- Spojnice imaju središnji graničnik da bi se pri montaži spriječilo prevlačenje, ali preporučljivo je dužinu utičnog područja označiti markerom na cijevi te cijev u spojnicu ugurati do te oznake. To se preporučuje radi osiguranja dobrog spoja, odnosno kvalitetnog nalijeganja cijevi na cijev.
- Brtvu koja se nalazi na cijevi i unutarnju površinu spojnice ravnomjerno premazati kliznim sredstvom radi lakšeg guranja cijevi u spojnicu. U tu svrhu nije dopušteno koristiti ulja i masnoće. Premazani krajevi cijevi ne smiju se više odlagati na podlogu zbog opasnosti od priljepljivanja nečistoća sa podloge.
- Neposredno prije montaže treba spojnice i krajeve cijevi još jednom pregledati zbog stranih tijela i iste odstraniti. Posebno treba paziti na šljunak, pijesak ili komadiće koji su prilikom rada na cijevi dospjeli u spojnicu ili su se zalijepili za premaz.
- vargokor** cijev tada treba ugurati u spojnicu do graničnika ili oznake koja je prethodno ucrtana na cijev. Montažu mogu izvesti jedna ili dvije osobe. S polugom za podizanje i uporabom drva između moguće je izvesti guranje cijevi u spojnicu bez teškoća. Nije dozvoljena montaža bagerom. Kada su cijevi i revizijska okna postavljeni u rov, potrebno je izvršiti provjeru vodonepropusnosti ugrađenog materijala. Ova provjera se mora vršiti prije zatrpavanja da bi se ciljano mogli otkloniti potencijalni problemi.

Slika 10.

Montaža **vargokor** cijevi



7.8. Skraćivanje *vargokor* cijevi

Cijevi treba prerezati pilom s finim zupcima između dva rebra i okomito na os cijevi. Neravnine i hrapavost na području odvajanja odstraniti turpijom, nožem ili brusnim papirom (Slika 11).

Slika 11.

Skraćivanje *vargokor* cijevi



7.9. Ugradnja priključka na glavnu cijev

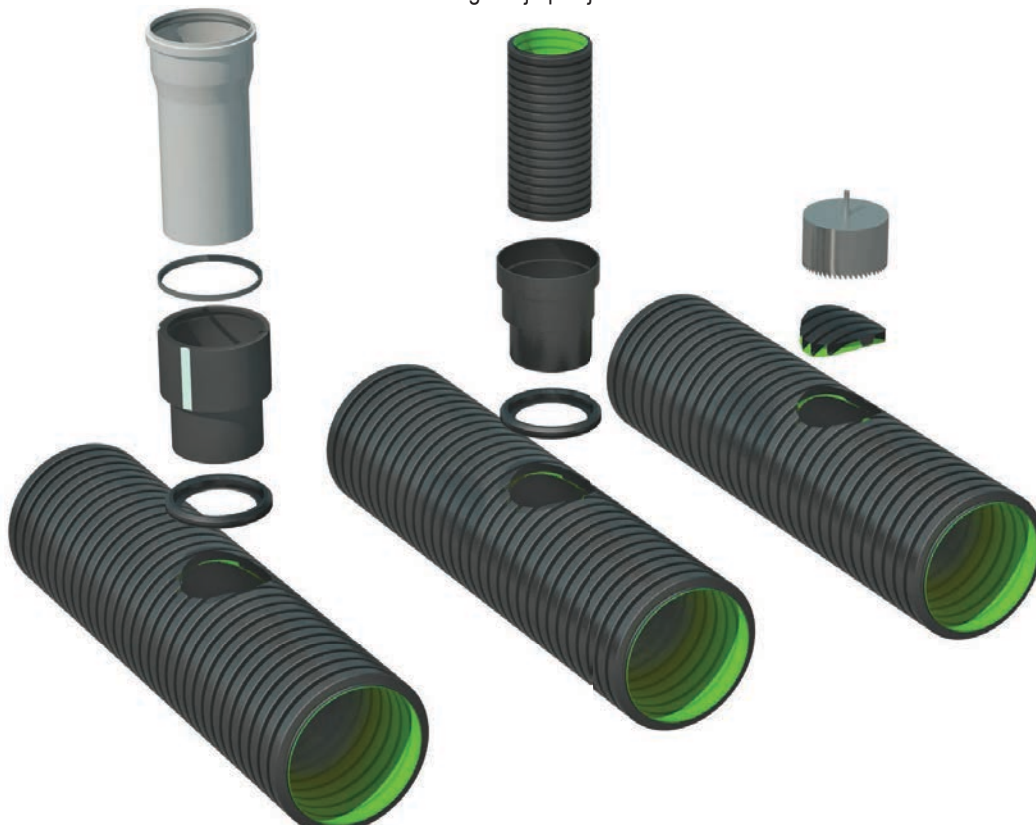
Priključak se na glavnu cijev ugrađuje prema slijedećim uputstvima (Slika 12):

