



PRAGNUM
Infrastrukturni
kanalizacioni sistem
od polietilena

Sadržaj

1	UVOD	3
1.1	Zbog čega je potreban sistem Pragnum?	3
1.2	Šta predstavlja sistem Pragnum?	3
1.3	Korišćene sirovine	3
2	PRIMENA	3
3	PREDNOSTI	4
4	STANDARDI	5
4.1	Zbog čega su potrebni standardi?	5
4.2	Kojim standardima i propisima odgovara sistem Pragnum?	5
4.3	Šta zahtevaju standardi?	5
5	NOMENKLATURA	8
5.1	Cevi i spojni elementi	8
5.1.1	Cevi	8
5.1.2	Spojni elementi	8
5.1.3	Vrste profila	9
5.2	Revizioni šahovi PRO-PRAGNUM – izrađeni u skladu sa SRPS EN 13598-2	12
5.2.1	Tangencijalna šahta	12
6	USLOVI ZA POSTAVLJANJE CEVNOG SISTEMA PRAGNUM	13
6.1	Osnovne mere	13
6.2	Karakteristike podloge	13
6.2.1	Postavljanje na već postojeću, neobrađenu zemlju	13
6.2.2	Postavljanje na veštačku osnovu	14
6.3	Zatrpavanje oko zone cevi, nasipanje i konačno zatrpavanje	15
6.3.1	Zatrpavanje oko zone cevi i sledeće nasipanje	15
6.3.2	Stepen zbijenosti	15
6.3.3	Završno nasipanje (zatrpavanje)	15
6.3.4	Sabijanje materijala za zatrpavanje	16
6.3.5	Širina rova	16
6.3.6	Potreban materijal za nasipanje za postizanje željenog ugla za postavljanje	16
7	INSTALACIJA CEVNOG SISTEMA PRAGNUM	17
7.1	Elektrofuziono zavarivanje	17
7.2	Spajanje mufom i zaptivnom gumicom	18
8	TRANSPORT, UTOVAR I ISTOVAR, SKLADIŠTENJE	18
8.1	Transport	18
8.2	Utovar i istovar	18
8.3	Skladištenje	18
9	HIDRAULIČKO DIMENZIONISANJE SISTEMA PRAGNUM	19
9.1	Polazne tačke	19
9.2	Osnovne formule	19
9.3	Softver i tablice za dimenzionisanje	20
9.4	Hidraulički nomogrami	20
9.4.1	Nomogram za hidrauličko dimenzionisanje okruglih cevi delimično punog profila	20
9.4.2	Nomogram za hidrauličko dimenzionisanje protoka bez pritiska u okruglim cevima Pragnum, punog profila	21
9.5	Hidraulički padovi i brzina protoka kod cevi Pragnum	22
10	STATIČKO DIMENZIONISANJE SISTEMA PRAGNUM	23
10.1	Odnos između cevi i okolnog tla	23
10.2	Opterećenje	24
10.3	Vrste tla u skladu sa SRPS ENV 1046	25
10.4	Potrebni podaci za statički proračun cevnog sistema Pragnum	26

1 UVOD

1.1 Zbog čega je potreban sistem Pragnum?

Globalizacija i koncentracija ljudi u velikim gradovima, intenzitet atmosferskih voda i sve veći zahtevi vezani za zaštitu prirodne sredine, zahtevaju upotrebu većih kanalizacionih sistema. Kako bi odgovorila na ovaj izazov, i kako bi uspela u izvršavanju sve složenijih inženjerskih

rešenja, firma PIPELIFE, kao lider u ovoj oblasti, predstavlja tržištu kanalizacioni sistem tipa PRAGNUM.

Pragnum dopunjuje spektar profilisanih cevi cevnog sistema Pragma prečnika od DN/ID 1100 do DN/ID 3000, kao i

nestandardnim prečnicima DN/ID 700 i DN/ID 900. Isto tako, sistem Pragnum dopunjuje asortiman revizionih šahtova tipa PRO, koristeći izgradnju revizionih šahtova za inspekciju kanalizacionih sistema prečnika većeg od DN/ID 600.

1.2 Šta predstavlja sistem Pragnum?

Cevi sistema Pragnum se proizvode u dve etape. U prvoj etapi se ekstrudira cev glatkih zidova. Tokom druge etape, na nju se namotava profil.

Ova metoda omogućava proizvodnju velikih prečnika do DN/ID 3000.

Korišćenjem različitih konfiguracija

profila i učestalosti namotaja, mogu se nabrojati cevi različite prstenaste krutosti.

1.3 Korišćene sirovine

Prilikom proizvodnje cevnih sistema Pragnum koristi se polietilen. Osnovni razlog za upotrebu polietilena je

činjenica, što ovaj materijal dozvoljava elektrofuziono zavarivanje spojnika (mufova). Ova metoda spajanja cevi je vrlo

važna za cevne sisteme prečnika većeg od DN/ID 1000, jer najbolje garantuje vodonepropusnost sistema.

2 PRIMENA

Sistem Pragnum je namenjen za gravitaciono odvođenje:

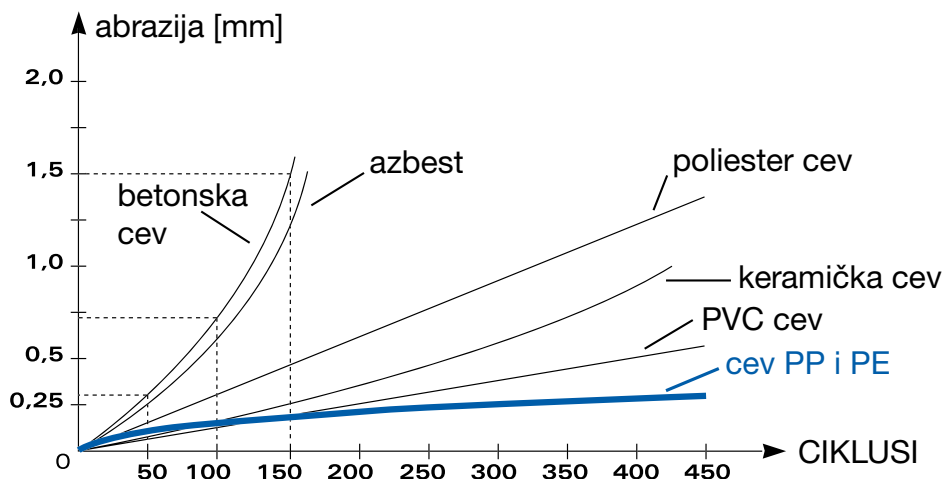
- Vode iz domaćinstva
- Industrijskih voda
- Kišnice i
- Mešovitih otpadnih voda

Sistem Pragnum nalazi svoju primenu u izgradnji:

- Revizionih šahtova PRO-PRAGNUM
- Rezervoara
- Kanalizacionih pumpnih stanica PROFOS (septička jama)
- Slivnika

3 PREDNOSTI

- Otpornost na abraziju



Slika 3.1

- Hemijska otpornost (od pH=2 do pH=12).
- Otpornost na visoke temperature (45°C pri stalnom protoku i 60°C pri kratkotrajnom protoku).
- Otpornost na udarce – u skladu sa DIN 16961-2.
- Omogućava proizvodnju cevnih sistema različite poprečne čvrstine prstenova od $SR24 \geq 2 \text{ kN/m}^2$ do $SR24 \geq 125 \text{ kN/m}^2$ (za ceo sistem cevi i fittinga – u skladu sa zahtevima DIN 16961-2) u skladu sa statičkim proračunima i projektnim uslovima.
- Jednostavan transport.
- Brza i jednostavna montaža.
- Jednostavno sečenje i krojenje.
- Svi elementi cevnog sistema imaju ugrađenu spojnicu (muf) za elektrofuziono zavarivanje.
- Garantuje vodonepropusnost sistema u opsegu do +0,5 bar u skladu sa zahtevima DIN 16961-2.
- Mala masa.
- Dug životni vek.
- Mala apsolutna hrapavost – teoretski 0,0011 mm, eksploatacioni 0,015 mm (ne uključuje lokalnu otpornost).
- Visoka hidraulička provodljivost.
- Kompletan asortiman spojnih elemenata (fitinzi i revizioni šahtovi).
- Integrirani deo celokupnog kanalizacionog sistema od cevi, fittinga, šahtova i opreme.
- Svetla unutrašnja površina, za lakšu inspekciju.
- Očuvanje celovitosti sistema kod lesnih i slabo nosivih zemljišta, što je garantovano spajanjem principom elektrofuzionog zavarivanja.
- Svi elementi sistema Pragnum se proizvode pod stalnom proizvodnom kontrolom sirovina i gotovih proizvoda.

4 STANDARDI

4.1 Zbog čega su potrebni standardi?

Standardi su skup pravila i propisa, zasnovanih na osnovu teoretskih zapažanja i istraživanja tehničkih parametara, kojima treba da odgovaraju proizvodi. Oni određuju minimalne zahteve za kvalitet konkretnog

proizvoda. Istovremeno, garantuju usklađenost proizvoda proizvedenih od strane različitih proizvođača.

Sve ovo čini standard izuzetno važnim, jer garantuje svim zainteresovanim stranama: projektanti, inženjeri, arhitekta,

građevinari, izvođači radova, kontrolni organi, i dr., da proizvod koji koriste odgovara određenoj primeni i poseduje sve potrebne kvalitete da bi omogućio nesmetanu i dugotrajnu eksploataciju.

4.2 Kojim standardima i propisima odgovara sistem Pragnum?

Predmet	Standard
Cev	DIN 16961, EN 13476-1 ili pri narudžbini ASTM F 894 NBR 7373 JIS K 6780
Statika	ATV A 127 ISO 9969
Hidraulika	ATV A110
Cevovodne instalacije	EN 1610
Zavarivanje	DVS 2207
Interni standard	KWS

Tablica 4.1

Sistem Pragnum se proizvodi i odgovara zahtevima standarda SRPS EN 13476-3:2008 „Sistemi cevovoda od plastičnih masa za podzemno odvodnjavanje i kanalizaciju bez pritiska - Sistemi cevovoda sa višeslojnim zidom od neomekšanog polivinilhlorida (U-PVC), polipropilena (PP) i polietilena (PE) - Deo 3: Specifikacije za cevi i fittinge sa glatkom unutrašnjom i profilisanom spoljašnjom površinom i sistem, tip B“ i DIN 16961. On je primenjiv uz postojeće

standarde i propise za projektovanje kanalizacionih sistema: „SRPS EN 752:2008 Kanalizacioni sistemi izvan objekata“

4.3 Šta zahtevaju standardi?

Standardi DIN 16961 i SRPS EN 13476-1:2008 propisuju minimalne zahteve za profilisane cevne sisteme u vezi sa sledećim karakteristikama:

Prstenasta krutost (ring stiffness). Testira se prema DIN 16961.

Izjednačavanje i način izračunavanja čvrstine određene prema DIN 16961 i SRPS EN ISO 9969 je prikazano u tablici dole.

