

PRAGNUM



СЪДЪРЖАНИЕ

1	ВЪВЕДЕНИЕ	3
1.1	Защо е нужна системата Pragnum?	3
1.2	Какво представлява системата Pragnum?	3
1.3	Използвана суровина	3
1.4	Експлоатационен живот	3
2	ПРИЛОЖЕНИЕ	4
3	ПРЕДИМСТВА	4
4	СТАНДАРТИ	5
4.1	Защо са необходими стандарти?	5
4.2	На кои стандарти и нормативи отговаря системата Pragnum?	5
4.3	Какво изискват стандартите?	6
5	НОМЕНКЛАТУРА	9
5.1	Тръби и свързващи елементи	9
5.1.1	Тръби	9
5.1.2	Свързващи елементи	9
5.1.3	Видове профили	10
5.2	Ревизионни шахти PRO-PRAGNUM – изработени съгласно БДС EN 13598-2	13
5.2.1	Странична шахта	13
6	ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ПОЛАГАНЕТО НА ТРЪБНА СИСТЕМА PRAGNUM	14
6.1	Основни съображения	14
6.2	Характеристики на подложката	14
6.2.1	Полагане върху съществуваща, необработена земя	14
6.2.2	Полагане върху изкуствена основа	15
6.3	Засипка около зоната на тръбата, обратна засипка и окончателна засипка	16
6.3.1	Засипване около зоната на тръбата и следващата обратна засипка	16
6.3.2	Степен на уплътняване	16
6.3.3	Окончателно обратно засипване	16
6.3.4	Трамбоване на материала за засипка	17
6.3.5	Широчина на траншеята	17
6.3.6	Необходима засипка за достигане на желания ъгъл на полагане	17
7	МОНТАЖ НА ТРЪБНА СИСТЕМА PRAGNUM	18
7.1	Електрофузионно заваряване	18
7.2	Свързване с муфа и уплътнител	19
8	ТРАНСПОРТИРАНЕ, ТОВАРЕНЕ И РАЗТОВАРВАНЕ, СКЛАДИРАНЕ	19
8.1	Транспорт	19
8.2	Товарене и разтоварване	19
8.3	Складиране	19
9	ХИДРАВЛИЧНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА СИСТЕМАТА Pragnum	20
9.1	Изходни положения	20
9.2	Основни формули	20
9.3	Софтуер и оразмерителни таблици	21
9.4	Хидравлични номограми	21
9.4.1	Номограма за хидравлично оразмеряване на кръгли тръби с частично пълен профил	21
9.4.2	Номограми за хидравлично оразмеряване безнапорен поток в кръгли тръби Pragnum с пълен профил	22
9.5	Хидравлични наклони и скорости на потока при тръбите Pragnum	23
10	СТАТИЧНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА СИСТЕМАТА PRAGNUM	24
10.1	Взаимодействие между тръбата и заобикалящата я почва	24
10.2	Натоварване	25
10.3	Видове почви съгласно БДС ENV 1046	27
10.4	Необходими данни за статическо изчисление на тръбна система Pragnum	28

1 ВЪВЕДЕНИЕ

1.1 ЗАЩО Е НУЖНА СИСТЕМАТА PRAGNUM?

Глобализацията и концентрацията на хора в големите градове, интензивността на атмосферните води и все по-големите изисквания към опазването на околната среда налага използването на по-големи системи за отводняване. Фирма PIPELIFE като лидер в областта, за да отговори на предизвикателството и за да може да изпълни все по-сложните инженерни решения предлага на пазара канализационната система тип PRAGNUM.

Pragnum допълва гамата профилирани тръби на тръбна система Pragma с диаметри от DN/ID 1100 до DN/ID 3000, както и с нестандартните диаметри DN/ID 700 и DN/ID 900. Също така системата Pragnum допълва продуктовата гама на ревизионни шахти тип PRO, като позволява изграждането на ревизионни шахти за инспекция на канализационни системи с диаметри по-големи от DN/ID 600.

1.2 КАКВО ПРЕДСТАВЛЯВА СИСТЕМАТА PRAGNUM?