- a) Potrebno je probušiti glavnu cijev uz pomoć bušilice i krunaste pile s promjerom bušenja adekvatnim promjeru cijevi koju želimo spojiti. Važno je da se rupa buši u gornjoj polovici cijevi okomito na njenu os.
- b) Strugotine s ruba rupe mogu se odstraniti nožem ili brusnim papirom.
- c) Namjestiti manžetu na upravo izbušenu rupu.
- d) S obzirom da li na glavnu cijev spajate glatku ili rebrastu cijev manjeg profila, potrebno je koristiti različiti prijelazni komad koji će biti uvučen u glavnu cijev. Prijelazni dio za spajanje glatke cijevi ima poseban utor za brtvu. Kada se na glavnu cijev spaja manja rebrasta cijev brtva se navuče između dva rebra manje cijevi, pa zato prijelazni komad za rebraste cijevi nema poseban utor.
- e) Kada je prijelazni komad spojen s manžetom, spajanje se završava guranjem cijevi u spojni dio.

U slučaju spajanja rebraste cijevi na betonsku cijev, ekonomski najisplativije je tu situaciju riješiti izgradnjom betonskog revizijskog okna.

Slika 12.

Ugradnja priključka



7.10. Spojni komadi

vargokor program cijevi prate i odgovarajući spojni komadi (Slika 13). Koljena, račve, reducirane račve, redukcije te ostali spojni komadi koji su potrebni da bi se zadovoljile potrebe odvodnje izrađuju se od varenih komada cijevi i spojnica.

Uz posebne strojeve, stijenke rebrastih cijevi i spojnica vare se pod traženim kutevima. Moderna tehnologija izrade omogućava izradu spojnih komada pod proizvoljnim kutevima, ne samo pod 45° i 90° kao što je bio slučaj kod PVC cijevi, tako da se koljeno podjednako lako može izraditi pod 12, 28 ili 45°.

Slika 13.
Spojni komadi



8. Revizijska okna

U kombinaciji sa **vargokor** cijevima mogu se ugrađivati PE-HD okna DN 1000, DN 800 i DN 625. Radi se o univerzalnim oknima namijenjenim širokom krugu uporabe s najrazličitijim zahtjevima (Slika 14).

Okna su izrađena u skladu sa smjernicama norme **prEN 13598**: Plastični cijevni sustavi za podzemnu drenažu i kanalizaciju. Nazivni promjer okna označava unutarnji promjer, kineta okna je izvedena u sukladnosti sa standardom DIN 4034-1 (travanj 2003.).

Konstruktivna rješenja okna zadovoljavaju ekološke odrednice primjene:

- dugi vijek trajanja
- vodonepropusnost
- otpornost na otpadne vode
- otpornost od starenja materijala
- jednostavno i brzo prilagođavanje ugradbene visine
- jednostavna i brza izvedba dodatnog priključka
- izvedba različitih kombinacija ulaznih i izlaznih priključaka

Također, mala težina PE-HD okna omogućuje:

- jednostavan transport
- lako rukovanje
- brzu i jednostavnu ugradnju okna na gradilištu



Slika 14. PE-HD okno

Po normi prEN 13598 dozvoljeno je koristiti okna s unutarnjim promjerom manjim od 800 mm (DN/ID < 800 mm, odnosno DN 625). Za okna, u koja je predviđen povremen pristup moraju imati minimalni unutarnji promjer DN/ID \geq 800 mm. Za nesmetan i čest pristup osoba u okno u skladu sa zahtjevima osnutka standarda prEN 13598 trebaju imati promjer tijela okna DN/ID \geq 1000 mm.