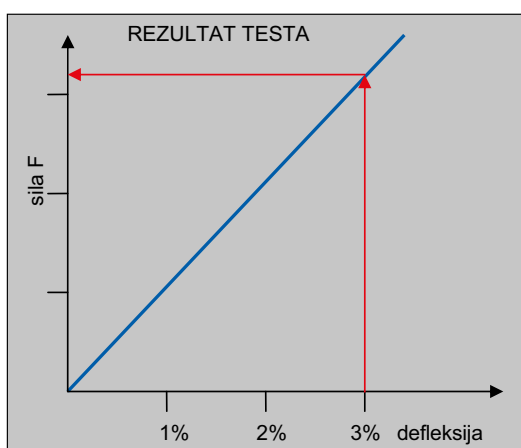
Poprečna čvrstina prstenova:	
DIN 16961	ISO 9969
SR ₂₄ [N/mm ²]	SN [N/mm ²]
16	4
32	8
64	16
125	31.25

Tablica 4.2

Poprečna čvrstina prstenova	Formula	Objašnjenje
Prema: DIN 16961	$SR_{24} = \frac{E_{24} \cdot I_x}{r^3}, [N/mm^2]$	E_{24} – modul elastičnosti nakon 24 časa, [N/mm ²] I_x – moment inercije, [mm ⁴ /mm] r – unutrašnji radijus ($r = d_i/2$), [mm]
Prema: ISO 9969	$SN = \frac{E_k \cdot I_x}{d_i^3}, [N/mm^2]$	E_k – modul elastičnosti nakon 1 minute, [N/mm ²] I_x – moment inercije, [mm ⁴ /mm] d_i – unutrašnji prečnik, [mm]

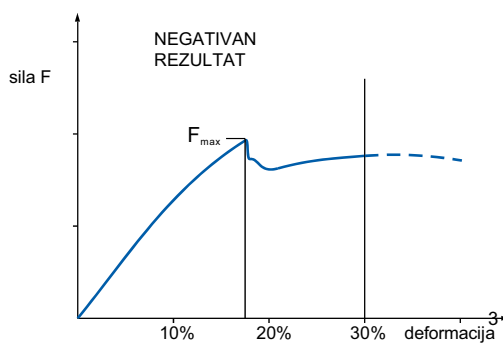
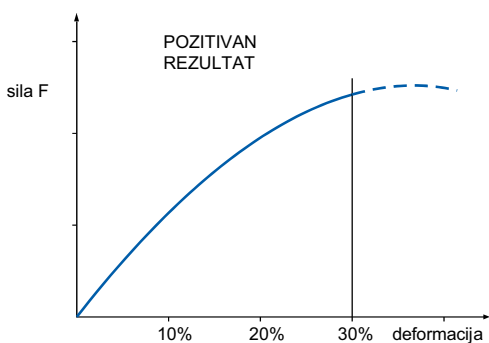
Tablica 4.3

Dole prikazani grafikon pokazuje, da čvrstina predstavlja odnos između primenjene sile i deformacije prstena, dok deformacija raste pri konstantnoj brzini.



► **Elastičnost prstenova (ring flexibility). Testira se prema SRPS EN ISO 13968:2008 (stari EN 1446)**

Standard zahteva održanje strukture i elastičnosti materijala pri deformaciji prstena od 30%.



► **Otpornost na puzanje (creep ratio). Testira se prema DIN EN ISO 899-2**

Puzanje je rezidualna deformacija kod plastike kao posledica konstantno primenjenog opterećenja. Ono se smanjuje nakon perioda od oko dve godine.

Puzanje je kritično za vodonepropusnost mufirane spojnice. Standard DIN 16961-2 zahteva koeficijent puzanja za **PE cevi** da bude:

Trajanje	Koeficijent puzanja (opterećenje 2 N/mm ² pri 23°C) kN/m ² min.			
	PE-HD ¹⁾	PVC-U	PP ²⁾ 23°C	
			Homopolimer	Kopolimer
1 min (kratkotrajno) E _c ≥	8 x 10 ⁵	36 x 10 ⁵	12.5 x 10 ⁵	8 x 10 ⁵
24 sata E _c 24 ≥	3.8 x 10 ⁵	30 x 10 ⁵	5.1 x 10 ⁵	3.6 x 10 ⁵
2000 sati E _c 2000 ≥	2.5 x 10 ⁵	23 x 10 ⁵	4.2 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
50 godina E _c 50 ≥	1.5 x 10 ⁵ ³⁾	17.5 x 10 ⁵ ³⁾	2.7 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁵
Provera u skladu sa odeljkom:	5.2.2			
¹⁾ Veća vrednost za E _c 50 treba da se dokaže od strane ovlašćenog organa				
²⁾ Veće vrednosti treba da se dokazuju od strane ovlašćenog organa				
³⁾ Pogledajte takođe i ATV-A 127				

Tablica 4.4

Koeficijent puzanja je obrnuto proporcionalan modulu elastičnosti. Što je modul elastičnosti veći, to je manje puzanje, i obrnuto.

► **Zahtevi za dimenzije i odstupanja cevi, spojnih elemenata i sistema (tolerances on pipe connections).**

Testira se prema SRPS EN 1852-1, SRPS EN 12666-1

Osnovne geometrijske karakteristike su uključene u standard SRPS EN 13476. Pravilne dimenzije i odstupanja nas uveravaju u to, da su svi elementi sistema jednaki, odgovaraju jedan drugome, i s tim u vezi imamo mogućnost da ih spojimo na odgovarajuće najbolji način.

Dimenzije cevi fazonskih elemenata su određene u skladu sa njihovim unutrašnjim prečnikom DN/ID. Standard DIN 16961-1 određuje sledeće nominalne prečnike od DN/ID 100 do DN/ID 3600.

► **Otpornost na spoljašnje udarce (impact resistance). Testira se prema SRPS EN 744, SRPS EN 1411, SRPS EN 12061**

Ovaj test nas uverava u to, da cevi i fazonski elementi neće biti oštećeni tokom prenošenja, transporta, skladištenja i instalacije.

Prema standardu SRPS EN 13476 – deo 2 i 3, postoji samo jedan osnovni zahtev: TIR ≤ 10% pri temperaturi od 0°C.

Tačka neuspeha je procenjena kao realno udarna (dinamički snažna) norma [TIR – true impact rate] za seriju ili proizvodnju, gde maksimalna vrednost TIR iznosi 10% [TIR = ukupan broj neuspeha podeljen na ukupan broj udara, u procentima, kao da je cela serija proizvoda testirana].

► **Vodonepropustljivost spojeva cevi. Testira se prema DIN EN 1610. Kvalitet spojeva zavarenih elektrofuzijskim zavarivanjem se testira prema DVS 2207**

Ove metode testiraju sposobnost sistema da zadržava tečnosti u sistemu i izvan njega (filtracija/infiltracija).

Spojevi se testiraju pod ekstremnim uslovima. Za cevne sisteme za kanalizaciju i kišnicu, ovo je jedna od fundamentalnih karakteristika.

Standard zahteva zaptivenost spojeva pri pozitivnom pritisku do 0,5 bar.

► **Mehanička čvrstina i elastičnost segmentno zavarenih spojnih delova. Testira se prema DVS 2207 i DVS 2209.**

Standard određuje, da mehanička čvrstina spojnih elemenata treba da bude jednaka ili veća od čvrstine cevi.

► **Otpornost na visoke temperature. Testira se prema SRPS EN 1437 i SRPS EN 1055.**

Tokom eksploatacije, termoplastični cevni sistemi za drenažnu i kućnu kanalizaciju treba da budu otporni na određene temperature otpadnih voda. Iz ovog razloga, sistemi koji su proizvedeni od termoplastike, treba da budu otporni na dole prikazane temperature, kada su postavljeni u zemlju izvan zgrade.

U skladu sa iskusnim istraživanjima TEPPFA

**produžena temperatura vode od 45°C za dimenzije ≤ 200 mm
produžena temperatura vode od 35°C za dimenzije > 200 mm**

5 NOMENKLATURA

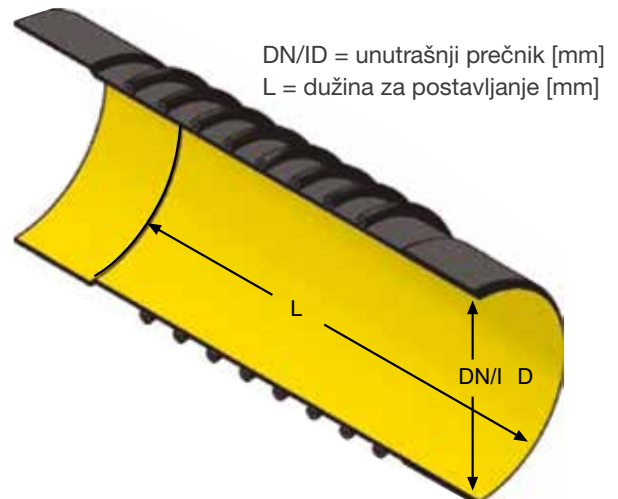
5.1 Cevi i spojni elementi

5.1.1 Cevi

DN [mm]	DN/ID [mm]	DN [mm]	DN/ID [mm]
700	700	1500	1500
900	900	1600	1600
1100	1100	1800	1800
1200	1200	2000	2000
1300	1300	2200	2200
1400	1400	2500	2500

Tablica: 5.1

U ponudi su cevi dužine 3, 6 i 12 metara.
Ove dužine ne uključuju dužinu mufa.



5.1.2 Spojni elementi

Svi spojni elementi se proizvode od cevi profila VW ili SQ. Uobičajeno, sastavni delovi se projektuju u zavisnosti od potrebne čvrstine i u odnosu na faktore zavarivanja. Sastavni deo može da ima mufiran i/ili gladak kraj i može da bude povezan sa postojećim sistemom cevi putem elektrofuzionog zavarivanja ili uz pomoć elastične zaptivne gumice.

Sve dimenzije spojnih elemenata odgovaraju zahtevima standarda DIN 16961-1. Standardna dužina glatkog kraja (L_s) je 140 mm, a standardna dužina mufa (L_m) je 140 mm.

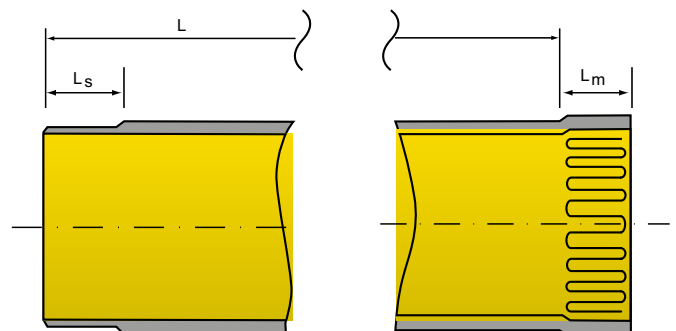
Svi sastavni delovi su proizvedeni od cevi

- Račve:

Račve mogu da budu proizvedene i dostavljene bilo kog oblika i vrste. Ugao može da bude prilagođen individualno od 15° do 90°.

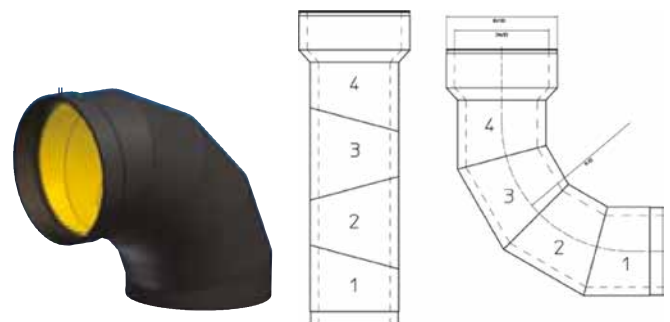
- Lukovi:

Lukovi mogu biti proizvedena u različitim uglovima, s tim što radijus luka, koji je povezan sa prečnikom cevi, može da bude individualno izabran.



α	količina segmenata
15°	2
30°	2
45°	3
60°	3
75°	4
90°	4

Tablica 5.2



Luk

Podela i postavljanje segmenata za pravljenje ugla od 90°

Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.

- Redukcije:

Redukcije mogu biti napravljene centrično i ekscentrično, u skladu sa zahtevima. Za standardne redukcije maksimalna razlika u prečniku je 200 mm. Postoje i druge razlike u prečniku, u zavisnosti od porudžbine.

- Zaptivne priрубnice:

Da bi se PRAGNUM cevi sprovele kroz zidove, preporučujemo naše, jednostavne za instalaciju u beton, zaptivne priрубnice. Zaptivnost je obezbeđena zahvaljujući elastičnom prstenu.



Sve cevi i spojni elementi koji su u ponudi, imaju ugrađen elektrofuzionu spojnicu (muf). Kao opciju, možemo da predložimo i elastičnu zaptivnu gumicu.