Тръбите от системата Pragnum се произвеждат на два етапа. При първи етап се екструдира гладкостенна тръба. При втори етап върху нея се навива профил.

Този метод позволява производството на големи диаметри до DN/ID 3000.

Посредством използването на различни конфигурации на профилите и честота на навиване може да се изработят тръби с голяма разнообразие от напречни коравини на пръстена.

1.3 ИЗПОЛЗВАНА СУРОВИНА

При производството на тръбните системи Pragnum се използва суровина полиетилен. Основната причина за използването на полиетилен се налага поради факта, че този материал позволява електрофузионно заваряване на муфите. Този метод на свързване на тръби е изключително важен за тръбни системи с диаметри по-големи от DN/ID 1000, защото той най-добре гарантира водоплътност на системата.

1.4 ЕКСПЛОАТАЦИОНЕН ЖИВОТ

За да се демонстрират дълготрайните експлоатационни качества на полиолефиновите (полиетилен и полипропилен) канализационни системи бе проведено проучване от Европейска асоциация на производителите на пластмасови тръби и фитинги - Террфа в сътрудничество с производителите на суровина Borealis и LyondellBasell. Целта на проучването е да се осигурят достатъчно валидирани данни, за да може да се декларира очаквана продължителност от поне 100 години на експлоатацията на канализационните системи, произведени съгласно стандартите. В процеса на проучването бяха изследвани техния термично-окислителен разпад, максимално допустимо напрежение, дългосрочно поведение при постоянен опън и влиянието на нечистотиите и температурата. За проучването са използвани новопроизведени тръби и такива в употреба над 40 години. Всички тези методи са изпълнени в съответствие с валидните международни стандарти (ISO) и натрупаните познания от науката за полимерни материали.

Резултатите показваха, че експлоатационният живот на полиолефиновите канализационни системи е поне 100 години, ако материалите, продуктите и монтажните практики отговарят на съответните изисквания.

2 ПРИЛОЖЕНИЕ

Системата Pragnum е предназначена за гравитачно отвеждане на:

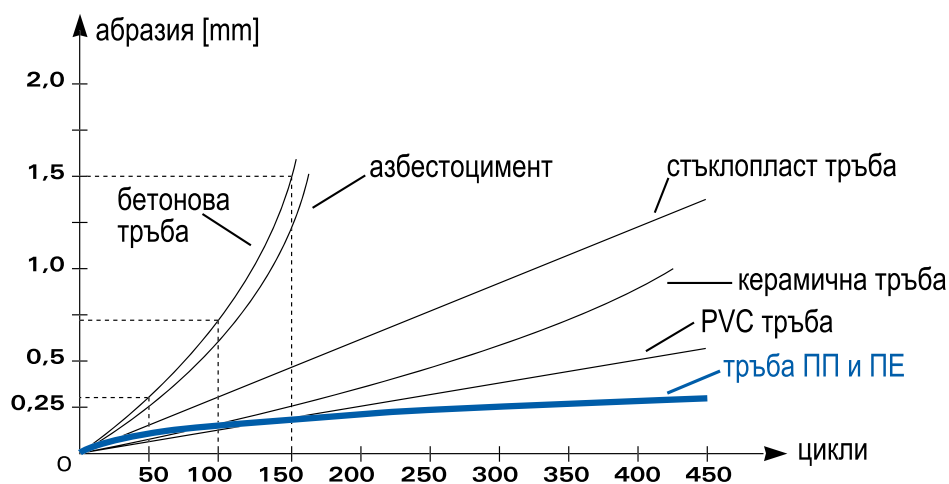
- Битови,
- Промислени,
- Дъждовни и
- Смесени отпадъчни води

Системата Pragnum намира приложение и за изграждане на:

- Ревизионни шахти PRO-PRAGNUM
- Резервоари
- Канализационни попмени станции PROFOS (черпателен резервоар)
- Водостоци