DN/ID: nominal size, inside diameter related (nazivni promjer, unutarnji promjer)

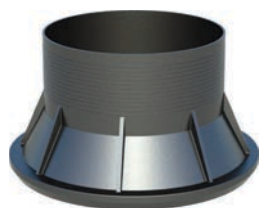
Revizijska okna su sastavljena od pojedinih modula okna (Slika 15):

konus okna

tijelo okna

kineta okna

Slika 15.
Dijelovi okna



KONUS



TIJELO



KINETA

Kineta okna je dno okna. Različite vrste kineta omogućavaju paletu različitih kombinacija ulaznih i izlaznih priključaka.

Karakteristike PE-HD okna:

- Kinete mogu biti prolazne (1 ulaz i 1 izlaz pod 180°) i sabirne (do 3 ulaza pod kutem od 45° i 1 izlaz)
- Ulazni dijelovi okna su trostrani (pod kutem od 45°) ili prolazni (pod kutem od 180°) što omogućava prilagodbu svim ulaznim pravcima kanalizacijskog cjevovoda u dnu okna. Stepenasti izlazni dio omogućava priključak različitih dimenzija cijevi od $\varnothing 160$ do $\varnothing 400$, ovisno o tipu okna.
- Dno okna je dodatno ojačano rebrima.
- Pad kinete je 1,5%.
- Okna viša od 1,5 m imaju navarene PE-HD stupaljke
- Visina kinete okna je veća od max. priključne dimenzije ulazne ili izlazne cijevi.
- Vodonepropusnost dijelova okna postiže se međusobnim varenjem dijelova okna.
- Obruč okna može biti dodatno ojačan poprečnim orebrenjem. Sastavljeni obruči predstavljaju tijelo PE okna.
- Konus okna je zbog veće nosivosti dodatno ojačan rebrima.
- Ulazni otvor konusa je 625 mm.

8.1. Priprema posteljice

PE okno potrebno je postaviti na pripremljenu postelnicu koja mora biti kompaktna.

Ovisno o mogućnostima, za postelnicu se koristi pijesak, okruglozrni materijal 0-32 mm i drobljeni kamen 0-16 mm. Ne koristi se smrznuti materijal.

Postelnicu je potrebno pripremiti u debljini 10-15 cm te je zbiti do potrebne zbijenosti prema uputi projektanta, a ovisno o vrsti opterećenja (zelene ili prometne površine).

U slučaju velike dubine ugradnje (>4 m) i visokih nivoa podzemnih voda potrebno je postelnicu izvesti od betona MB 15.

**8.2. Postavljanje okna**

Zbog male težine okna, predviđa se ručno spuštanje u rov i postavljanje okna. U slučaju veće dubine ugradnje (>4 m) okno se spušta pomoću radnog stroja.

Prije postavljanja cijevi u okna potrebno je provjeriti brtve te ih očistiti od eventualnih nečistoća.

Za lakšu montažu cijevi potrebno je koristiti mazivo (kalijev sapun).

8.3. Zasip okna

Zasip PE okna zahtijeva uporabu zasipnog materijala istovjetnog kao za pripremu posteljice (Slika 16). Ukoliko se dno postavlja u prometnu površinu tada ga zasipamo okruglozrnim materijalom 0-32 mm ili drobljenim kamenom 0-16 mm u slojevima od 30 cm u širini, 50 cm od tijela okna uz potrebno zbijanje do zbijenosti 97% po Proctoru. Posebnu pažnju treba obratiti na zbijanje oko kinete okna. U slučaju manjih dubina ugradnje (<2 m) u zelenoj površini zasip oko okna može se izvesti usitnjenim materijalom od iskopa u slojevima od 30 cm uz konstantno ručno zbijanje.