Račve sa uključenim vezama za elektrofuzijsko zavarivanje



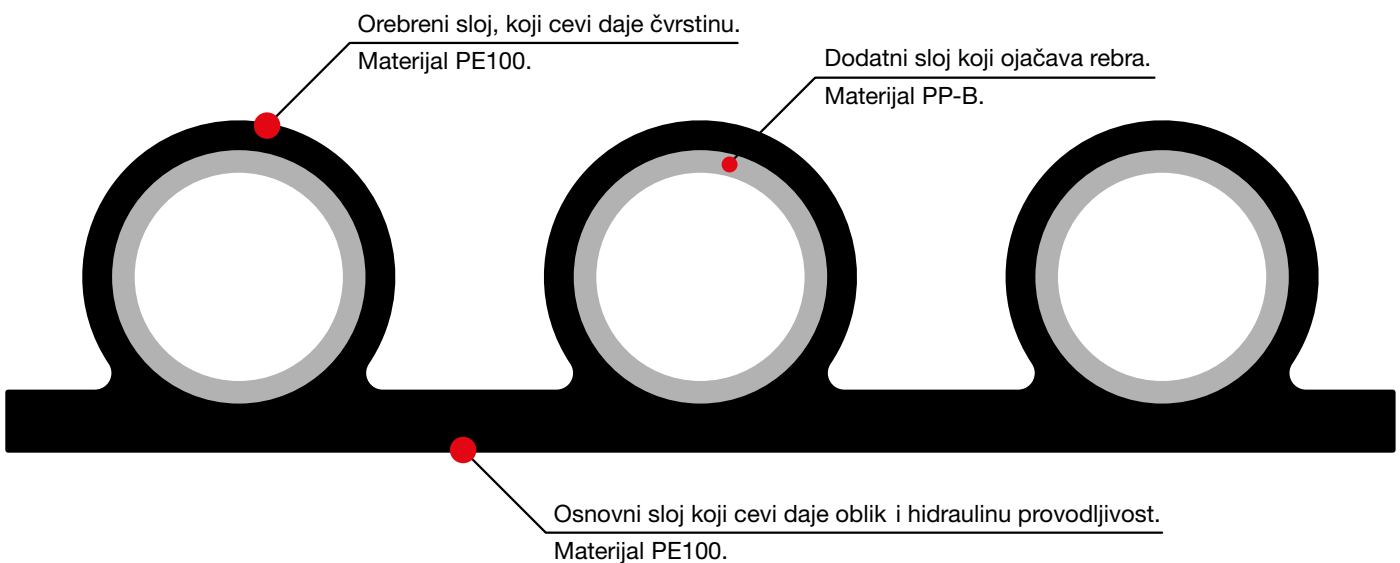
Luk DN/ID 2400 mm



Različite vrste spojnih elemenata

5.1.3 Vrste profila

Osim kompaktnog profila VW, koji je prikazan u daljem tekstu, standardni profil cevi se sastoji od osnovnog sloja od PE100, koji cevi daje oblik i hidrauliku provodljivost, orebreni sloj od PE100, koji cevi daje čvrstinu, i dodatni sloj od PP-B koji ojačava rebra.



- Profil tipa PR:

Osnovne prednosti profila iz serije PR su glatka unutrašnja površina i profilisana spoljašnja površina. Mala masa i velika čvrstoća su takođe od velikog značaja. Oblast primene ove vrste profila su cevovodni sistemi za odvodnjavanje, kanali za kišnicu, kanalizaciju i ventilaciju.



Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.

- Profil tipa SQ

Ova profilisana cev ima glatku unutrašnju i spoljašnju površinu, uključujući i unutrašnje profile sastavljene iz jednog ili više slojeva. Ovaj profil poseduje vrlo visoku dugotrajnu čvrstinu, što ga čini vrlo pogodnim za izuzetno teška opterećenja i velike prečnike. Na primer, PR profil može bez problema da se doda na SQ profil ili cev.



- Profil tipa SP

U slučaju da standardni profili nisu odgovarajući za uticaj različitih vrsta opterećenja, PRAGNUM sistemi cevi omogućavaju kombinaciju različitih vrsta profila, kako bi se postigao potreban efekat.

Uz pomoć ove tehnike mogu da se postignu sledeći efekti: a) dva profila mogu da budu statički dodati i na taj način se obezbeđuje veća čvrstina cevi; b) dodajući profil glatkoj površini smanjuje se podužna deformacija cevi u zemljištu.



- Kompaktne cevi

Ovakve cevi imaju glatku unutrašnju i spoljašnju površinu. Cevi su jednoslojne (kompaktne). Osim toga, ove cevi su kaljene, što znači da nema zaostalih napona.

- Profil tipa VW

Tip VW je kompaktna tvrda cev sa glatkom unutrašnjom i spoljašnjom površinom. Ove cevi mogu da se koriste i pri povišenom radnom pritisku. Minimalna debljina zida je 5 mm, maksimalna je 80 mm.



s\ DN/ID	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	18	20	25	30	35	40
	Težina, [kg/m]																
700	10.6	12.8	14.9	17.1	19.2	21.4	23.6	25.8	28.0	30.1	32.3	39.0	43.4	54.7	66.0	77.6	89.3
900	13.6	16.4	19.1	21.9	24.7	27.4	30.2	33.0	35.8	38.6	41.4	49.8	55.5	69.7	84.1	98.7	113.4
1100	16.7	20.0	23.4	26.7	30.1	33.5	36.9	40.2	43.6	47.0	50.4	60.7	67.6	84.8	102.2	119.8	137.5
1200	18.2	21.8	25.5	29.1	32.8	36.5	40.2	43.9	47.5	51.3	55.0	66.1	73.6	92.4	111.3	130.4	149.6
1300	19.7	23.6	27.6	31.6	35.5	39.5	43.5	47.5	51.5	55.5	59.5	71.5	79.6	99.9	120.3	140.9	161.6
1400	21.2	25.4	29.7	34.0	38.2	42.5	46.8	51.1	55.4	59.7	64.0	77.0	85.6	107.4	129.4	151.5	173.7
1500	22.7	27.3	31.8	36.4	41.0	45.5	50.1	54.7	59.3	63.9	68.5	82.4	91.7	115.0	138.4	162.0	185.8
1600	24.2	29.1	33.9	38.8	43.7	48.6	53.4	58.3	63.2	68.1	73.1	87.8	97.7	122.5	147.5	172.6	197.8
1700	25.7	30.9	36.0	41.2	46.4	51.6	56.8	62.0	67.1	72.4	77.6	93.3	103.7	130.1	156.5	183.1	209.9
1800	27.2	32.7	38.1	43.6	49.1	54.6	60.1	65.6	71.1	76.6	82.1	98.7	109.8	137.6	165.6	193.7	222.0
1900	28.7	34.5	40.3	46.0	51.8	57.6	63.4	69.2	75.0	80.8	86.6	104.1	115.8	145.1	174.6	204.2	234.0
2000	30.2	36.3	42.4	48.4	54.5	60.6	66.7	72.8	78.9	85.0	91.2	109.5	121.8	152.7	183.7	214.8	246.0
2100	31.7	38.1	44.5	50.9	57.2	63.6	70.0	76.4	82.8	89.3	95.7	115.0	127.9	160.2	192.7	225.4	258.0
2200	33.2	39.9	46.6	53.3	60.0	66.7	73.3	80.1	86.8	93.5	100.2	120.4	133.9	167.8	201.8	235.9	270.1
2300	34.8	41.7	48.7	55.7	62.7	69.7	76.7	83.7	90.7	97.7	104.7	125.8	139.9	175.3	210.8	246.5	282.3
2400	36.3	43.5	50.8	58.1	65.4	72.7	80.0	87.3	94.6	101.9	109.2	131.3	146.0	182.8	219.9	257.0	294.3
2500	37.8	45.3	52.9	60.5	68.1	75.7	83.3	90.9	98.5	106.1	113.8	136.7	152.0	190.4	228.9	267.6	306.4
2600	39.3	47.2	55.0	62.9	70.8	78.7	86.6	94.5	102.4	110.4	118.3	142.1	158.0	197.9	237.9	278.1	318.5
2700	40.8	49.0	57.1	65.3	73.5	81.7	89.9	98.1	106.4	114.6	122.8	147.5	164.1	202.5	247.0	288.7	330.5
2800	42.3	50.8	59.3	67.7	76.2	84.7	93.3	101.8	110.3	118.8	127.3	153.0	170.1	213.0	256.0	299.2	342.6
2900	43.8	52.6	61.4	70.2	79.0	87.8	96.6	105.4	114.2	123.0	131.9	158.4	176.1	220.5	265.1	309.8	354.7
3000	45.3	54.4	63.5	72.6	81.7	90.8	99.9	109.0	118.1	127.3	136.4	163.8	182.2	228.1	274.1	320.4	366.7

Tablica 5.4 – Masa cevi profila tipa VW

s - debljina zida cevi [mm]. Druge dimenzije i materijali su dostupni prema narudžbini. Masa bez mufa i naglavka.

Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.

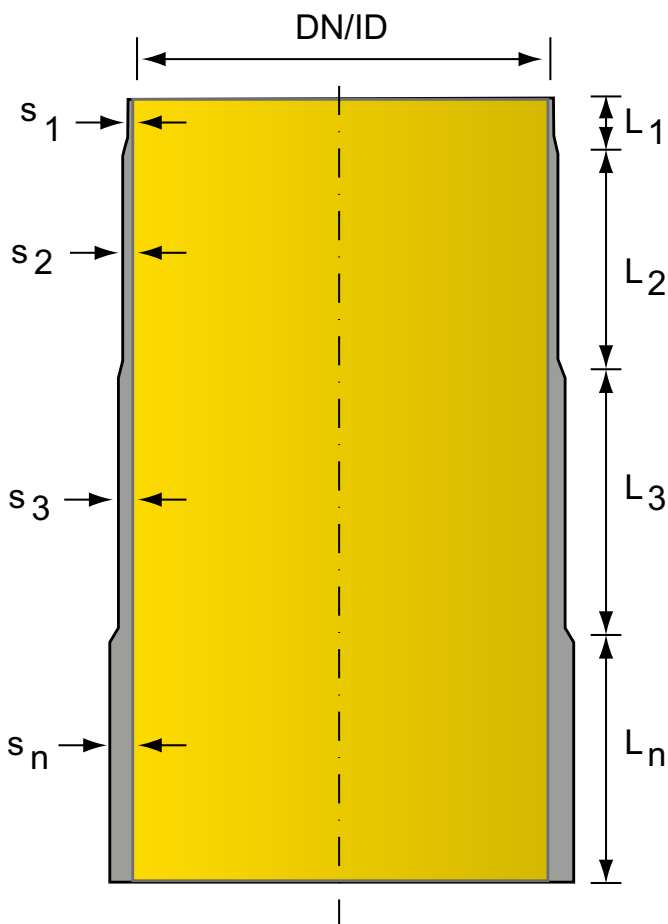
- Profil tipa ST

evi sa profilom tipa ST su specijalno proizvedene za vertikalne rezervoare, gde su potrebne različite debljine zida jedne cevi, kako bi se uštedelo na materijalu.

Metoda proračuna je usklađena sa DVS 2205.

Stepenaste cevi	srednje	maksimalno
nominalna širina (DI)	300 [mm]	3000 [mm]
količina stepenika (n)	dva	šest
dužina stepenika (L)	200 [mm]	dužina cevi
debljina zida stepenika (s)	5 [mm]	300 [mm] za PE 150 [mm] za PP
rastojanje između stepenika	5 [mm]	

Tablica 5.5 – Tehničke karakteristike stepenastih cevi



Skica vertikalnog stepenastog rezervoara za skladištenje

S_i = Debljina zida kod stepenika (i)

L_i = Dužina stepenika (i)

Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.