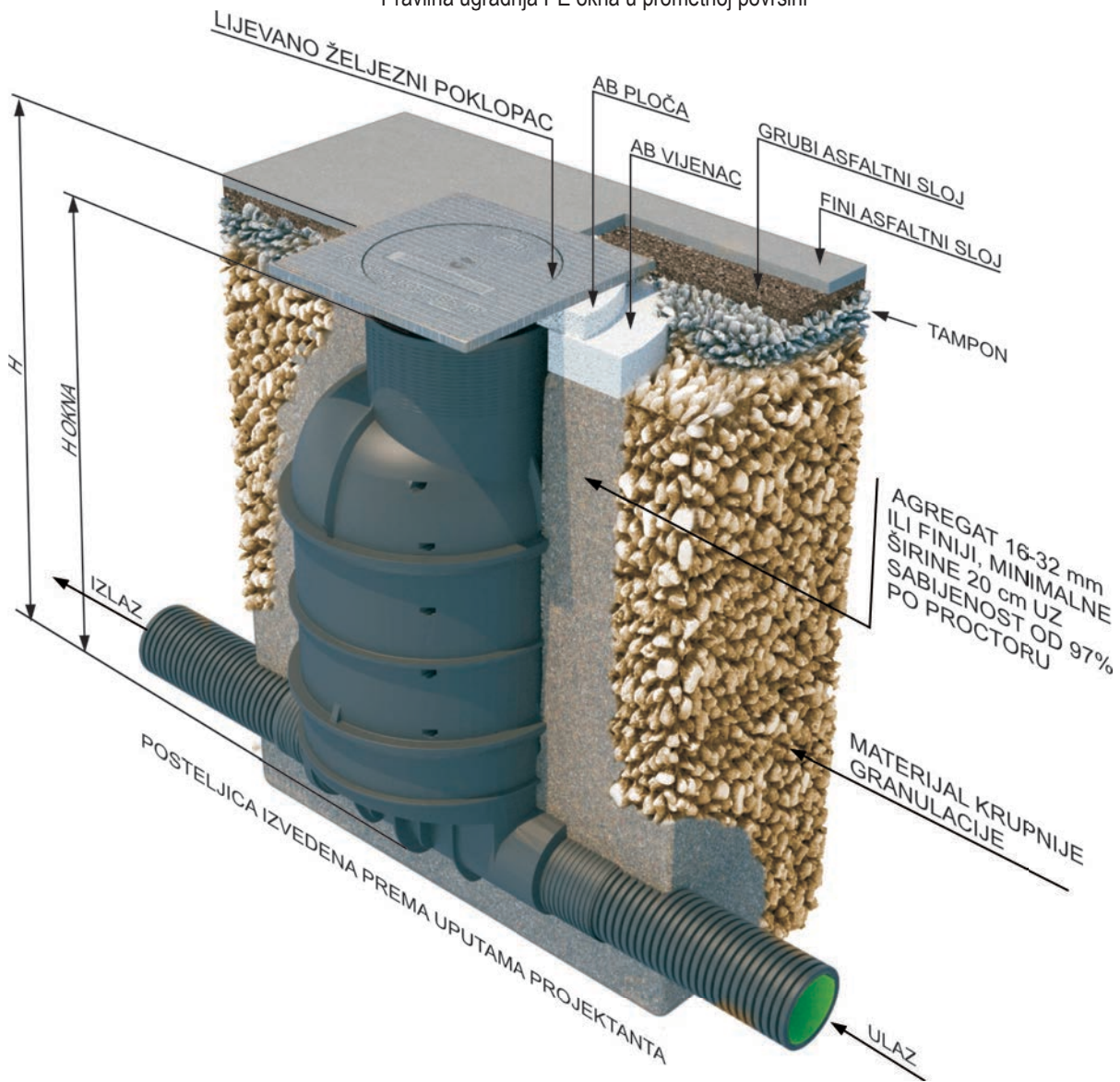
U slučaju visokih podzemnih voda i veće dubine ugradnje, potrebno je obetonirati okno minimalno u punoj visini kinete uz korištenje sidrenih elemenata.

Tijekom ugradnje PE okna potrebno je obratiti pažnju da se teškim građevinskim strojevima ne prolazi u neposrednoj blizini okna do konačnog završetka postupka ugradnje.

Radi betonskog prstena i ugradnje lijevano željeznog poklopca okna se u pravilu isporučuju do 30 cm niža od stvarne razlike visine kote poklopca i kote nivelete.

Slika 16.

Pravilna ugradnja PE okna u prometnoj površini



8.4. Spajanje revizijskih okana i *vargokor* rebrastih cijevi

Revizijska okna se na gradilište isporučuju spremna za ugradnju, odnosno na njih se po prethodno odobrenom tehničkom nacrtu vare spojnice ili komadi cijevi. Ako je revizijsko okno isporučeno sa navarenim spojnica, spajanje sa *vargokor* rebrastim cijevima je isto kao kod spajanja dvije cijevi, jer se cijev mora utaknuti u spojnicu na isti način. Ako je okno isporučeno sa navarenim komadom cijevi bez spojnice, postupak je isti samo je na navareni komad cijevi potrebno montirati brtvu i na njega onda staviti spojnicu (Slika 17).

Slika 17.

Spajanje revizijskog okna i *vargokor* rebrastih cijevi



8.5. Spajanje kućnog priključka ili slivničke veze na revizijsko okno

Često je na okno potrebno po njegovoj ugradnji spojiti kućni priključak ili slivničku vezu čija točka spajanja nije prije mogla biti definirana pa se samim time i nije tvornički izvela. Takvo spajanje (Slika 18) se vrši uz pomoć manžete i prijelaznog komada, slično ugradnji priključka na glavnu cijev (strana 40). Razlika je u manžeti, odnosno ova manžeta je predviđena za manje debljine stijenki, s obzirom da *vargokor* rebraste cijevi imaju deblju stijenku od stijenke revizionog okna.



Slika 18

Spajanje slivničke veze uz pomoć manžete i prijelaznog komada

vargokal

KUĆNA KANALIZACIJA

vargokal PLUS

KUĆNA KANALIZACIJA - NISKOŠUMNA

vargokal ULTRA

KUĆNA KANALIZACIJA - BEŠUMNA

vargokal SIF

KUĆNA KANALIZACIJA - SIFONI

vargoterm

KUĆNI VODOVOD

vargoplen

VODA

vargoplen

KANALIZACIJA I NAVODNJAVANJE

vargoplen

PLIN

vargokor

KANALIZACIJSKE CIJEVI

vargokor

KANALIZACIJSKA OKNA I SLIVNICI

vargodren

DRENAŽNE CIJEVI

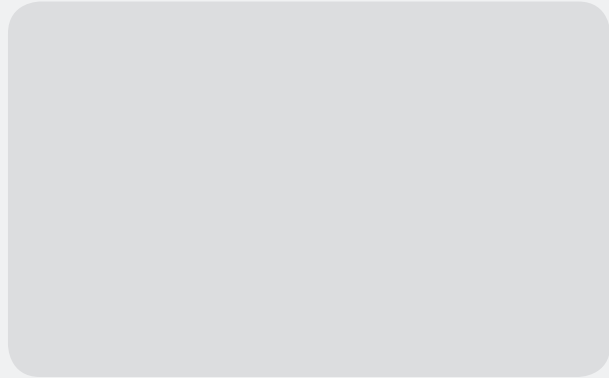
vargotect

ZAŠTITNE CIJEVI

vargoheat

CIJEVI ZA PODNO GRIJANJE

Lokalni distributer:



Find us on:



☎ 00385 (0)51 251 800

☎ 00385 (0)51 251 801

✉ info@vargon.hr

📍 Kukuljanovo 352, 51227 Kukuljanovo, Croatia

🌐 www.vargon.hr