Cev tvrdih zidova od polietilena
 $s = 180 \text{ mm}$



Vertikalni rezervoari za skladištenje od polietilena



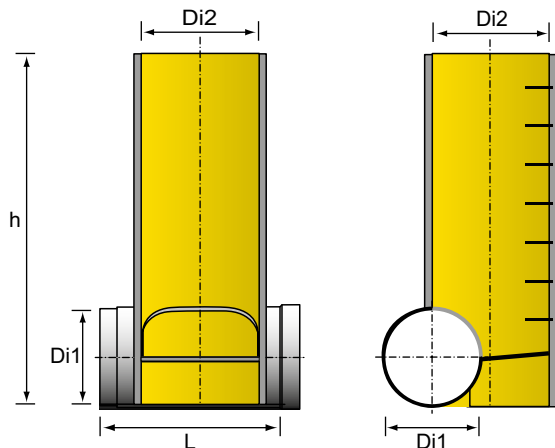
Vertikalni stepenasti rezervoar za industrijsku primenu



Različite vrste cevi

5.2 Revizioni šahtovi PRO-PRAGNUM – izrađeni u skladu sa SRPS EN 13598-2

5.2.1 Tangencijalni šaht

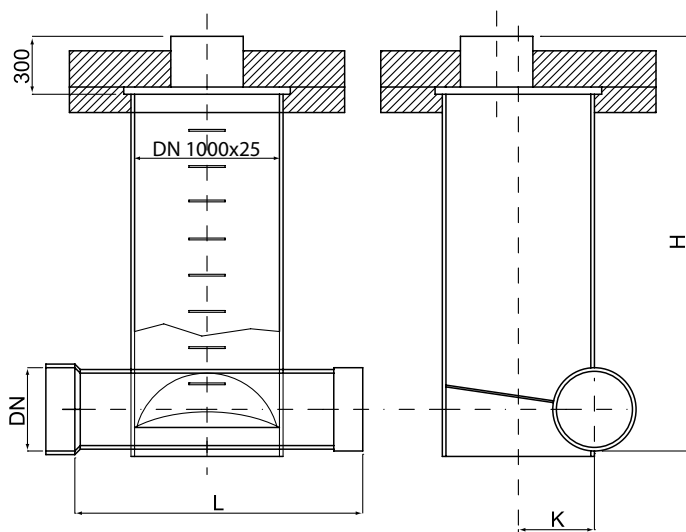


DN baze	DN/ID priključka	Broj priključaka	Vrsta ulazne/ izlazne cevi	Način spajanja	Mogući uglovi za priključke	Visina
1000	От 700 до 1200 през 100 mm	1	Pragma - DN 800 до DN 1000 Pragnum - DN700 до DN2500	Pragma – еластомерно уплътнение Pragnum – електрофузионна муфа или еластомерно уплътнение	от 90° до 270°	Според проектната височина Макс. 10 м

Tablica 5.6

Tehnologija proizvodnje šahtova PRO-PRAGNUM omogućava dodatne priključke različitih prečnika i pod različitim uglovima, kako horizontalno tako i vertikalno, u skladu sa zahtevima projekta. Za više informacija, obratite se predstavnicima prodaje firme Pipelife.

- Za proizvodnju baza revizionih šahtova PRO-PRAGNUM se koriste cevi profila SQ ili VW sa minimalnom debljinom zidova 25 mm.
- Maksimalna instalaciona dubina postavljanja šahtova je 10 metara.
- Svi šahtovi su opremljeni sa:
 - Oblikovanim kinetama
 - Penjalicama za ljudski pristup
- Šahtovi se završavaju ramovima od armiranog betona sa otvorom za revizioni otvor šahta i pločom od armiranog betona za revizioni poklopac.



Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.

6 USLOVI ZA POSTAVLJANJE CEVNOG SISTEMA PRAGNUM

6.1 Osnovne mere

Najvažniji faktor za postizanje zadovoljavajuće instalacije plastičnog kolektora je interakcija između cevi i okolnog tla. Veća vrednost otpornosti cevi se postiže uz pomoć zemlje u zoni cevi. Stoga, vrsta nasipanja i stepen zbijenosti u zoni cevi su od velikog značaja. Prema tome, u svakom projektu kanalizacije, projektant treba da odredi uslove za postavljanje, i to:

1. Uslovi postojećih slojeva zemlje i pogodnost za njihovu upotrebu za osnovu rova i nasipanje.
2. Geomehantičke karakteristike tla koje se koristi kao osnova i za nasipanje, kao i način na koji se ono izvršava.
3. Odgovarajuća klasa prstenaste krutosti cevi.

Na samom početku svakog projekta, prvi korak je izvršavanje geomehantičkog

proučavanja tla, u koje će se postaviti cev. Ovo proučavanje, kao i laboratorijski testovi, treba da se izvrše u cilju utvrđivanja vrste tla i njegove strukture, stepena zbijenosti i nivoa podzemnih voda.

6.2 Karakteristike podloge

Projektovanje podloge zavisi od geomehantičkih karakteristika tla u zoni postavljanja cevi. Uopšteno, postoje dva

pristupa za izbor podloge: Prirodno postavljanje na već postojeći sloj zemljišta, bez dodatne obrade i

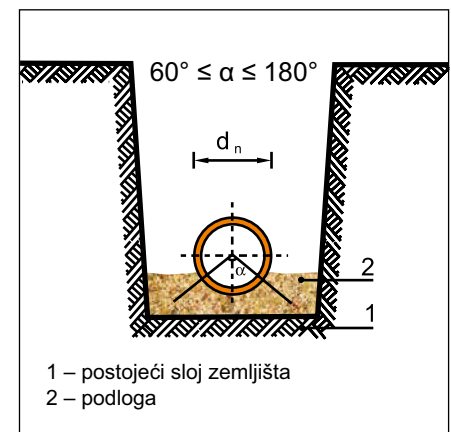
postavljanje na podlogu od odabranog zemljišnog materijala sa potrebnim stepenom zbijenosti.

6.2.1 Postavljanje na već postojeće, neobrađeno zemljište

U nekim slučajevima može da se dozvoli postavljanje cevi Pragnum na dno pripremljenog rova, ali samo na granulasto, suvo tlo, u kom nema srednjeg i velikog po dimenzijama frakcija kamenja (> 20 mm). Ovakva tla su fini šljunak, krupan pesak, fini pesak i peskovita glina.

Pri ovakvim uslovima zemljišta cev se postavlja na tanku (10 do 15 cm) nezbijenu podlogu na dno iskopanog rova. Cilj podloge je da poboljša uslove za postavljanje cevi na dno rova i da

obebedi čvrst i otporan oslonac za cev sa širinom ugla naleganja $\alpha = 60 - 180^\circ$. (pogledajte sliku 6.1)



Slika 6.1 Postavljanje u prirodnim uslovima

6.2.2 Postavljanje na veštačku osnovu

U nekim situacijama cev treba da se postavi na dodatno pripremljenu osnovu:

1. Kada bi prirodno tlo moglo da posluži kao osnova ali zbog nekih strukturnih neispravnosti ne može obavljati tu funkciju.
 2. U stenastom, kohezionom (glina) i aluvijalnom zemljištu.
 3. U slabom i mekanom zemljištu, kao što su organski mulj i treset (lesna zemljišta).
 4. U svim drugim slučajevima, kada projektna dokumentacija zahteva izradu dodatne podloge.
- Primer za rešenje slučaja 1 i 2 je prikazan na slici 6.2. Cevi se postavljaju na dva sloja izrađena od peskovitog zemljišta

ili finog šljunka, maksimalne veličine čestica do 20 mm.

- Osnovni sloj se priprema od dobro zbijenog zemljišta debljine 25 cm (najmanje 15 cm).
- Podloga je od 10 do 15 cm – debela, nezbijena.

Kod slabih zemljišta, u zavisnosti od debljine sloja, ispod nivoa postavljanja kanalizacionih cevi se predlažu dva rešenja.

1. Kada je debljina sloja slabog zemljišta $\leq 1,0$ m (pogledajte sliku 6.3).

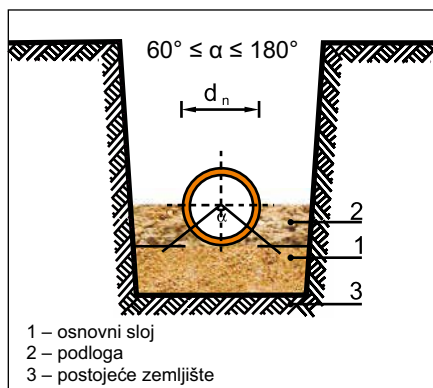
U ovom slučaju, sloj slabog zemljišta se uklanja i u rov se postavlja novi sloj dobro zbijene smese od drobljenog šljunka i peska (u odnosu 1:0,3) ili

smese od prirodnog i drobljenog šljunka (u odnosu 1:0,3).

Ovaj novi osnovni sloj se postavlja na geotekstil.

2. Kada je debljina sloja slabog zemljišta $> 1,0$ m (pogledajte sliku 6.4).

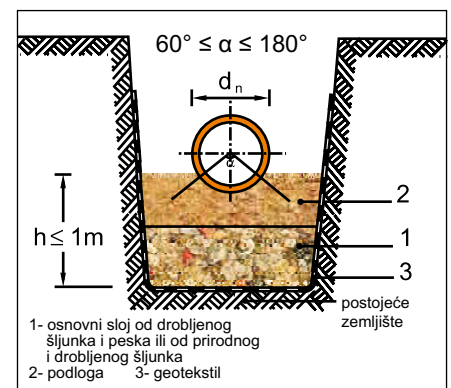
U ovom slučaju se postavlja novi dodatni sloj debljine 25 cm, dobro zbijene smese od drobljenog šljunka i peska (u odnosu 1:0,6) ili smesa prirodnog šljunka i peska (u odnosu 1:0,3). Ovaj novi, podložni sloj se postavlja na geotekstil.



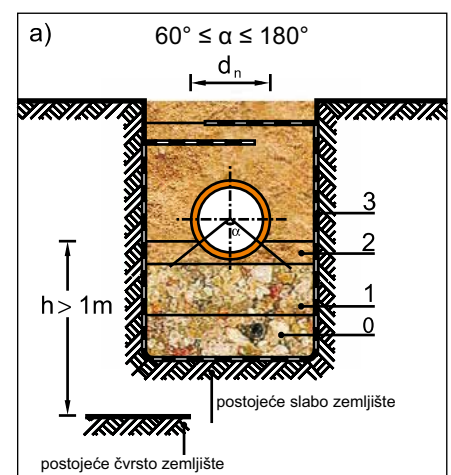
Slika: 6.2 Primer postavljanja u otporno Zemljište

U svim slučajevima, zbijenost zemljišta treba da bude od 85% do 95% prema Proctor-u

- 0 – dodatni osnovni sloj debljine 25 cm od drobljenog šljunka i peska ili od prirodnog i drobljenog šljunka
- 1 – osnovni sloj od drobljenog šljunka i peska ili od prirodnog šljunka i peska
- 2 – podloga
- 3 – geotekstil



Slika: 6.3 Primer za postavljanje u slabo zemljište (les) dubine $\leq 1,0$ m



Slika 6.4 Primer za postavljanje u slabo zemljište (les) dubine $> 1,0$ m

6.3 Zatrpavanje oko zone cevi, nasipanje i konačno zatrpavanje

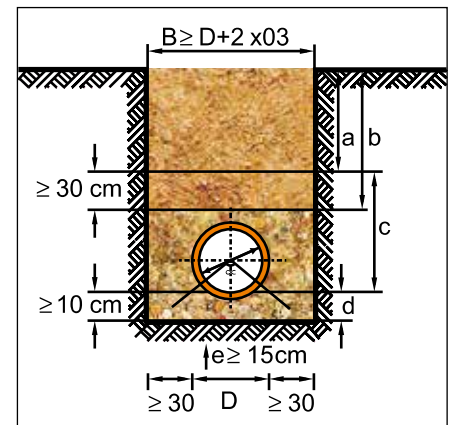
Osim postojećeg osnovnog sloja i podloge, vrsta tla i njegova zbijenost kod različitih vrsta zatrpavanja su od suštinskog značaja za postizanje zadovoljavajućeg nivoa instalacije fleksibilnih cevi.

6.3.1 Zatrpavanje oko zone cevi i sledeće nasipanje

Kriterijum za izbor materijala koji je odgovarajući za upotrebu prilikom zatrpavanja u zoni oko cevi i direktno na cev do površine rova, zasniva se na optimalnoj otpornosti i čvrstoći zemljišta nakon zbijanja.

Odgovarajući materijal zemljišta uključuje više vrsta i klasa prirodnih granulastih materijala čija maksimalna veličina zrna ne prelazi 10% od nominalnog prečnika cevi, ali ne više od 60 mm. Materijal za nasipanje ne treba da sadrži strane materijale (primese) kao što su sneg, led ili smrznute grudve zemlje.

- a – osnovno zatrpavanje
- b – pokriće od zemlje
- c – zona oko cevi
- d – podloga (ako je potrebna)
- e – osnovni sloj (ako je potreban)



Slika 6.5 Presek cevovoda

ZATRPAVANJE OKO ZONE CEVI I SLEDEĆE NASIPANJE		
Materijal	Prečnik čestica [mm]	Napomene
Šljunak, Drobljeno kamenje	8-22, 4-16 8-12, 4-8	Najodgovarajući materijal zemljišta, najviše od 5 do 20% čestica dimenzija 2 mm
Šljunak	2-20	Odgovarajući materijal zemljišta, najviše od 5 do 20% čestica dimenzija 0,2 mm
Pesak, Morenski šljunak	0.2-20	Relativno odgovarajuć materijal zemljišta, najviše do 5% čestica dimenzija 0,02 mm

Tablica 3.1 Karakteristike materijala za zatrpavanje oko cevi i nasipanje

6.3.2 Step en zbijenosti

Potreban step en zbijenosti materijala za nasipanje zavisi od uslova opterećenja.

- Kod putnih površina minimalna zbijenost zemlje u zoni cevi je 95%
- Izvan polja kolovoza materijal za nasipanje treba da se zbije do:

- 85% ako je visina nadsloja < 4.0 m
 - 95% ako je visina nadsloja ≥ 4.0 m
- Materijal za nasipanje bi trebalo da se zbije na slojeve debljine od 10 do 30 cm. Visina materijala za nasipanje iznad cevi treba da bude najmanje 30 cm.

6.3.3 Završno nasipanje (zatrpavanje)

Materijal za završno zatrpavanje rova može da bude od iskopane zemlje, ukoliko je moguće postizanje projektnog zbijanja sa maksimalnom veličinom čestica od 30 mm.

Kod putnih površina minimalna zbijenost završnog zatrpavanja treba da bude 95%.

6.3.4 Sabijanje materijala za zatrpavanje

Zahtevi za stepen sabijanja zavisi od ukupnog opterećenja i treba da budu definisani u projektnoj dokumentaciji. Sabijanje treba da se izvrši različitim uređajima za zbijanje. U zavisnosti od opreme, debljina slojeva i osetljivost zemljišta na sabijanje, mogu se postići različiti stepeni zbijenosti. U Tablici 3.2 su prikazani podaci koji se odnose na šljunkovita, peskovita, glinasta i muljevita zemljišta.

METODE SABIJANJA							
Oprema	Težina [kg]	Maksimalna debljina sloja pre sabijanja [m]		Minimalna debljina prvog zatrpavanja iznad cevi [m]*	Količina ponavljanja za postizanje sabijanja		
		šljunak, pesak	glina, nanosi		85% prema modifikovanom testu Proctor	90% prema modifikovanom testu Proctor	95% prema modifikovanom testu Proctor
Fino sabijanje	-	0.10	-	-	1	3	6
Ručno sabijanje	min. 15	0.15	0.10	0.30	1	3	6
Vibraciono sabijanje	50-100	0.30	0.20-0.25	0.50	1	3	6
Odvojeno mehanizovano sabijanje**	50-100	0,20	-	0.50	1	4	7
Mehanizovano sabijanje	50-100		-	0.50	1	4	7
	100-200		-	0.40	1	4	7
	400-600		0.20	0.80	1	4	7

Tablica 3.2 Metode sabijanja

*pre upotrebe uređaja za sabijanje

**sabijanje sa obe strane cevi

6.3.5 Širina rova

Širina rova treba da omogući pravilno postavljanje i sabijanje materijala za nasipanje (zatrpavanje). Minimalna širina površine sa strane cevi za postavljanje materijala za nasipanje je $b_{min}=30$ cm. Prema tome, minimalna širinarova (B) na nivou vrha cevi je:

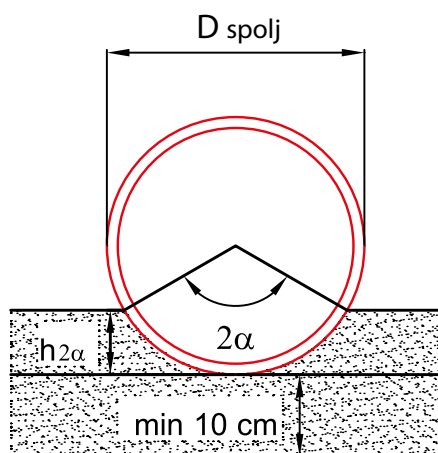
$$B = D + (2 \times b_{min})$$

Ako otpornost izlazne osnove tla je manja od prethodno određene projektom, širina rova (B) treba da bude:

$$B \geq 4 \times d_n$$

Do slične situacije može doći i sa granulastim zemljištima niske zbijenosti ($I_p < 0.33$) ili povezanim zemljištima sa marginalnim limitom $I_L > 0.0$.

6.3.6 Potreban materijal za nasipanje za postizanje željenog ugla za postavljanje



Zbog raznovrsnosti profila, od kojih može da se izradi jedna cev Pragnum i različitih klasa prstenaste krutosti, debljina zida ima različite vrednosti, a time i spoljašnji prečnik cevi. Zbog toga, za svaki konkretan slučaj, visina potrebnog materijala za nasipanje za postizanje željenog ugla nalaganja može da se izračuna po sledećoj formuli:

$$h_{2\alpha} = 0.1 \frac{D_{spolj}}{2} \left[1 - \sin \left(\frac{\pi (180 - 2\alpha)}{360} \right) \right]$$

gde je:

$h_{2\alpha}$ – potreban materijal za nasipanje za postizanje željenog ugla postavljanja, [cm]

D_{spolj} – spoljašnji prečnik cevi, [mm]

2α - ugao nalaganja, [°] – 60°, 90°, 120° ili 180°

7 INSTALACIJA CEVNOG SISTEMA PRAGNUM

7.1 Elektrofuziono zavarivanje



Ovo je najsigurniji sistem povezivanja cevi od polietilena, prečnika većeg od DN 1000, zbog toga što celokupan cevovod postaje jedna homogena celina.

Žica za zavarivanje koja je postavljena u muf ili naglavak se zagreva uz pomoć posebnog uređaja za zavarivanje i na taj način oba kraja cevi (muf i naglavak) se povezuju jedan sa drugim. Elektrofuziono zavarivanje je vrlo poželjna, jednostavna i sigurna metoda za instalaciju cevi u vrlo tesne iskope, i za kratko vreme.

DN/ID [mm]	Napon [V]	Vreme za zavarivanje u sekundama na temperaturi od 20°C do 15°C	Broj aparata za zavarivanje
700	25 V	1080 до 1120	1
900	38 V	900 до 945	1
1100	41 V	1100 до 1155	1
1200	43 V	1200 до 1260	1
1300	46 V	1300 до 1430	1
1400	47 V	1400 до 1500	1
1500	48 V	1800 до 1850	1
1600	48 V	1950 до 2100	1
1600	32 V	1000 до 1050	2
1800	40 V	880 до 930	2
2000	39 V	1100 до 1155	2
2200	44 V	1380 до 1435	2
2500	45V	1300 до 1450	1

Tablica 6.1

Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.



Proces elektrofuzionog zavarivanja



elektrofuziono zavarivanje šahta i cevi

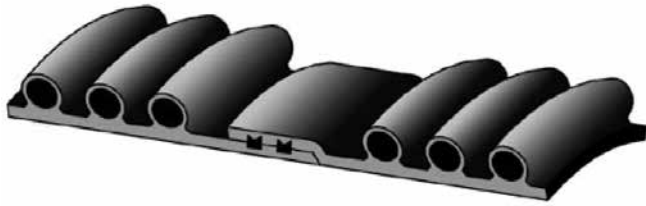


Elektrofuziono zavarivanje velike cevi u tesnom iskopu



Elektrofuziona spojnica (muf) i uređaj za zavarivanje

7.2 Spajanje mufom i zaptivnom gumicom



Dizajn spojnica (mufova) cevi Pragnum omogućava da se one spajaju prema izboru projektanta i uz pomoć elastične zaptivne gumice. Ova vrsta spajanja je posebno pogodna prilikom instalacije sistema u uslovima u kojima

elektrofuziono zavarivanje nije pogodno ili je teško za izvršavanje.

Sistem ima debeo ravan muf i naglavak sa ugrađenom EPDM zaptivkom. Minimalna debljina zida naglavka je usklađena sa standardom EN13476-3, tablica 7 i kao

dopuna tome prstenasta krutost mufa i prstenasta krutost naglavka su veće od prstenasta krutosti cevi.

8 TRANSPORT, UTOVAR I ISTOVAR, SKLADIŠTENJE

8.1 Transport

Zbog male mase, transport PRAGNUM cevi je izuzetno jednostavan. Treba da se

obezbedi nepokretljivost cevi i pravilno postavljanje.

8.2 Utovar i istovar

Viljuškari sa viljuškama od 5 metara su izuzetno pogodni za prenošenje cevi u proizvodnim preduzećima. Nisu potrebni dodatni teški uređaji. Obično cevi mogu

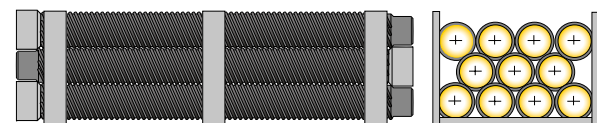
da budu istovarene i prenete do iskopa uz pomoć tehnike za podizanje, koja se uvek nalazi na objektu.

8.3 Skladištenje

Cevi i spojni elementi nije potrebno ređati na ravnu površinu bez kamenja i oštih predmeta, da bi se izbegla oštećenja. Važno je da muf iz gornjeg reda ne bude u kontaktu sa mufom iz donjeg reda. To znači, da cevi iz svakog sledećeg

reda treba da budu okrenute za 180°. U svakom slučaju cevi treba da budu zaštićene od kotrljanja, pogotovu ako su poređane u nekoliko redova. Visina ne treba da prelazi 4 m.

Uobičajeno skladištenje cevi PRAGNUM



Kao dodatne mere sigurnosti, treba voditi računa da cevi budu skladištene na takav način da se ne deformišu. U

većini slučajeva treba da postoje tri drvena podupirača koji da garantuju dobru raspodelu opterećenja.



Napomena: Moguća je neusklađenost slika sa stvarnim proizvodima.

9 HIDRAULIČKO DIMENZIONISANJE SISTEMA PRAGNUM

9.1 Polazne tačke

Hidrauličko dimenzionisanje uključuje izbor parametara za gravitacione kanale koji normalno rade pri delimično ispunjenom profilu. Zadatak hidrauličkog dimenzionisanja je da odredi najekonomičniji prečnik kroz koji se sprovodi potrebna količina vode. U praksi izračunavanje hidrauličkih

parametara cevi se bazira na sledećim osnovnim položajima:

1. Zahtev za kontinuitet protoka, i to:
 - visina ili ispunjenost (h), količina vode (f) i brzina (v) za svaki poprečni presek ostaju konstantni za svaki prihvaćeni deo cevi;
 - energetska linija ili linija pritiska

(hidraulički nagib), površina vode i nagib dna cevi su paralelni;

2. Režim kretanja u cevi je turbulentan.

9.2 Osnovne formule

Kao posledica usvajanja kontinuiranog protoka, količina vode za puni profil (presek) okrugle cevi treba da se izračunava po sledećim formulama:

$$1) \quad Q = V \cdot F; \quad F = \frac{\Pi \cdot d^2}{4}$$

$$2) \quad Q = \frac{\Pi \cdot d^2 \cdot V}{4}$$

gde je:

Q – količina vode, [m³/s]
 V – srednja brzina protoka, [m/s]
 F – površina poprečnog preseka cevi, [m²]

Pad pritiska po dužini cevi se izračunava na osnovu početnog hidrauličkog pada. Početni hidraulički pad za zatvorene okrugle cevi pri ustanovljenom turbulentnom režimu se izračunava prema Darcy-Weisbach-ovoj formuli:

$$3) \quad i = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

gde je:

i – hidraulički pad, [m/m]
 d – spoljašnji prečnik cevi, [m]
 V – srednja brzina protoka, [m/s]
 g – ubrzanje gravitacije, [m/s²]
 λ – koeficijent otpora trenja
 Re – Reynoldsov broj
 v – kinetički koeficijent viskoznosti [m²/s]
 (za vodu pri 10°C $v=1,308 \times 10^{-6}$ [m²/s])
 k – koeficijent apsolutne hrapavosti zida cevi, [mm]

Podužni koeficijent otpora trenja (λ) računa prema Colebrook-White formulama

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right)$$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$$

Bretting-ova formula za cevi sa delimično ispunjenim profilom

$$4) \quad \frac{q_n}{Q} = 0,46 - 0,5 \cdot \cos \left(\Pi \cdot \frac{h_n}{d} \right) + 0,04 \cdot \cos \left(2\Pi \cdot \frac{h_n}{d} \right)$$

gde je:

Q – količina vode pri punom profilu, [m³/s]
 q_n – količina vode pri delimično ispunjenom profilu, [m³/s]
 h_n – ispunjenost profila, [m]
 d – unutrašnji prečnik cevi, [m]

Koeficijent apsolutne hrapavosti zida cevi – k, [mm]

Laboratorijska hrapavost	0,0011 [mm]
Hrapavost cevi u eksploataciji (bez očitavanja lokalnih otpora)	0,015 [mm]
Veštački povišena hrapavost sa očitavanjem lokalnih otpora kod glavnih kanalizacionih kolektora	0,25 [mm]
Veštački povišena hrapavost sa očitavanjem lokalnih otpora kod sekundarnih kanalizacionih kolektora	0,40 [mm]

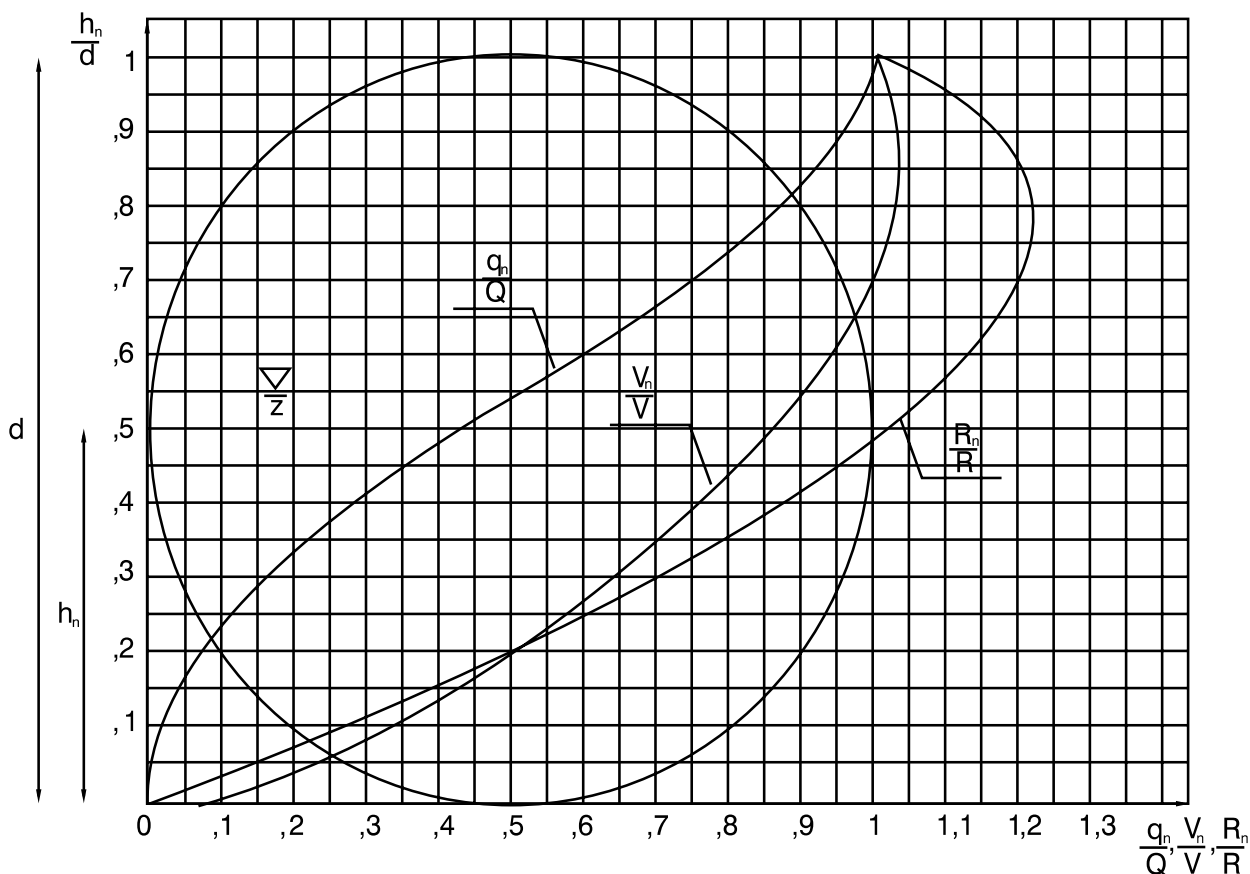
Vrednosti veštački povišene apsolutne hrapavosti su preporučljive ali nisu obavezne. Projektanti mogu da izaberu drugu veštački povišenu vrednost k ili drugu metodu za očitavanje lokalnog otpora.

9.3 Softver i tablice za dimenzionisanje

Osim dole prikazanih nomograma, Pipelife nudi projektantima i druga pomoćna sredstva za hidrauličko dimenzionisanje. U delu „**Za projektante**“ na www.pipelife.rs može se pronaći i koristiti **Web program** za hidrauličko izračunavanje posebnog dela kanalizacije, program za hidrauličko izračunavanje kanalizacione mreže i tablice za dimenzionisanje punjenja $h/D=0.5$, $h/D=0.7$ i $h/D=1.0$.

9.4 Hidraulički nomogrami

9.4.1 Nomogram za hidrauličko dimenzionisanje okruglih cevi delimično ispunjenog profila



$\frac{h_n}{d}$ odnos između ispunjenosti i prečnika cevi (d)

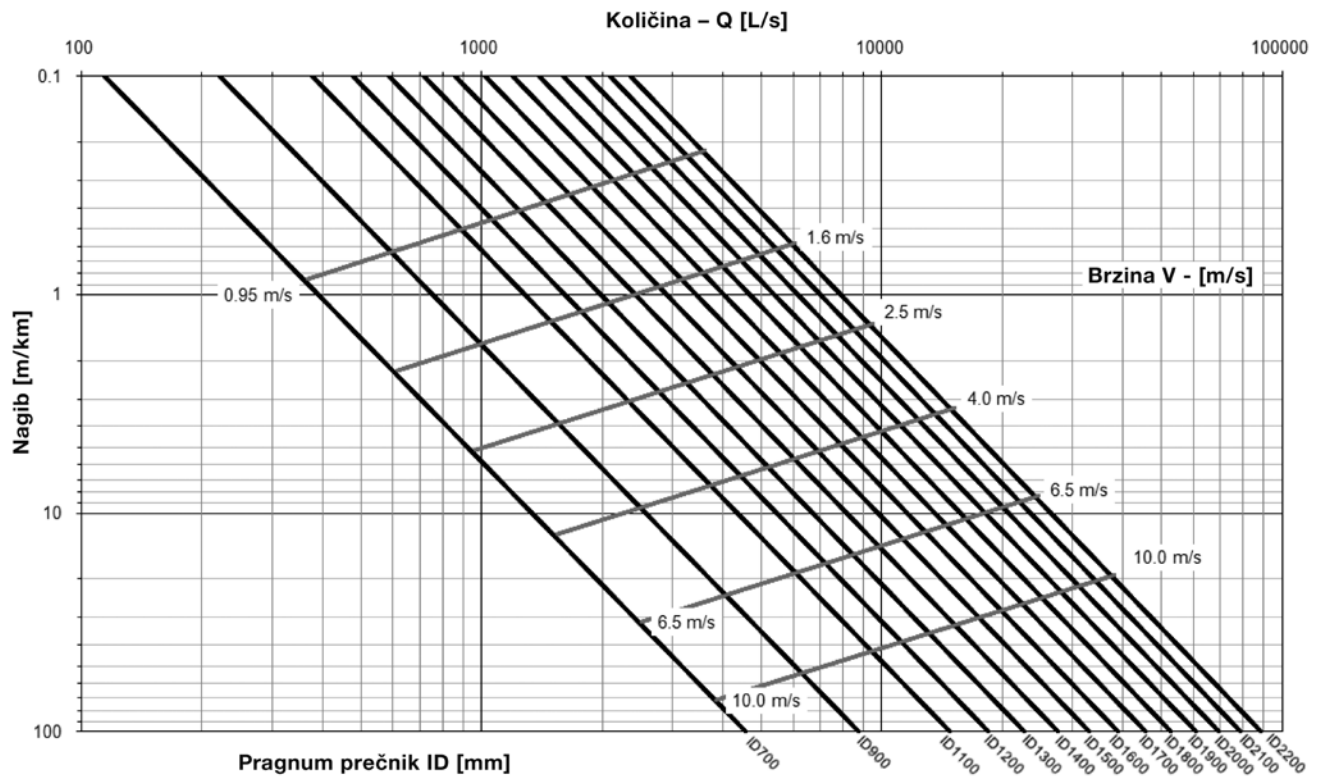
$\frac{q_n}{Q}$ odnos između stvarnog protoka kod delimične ispunjenosti (h_n) i protoka za pun profil

$\frac{V_n}{V}$ odnos između stvarne brzine kod delimične ispunjenosti (h_n) i brzine za pun profil

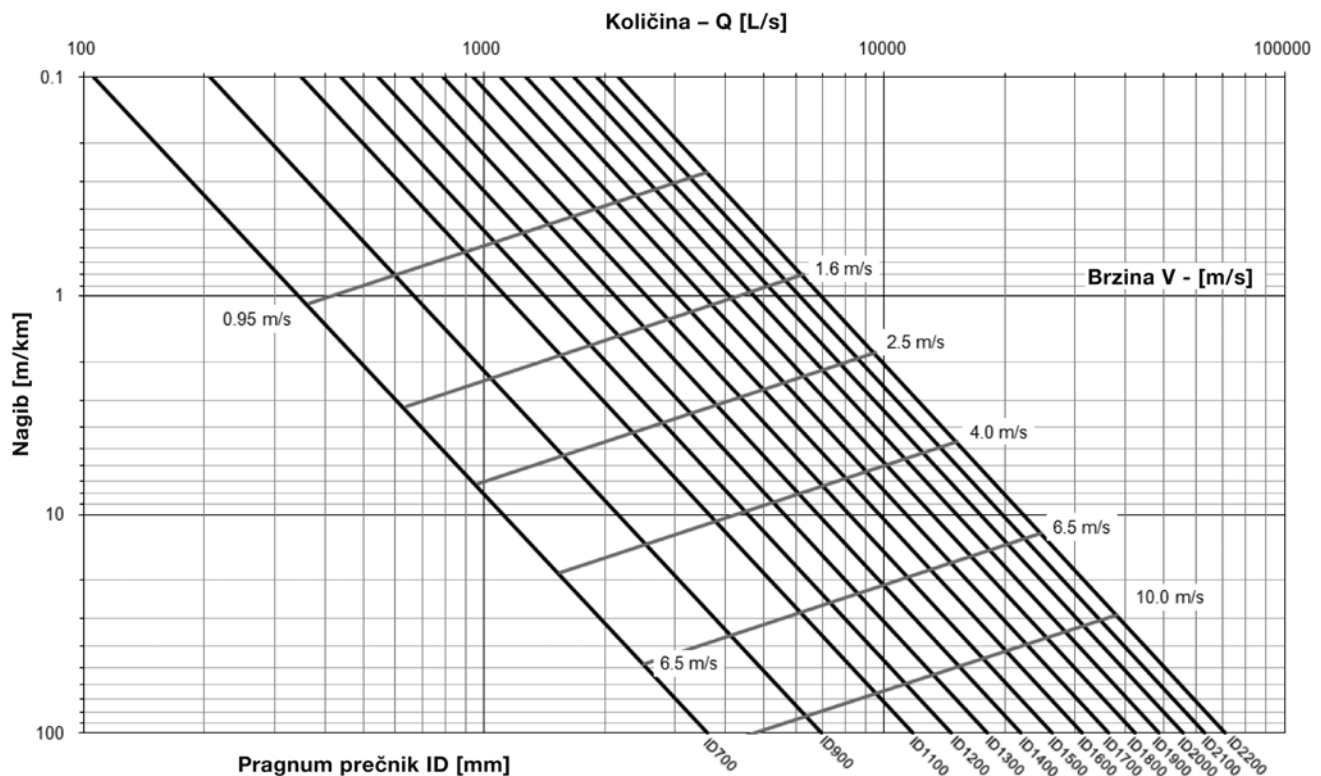
$\frac{R_n}{R}$ odnos između hidrauličkog radijusa kod delimične ispunjenosti (h_n) i hidrauličkog radijusa za pun profil

9.4.2 Nomogram za hidrauličko dimenzionisanje protoka bez pritiska u okruglim cevima Pragnum, punog profila

Za $k = 0,015$ [mm], temperatura vode $t=10^{\circ}\text{C}$, pun profil
 Formula Darcy-Weisbach/Colebrook-White



Za $k = 0,25$ [mm], temperatura vode $t=10^{\circ}\text{C}$, pun profil
 Formula Darcy-Weisbach/Colebrook-White



9.5 Hidraulički padovi i brzina protoka kod cevi Pragnum

Minimalan pad kanala se određuje u cilju postizanja minimalne brzine protoka, što sprečava taloženje suspendovanih čestica i zapušavanje cevi.

Sposobnost protoka za samočišćenje, koja sprečava taloženje i odlaganje čestica po dnu cevi, zavisi od ugla unutrašnjeg trenja Θ (pogledajte sliku 9.1).

Θ se određuje prema formuli 5) :

$$5) \quad \frac{h_n}{d} = \frac{1}{2} \cdot (1 - \cos \Theta)$$

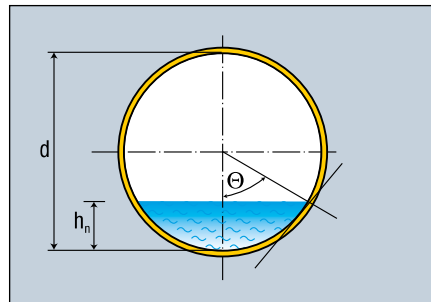
gde je:

h_n – ispunjenost profila, [m]
 d – unutrašnji prečnik cevi, [m]
 Θ – ugao unutrašnjeg trenja, [°]

Ako je $\Theta = 35^\circ$

onda je $h_n/d = 0,1$

Površina taloga može da se prihvatiti kao relativno horizontalan sloj na dnu kanala.



Slika 9.1. Ugao unutrašnjeg trenja

Sigurna donja granica brzine, pri kojoj se izbegavaju sedimentacioni procesi zavisi od vrste čestica koje se talože (sedimenti).

Uobičajeno dozvoljene minimalne brzine (V_{sc}) za puni profil, pri kojima možemo biti sigurni za samočišćenje cevi ne treba da budu niže od:

$V_{sc} = 0,8$ m/s za fekalnu kanalizaciju
 $V_{sc} = 0,6$ m/s za atmosfersku kanalizaciju
 $V_{sc} = 1,0$ m/s za mešovitu kanalizaciju

Nakon što se odredi nagib cevovoda treba da se izabere dozvoljena brzina, uzimajući u obzir prečnik cevi. Do ovog trenutka se koristi sledeća jednostavna formula: 6)

$$6) \quad i_{min} = \frac{1}{d}$$

gde je:

i_{min} = minimalno dozvoljeni pad
 d = unutrašnji prečnik cevi

Minimalni nagib kanalizacionog kolektora može takođe da se izrazi putem tangencijalne sile otpadne vode, koja je data izrazom: 7)

$$7) \quad \tau = \gamma \cdot R \cdot i$$

gde je:

γ = gustina otpadne vode, [kg/m³]
 R = hidraulički radijus, [m]
 i = hidraulički nagib, [m/m]

Stvarna vučna sila je: 8):

$$8) \quad \tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i \cdot k_1$$

gde je:

$R = \frac{d}{4}$, hidraulički radijus za okrugle 4 cevi punog profila

k_1 = korekcionni koeficijent, $k_1 f \left(\frac{h_n}{d}\right)$

Od gore prikazanih formula se konstatovano je da kritična tangencijalna sila za delimično ispunjen (stvarni) profil oticanja je: 9)

$$9) \quad \tau_0 = \gamma \cdot i \cdot \frac{d}{4} \cdot \frac{R_n}{R}$$

Kritična tangencijalna sila koja odgovara uslovima za samočišćenje kanalizacionog kolektora je: 10)

$$10) \quad \tau_0 \geq 1.5 \text{ Pa (za kišnicu)}$$

$$\tau_0 \geq 1.5 \text{ Pa (za kanalizaciju)}$$

Kako proizilazi iz formule 9, nakon prerade se dobija da je minimalni nagib cevi: 10a)

$$10a) \quad i_{min} = \frac{0.612 \cdot 10^{-3}}{d \cdot \frac{R_n}{R}} \text{ (za kišnicu)}$$

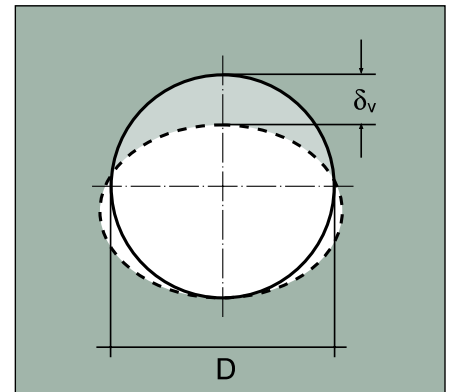
$$10b) \quad i_{min} = \frac{0.815 \cdot 10^{-3}}{d \cdot \frac{R_n}{R}} \text{ (za kanalizaciju)}$$

10 STATIČKO DIMENZIONISANJE SISTEMA PRAGNUM

10.1 Odnos između cevi i okolnog tla

Sa tehničke tačke gledišta polietilenski sistem Pragnum je fleksibilna struktura koja poseduje veliku sposobnost da apsorbuje opterećenja i da se pritom ne primećuju nedostaci. Klasična metoda, koja izračunava otpornost strukturnog materijala je da se opiše stvarna veza između opterećenja i snage do koje dolazi, kada se materijal optereti. Vertikalni teret na vrhu cevi

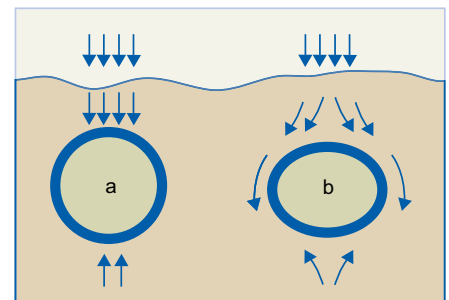
izaziva deformacije, ugib (δ_v), što dovodi do smanjenja vertikalnog prečnika fleksibilne cevi i obrazovanja elipsastog oblika (pogledajte sliku 10.1).



Slika 10.1 Krivljenje okrugle cevi izazvano vertikalnim opterećenjem

Deformacija cevi izaziva periferno opterećenje u cevi kada se izvršava pritisak na okolnu zemlju. Istovremeno, pasivno stanje tla smanjuje periferno opterećenje zida cevi. Ova periferna opterećenja u zidu cevi izazvana ugibom su u trenutnoj ravnoteži sa pritiskom zemljišta koji je usmeren na spoljašnji zid cevi. Sila zemljišta koja je suprotna sili cevi zavisi od vertikalnog opterećenja, vrste tla, gustine i dela cevi kao i od prstenaste krutosti cevi. Za krute cevi kao što su betonske i dr., sama cev preuzima stvarno glavno

opterećenje na sebe, dok fleksibilna cev koristi horizontalnu reakciju tla izazvanu savijanjem i deformacijom cevi. Dugogodišnje iskustvo pokazuje da fleksibilne cevi (b) mogu da izdrže saobraćajno i druga opterećenja više od cevi (a), izrađenih od betona ili drugog krutog materijala. Cevi (b) selektivno izbegavaju opterećenje putem savijanja. Na ovaj način, okolno zemljište prihvata opterećenje na sebe.



Slika 10.2

Projektno ponašanje fleksibilnih cevi može se ilustrovati Spanglerovom formulom: 11)

11)

$$\frac{\delta_v}{D} = \frac{f(g)}{(SN + S_s)}$$

Formula(11) opisuje relativnu deformaciju cevi koja je izložena vertikalnom opterećenju (q_v) podržana čvrstinom cevi i čvrstinom tla. Ova formula jasno ilustruje, da deformacija cevi može da se ograniči do dozvoljenih vrednosti, putem povećanja jednog od dva faktora

– čvrstina cevi ili sabijenost zemljišta u zoni cevi. Osim toga, može se reći da je cev veće čvrstine manje zavisna od sabijenosti tla u zoni cevi. Sa druge strane, formiranje optimalnog naleganja cevi sa odgovarajućim dobro zaptivenim materijalima (visoki troškovi instalacije)

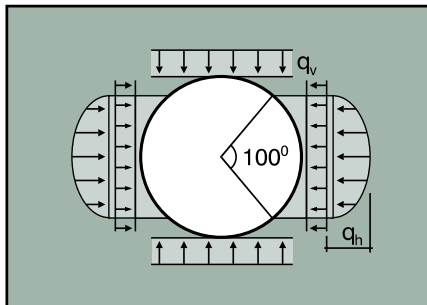
където:

- δ_v – деформация на диаметъра на тръбата
- D – първоначален недеформиран диаметър на тръбата
- q – вертикално натоварване
- SN – коравина на пръстена на тръбата
- S_s – коравина на почвата

omogućavaju upotrebu cevi niže klase krutosti (SN) (niža vrednost materijala). Donošenje odluke za korišćenje jedne od dve varijante je pitanje tehničko-ekonomske analize.

10.2 Opterećenje

Širenje zemljišnog pritiska u zoni cevi prema Skandinavskoj metodi je prikazano na slici 10.3. Cev koja je postavljena u zemljište je opterećena vertikalnim teretom (q_v), koji generiše pritisak i napore kao i suprotni horizontalni teret (q_h).



Slika 10.3 Skandinavski model raspodele zemljišnog opterećenja

VERTIKALNI TERETI

1. Opterećenje tla iznad cevi: 12)

12)

$$q_z = \gamma_z \cdot H$$

gde je:

$\gamma_z = 18$ do 20 kN/m^3 za cevi iznad nivoa podzemnih voda

Za cevi koje su postavljene ispod nivoa podzemnih voda ukupan pritisak će se povećati sa hidrostatičkim pritiskom: 13)

13)

$$q_w = \gamma_w \cdot h$$

U ovom slučaju vertikalno opterećenje je: 14)

14)

$$q_z = \gamma_z(H-h) + (\gamma_{zw} \cdot h) + (\gamma_w \cdot h)$$

gde je:

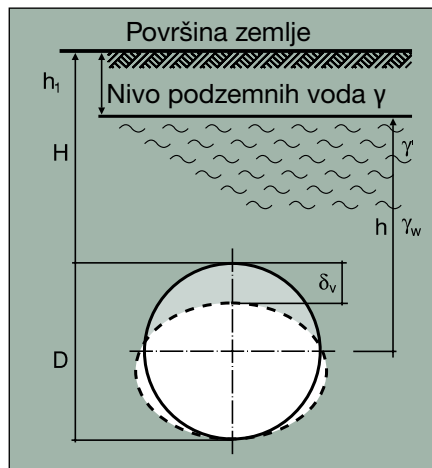
$\gamma_{zw} = 11 \text{ kN/m}^3$

$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Pod normalnim uslovima instalacije vertikalna komponenta tereta (q_v) je veća od horizontalne komponente tereta (q_h). Razlika ($q_v - q_h$) dovodi do smanjenja prečnika u vertikalnom pravcu i povećanje prečnika u horizontalnom pravcu. Zid cevi prilikom deformisanja generiše pasivan zemljišni pritisak sa vrednosti koja zavisi od vertikalnog tereta i od odnosa između stepena sabijenosti tla i čvrstine cevi. Poslednje objašnjenje se izražava još i kao prstenasta krutost cevi (SN).

Komponente opterećenja koje se raspoređuju na cev u vertikalnom pravcu su:

- efekat na zemljište koje se nalazi na cevi
- efekat od tereta koji se raspoređuju na površinu zemlje, kao što su zgrade, prevozna sredstva i dr.



Slika 10.4 Geometrija postavljene zemlje

10.3 Vrste tla u skladu sa SRPS ENV 1046

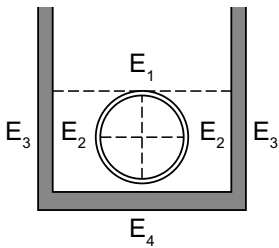
Vrsta tla	Grupa tla					Nasipanje		
	Grupa tla u skladu sa ATV127	Karakteristično ime	Simbol	Odlika	Primeri			
Šljunkovito	G1	Šljunak jednakih dimenzija	(GE) [GU]	Štrma granulometrijska linija, prevlađuju čestice jedne veličine	Drobljeni kamen, rečni i obalski šljunak, morenski šljunak, šljaka, vulkanski pepeo	DA		
		Šljunak različite veličine čestica, šljunkasto-peskovito	[GW]	Neprekidna granulometrijska linija, nekoliko granulom. grupa				
		Šljunak jednake veličine čestica, šljunkasto-peskovito	(GI) [GP]	Štrma granulometrijska linija, nedostaje jedna ili više granulom. grupa				
		Povezano	G2	Pesak jednakih dimenzija	(SE) [SU]	Štrma granulometrijska linija, dominira jedna granulom. grupa	Pesak sa dina i dinski nanosi, rečni pesak	DA
				Pesak različite veličine čestica, peskovito-šljunkasto	[SW]	Neprekidna granulometrijska linija, nekoliko granulom. grupa	Morenski pesak, obalski pesak, plažni pesak	
				Pesak jednake veličine čestica, peskovito-šljunkasto	(SI) [SP]	Štrma granulometrijska linija, nedostaje jedna ili više granulom. grupa		
Organsko	G3	Nanosni šljunak, šljunkasto-peskovito-glinasto jednake veličine čestica	(GU) [GM]	Široka /sa prekidima granulom. linija sa finim nanosnim česticama	Brušeni šljunak, kosi ostaci, glinasti šljunak	DA		
		Glinasti šljunak, šljunkasto-peskovito-glinasto jednake veličine čestica	(GT) [GC]	Široka /sa prekidima granulom. linija sa finim nanosnim česticama				
		Nanosni pesak, peskovito-nanosno jednake veličine čestica	(SU) [SM]	Široka /sa prekidima granulom. linija sa finim nanosnim česticama	Plivajući pesak, zemlja, peščani les			
		Glinasti pesak, peskovito-nanosno jednake veličine čestica	(ST) [SC]	Široka /sa prekidima granulom. linija sa finim nanosnim česticama	Peskovito zemljište, aluvijalna glina, aluvijalna krečnjačka glina			
Organsko	G4	Neorganski nanos, vrlo fin pesak, delovi stena, nanosni ili glinasti fini pesak	(UL) [ML]	Niska stabilnost, kratka reakcija, nepostojeća do slaba plastičnost	Les, glina	DA		
		Neorganska glina, izrazito plastična glina	(TA)(TL) (TM) [CL]	Srednja do visoka stabilnost, spora reakcija, niska do srednja plastičnost	Aluvijalna glina, glina			
Organsko	G4	Tlo mešovite veličine čestica i sa primesama humusa i prašine	[OK]	Primeše biljaka/ neplodno, truli, mala težina visoka poroznost	Gornji slojevi, tvrdi pesak	DA		
		Organski nanos i organska nanosna glina	[OL](OU)	Srednje stabilna, spora do vrlo brza reakcija, niska do srednja plastičnost	Morski krečnjak, gornji sloj zemljišta			
		Organska glina, glina sa organskim primesama	[OH](OT)	Visoka stabilnost, nepostojeća reakcija, srednja do visoka plastičnost	Blato, zemljište			
Organsko	G4	Treset, druga visoko organska zemljišta	(HN)(H2) [Pt]	Nesastavljajući treset, vlaknasto, obojeno od braon do crne boje	Treset	NE		
		Mulj	[F]	Mulj u nanosima, često pomešano sa peskom/glinom/prašinom, vrlo meko	Mulj			

10.4 Potrebni podaci za statički proračun cevno sistema Pragnum

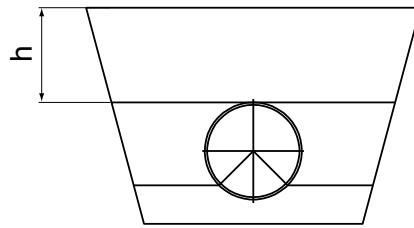
U cilju pravilnog postavljanja i eksploatacije kanalizacionih cevi sistema Pragnum važno je da se izračuna uticaj statičkog i dinamičkog opterećenja. U tom cilju, potrebno je da se imaju u vidu vrsta tla, postojanje podzemnih voda, stepen sabijenosti zemlje prema Proctor-u. Izračunavanje može da se izvrši putem Web programa Pipelife u delu „Za projektante“ na www.pipelife.rs.

Pipelife takođe poseduje i software EASYPIPE uz pomoć kojeg u slučaju potrebe može da se izvrši detaljnije izračunavanje statike postavljenih cevi. Oba programa su zasnovana na metodici statičkog izračunavanja cevi postavljenih u zemlju u skladu sa ATV127. Za pripremu ovog izračunavanja od strane inženjerskog odeljenja firme Pipelife, potrebno je da se dostave sledeći podaci:

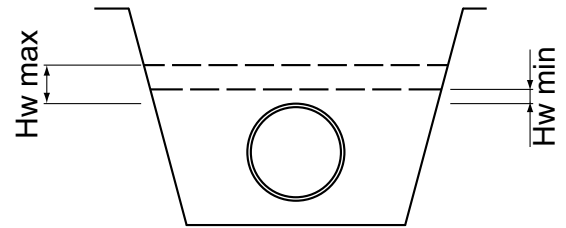
Podaci o projektu		Projekat					
		Poslodavac					
		Projektant					
		Datum					
Podaci o zemljištu oko zone iskopa i u zoni iskopa		Osnovne grupe zemljišta		Zone (slika 10.5)			
				E1	E2	E3	E4
		G1 - nepovezano					
		G2 - slabo, manje povezana zemljišta					
		G3 - mešovito povezana zemljišta, krupna, sirova glina (zapušena muljom, peskom, krupnim peskom i sitnim šljunkom, povezana preostala kamenita zemljišta)					
		G4 - povezano (npr. glina)					
Podaci o opterećenju		h – visina nasipanja iznad temena cevi, [m] (slika 10.6)					
		Gustina zemlje za zatrpavanje, [kN/m ³]					
		Dodatno statičko opterećenje (na primer u magacinima), [kN/m ²]					
		H _{w max} – maksimalni nivo podzemnih voda iznad temena cevi, [m] (slika 10.7)					
		H _{w min} – minimalni nivo podzemnih voda iznad temena cevi, [m] (slika 10.7)					
		Kratkoročni unutrašnji pritisak u cevi, [bar]					
		Dugoročni unutrašnji pritisak u cevi, [bar]					
		Opterećenje od saobraćaja (obeležite jednu od predloženih varijanti)				Učestalost saobraćaja	
						normalan	neredovan
				LT12 – 12 tona– 2(polu)ose			
		HT26 – 26 tona– 2(polu)ose					
		HT39 – 39 tona– 3(polu)ose					
		HT60 – 60 tona – 3(polu)ose					
Podloga		Prvi sloj		Drugi sloj			
		Debljina h ₁ , [m]	Modul elastičnosti E ₁ , [MPa]	Debljina h ₂ , [m]	Modul elastičnosti E ₂ , [MPa]		
Postavljanje	Nasip/Iskop	Širina iskopa iznad temena cevi - b (m)-(od 0,1 do20 m)					
		Ugao kosine rova - β (градуси)					
		Uslovi iskopa iz grupe A1 do A4 (pogledajte vrste grupa na kraju)		A1	A2	A3	A4
		Uslovi podloge iz grupe B1 do B4 (pogledajte vrste grupa na kraju)		B1	B2	B3	B4
		Vrsta podloge		Ugao postavljanja -2α			
				60°	90°	120°	180°
		peščana posteljica					
betonska podloga							



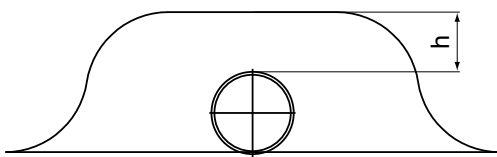
Slika 10.5



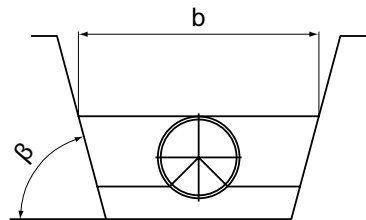
Slika 10.6



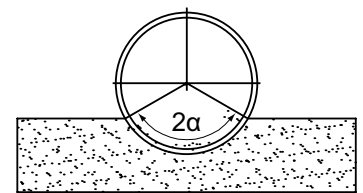
Slika 10.7



Slika 10.8



Slika 10.9



Slika 10.10

„Uslovi zatrpavanja“ – (A1 do A4) opisuju metodu obezbeđivanja i zatrpavanja iskopa u zoni iznad cevi (od temena cevi do površine zemlje – kota teren).

A1 – Materijal za zatrpavanje iskopa se sabija sa postojećom zemljom u slojevima (bez provere stepena sabijenosti) sabijajući zemlju i do zidova cevi

A2 – Vertikalno ojačavanje iskopa upotrebom posebnih oplata, koje se ne uklanjaju do zatrpavanja. Oplate ili korišćena oprema se uklanjaju postepeno tokom zatrpavanja. Nesabijena zemlja iskopa. Isprani materijal za zatrpavanje (pogodno samo za zemljišta iz grupe G1).

A3 – Vertikalno ojačavanje iskopa upotrebom montažnih talasastih profila, olakšanih profila, drvenih greda, oplata ili opreme, koja se ne uklanja do zatrpavanja.

A4 – Materijal za zatrpavanje se sabija u slojevima kod postojećih zemljišta sa dokazanim stepenom sabijenosti u skladu sa zahtevima ZTVE-StB; takođe se upotrebljavaju i sabijeni zidovi od zemlje. Uslovi A4 nisu primenjivi za zemljišta iz grupe G4.

„Uslovi postavljanja“ – (B1 do B4) opisuju metodu obezbeđivanja i zatrpavanja iskopa u zoni oko cevi (od dna iskopa do temena cevi).

B1 – Podložna posteljica se sabija sa postojećom zemljom u slojeve ili nasip (bez provere stepena sabijenosti). Primenjuje se takođe i kod zemljanih zidova.

B2 – Vertikalno ojačavanje u zoni cevi korišćenjem pokrića, tako da se obuhvati dno iskopa i da se ne uklanja do zatrpavanja i sabijanja.

B3 – Vertikalno ojačavanje u zoni cevi upotrebom montažnih talasastih profila, olakšanih profila i sabijanja.

B4 – Podložna posteljica se sabija na slojeve sa već postojećom zemljom, ili u nasip, sa dokazanim stepenom sabijenosti u skladu sa zahtevima ZTVE-StB. Pomenuti uslovi za grupu B4 nisu primenjivi za zemljišta iz grupe G4.