3 ПРЕДИМСТВА

- Устойчивост на абразия



Фиг. 3.1

- Химическа устойчивост (от pH=2 до pH=12)
- Устойчивост на високи температури (45°C при постоянен поток и 60°C при кратковременен поток)
- Удароустойчивост – съгласно изискванията на DIN 16961-2
- Позволява производство на тръбни системи с широк диапазон на напречната коравина на пръстена от $SR24 \geq 2 \text{ kN/m}^2$ до $SR24 \geq 125 \text{ kN/m}^2$ (за цялата система тръби и фитинги - съгласно изискванията на DIN 16961-2) съгласно статическите изчисления и проектни условия.
- Лесен транспорт
- Бърз и лесен монтаж
- Лесно рязане и разкрояване
- Всички елементи на тръбната система са с вградена муфа за електро-фузионно заваряване.
- Гарантирана водоплътност на системата в диапазон до +0,5 bar съгласно изискванията на DIN 16961-2.

- Ниско тегло
- Дълъг експлоатационен живот
- Нисък коефициент на хидравлична грапавина – теоритичен 0,0011 mm, експлоатационен 0,015 mm (не включва местни съпротивления)
- Висока хидравлична проводимост
- Пълен набор от свързващи елементи (фитинги и ревизионни шахти)
- Интегрирана част от цялостна канализационна система от тръби, фитинги, шахти и съоръжения
- Светла вътрешна повърхност за удобна инспекция
- Запазване целостта на ситемата при льосови и слаби почви, гарантирано от електрофузионното свързване.
- Всички елементи на системата Pragnum се произвеждат при постоянен производствен контрол на суровината и готовия продукт.

4 СТАНДАРТИ

4.1 ЗАЩО СА НЕОБХОДИМИ СТАНДАРТИ?

Стандартите са съвкупност от правила и норми базирани на практични и теоретични наблюдения и изследвания относно техническите параметри, на които трябва да отговарят продуктите. Те определят едни минимални изисквания за качество на конкретния продукт. Същевременно, гарантират съвместимостта на продукти произведени от различни производители.

Всичко това прави стандарта изключително важен, защото гарантира на всички заинтересовани страни: проектантите, инженерите, архитекти, строители, възложители, контролни органи и други, че продуктът който ползват, отговаря на конкретното приложение и притежава всички необходими качества за да позволи една безпрепятствена, безаварийна и дълготрайна експлоатация.

4.2 НА КОИ СТАНДАРТИ И НОРМАТИВИ ОТГОВАРЯ СИСТЕМАТА PRAGNUM?

Предмет	Стандарт
Тръба	DIN 16961, EN 13476-1 или при заявка ASTM F 894 NBR 7373 JIS K 6780
Статика	ATV A 127 ISO 9969
Хидравлика	ATV A110
Тръбопроводни инсталации	EN 1610
Заваряване	DVS 2207
Вътрешен стандарт	KWS

Табл. 4.1

Системата Pragnum се произвежда и отговаря на изискванията на стандарта БДС EN 13476-1:2008 „Пластмасови тръбопроводни системи за безнапорни подземни отводняване и отвеждане на отпадъчни води. Тръбопроводни системи с многослойни стени от непластифициран поливинилхлорид (PVC-U) полипропилен (PP) и полиетилен (PE). Част 3: Изисквания за тръби и свързващи части с гладка вътрешна и профилирана външна повърхност и за системите, тип В” и DIN 16961. Тя е приложима към действащите у нас стандарти и нормативи за проектиране на канализационни системи: „БДС EN 752:2008 Канализационни системи извън сгради” и „Норми за проектиране на канализационни системи” приети със заповед № РД-02-14-140 от 17. 04.1989 г., на основание чл. 201,ал. 1 от ЗТСУ, БСА, 9 и 10 от 1989 г., изм., БСА, 1 от 1993г.

4.3 КАКВО ИЗИСКВАТ СТАНДАРТИТЕ?

Стандартът DIN 16961 и БДС EN 13476-1:2008 предписват минимални изисквания към профилираните тръбни системи относно следните характеристики:

Твърдост на пръстена-напречна коравина (ring stiffness). Тества се по DIN 16961.

Приравняването и начина на изчисляване на коравината определена по DIN 16961 и по БДС EN ISO 9969 е дадено в таблиците по долу.

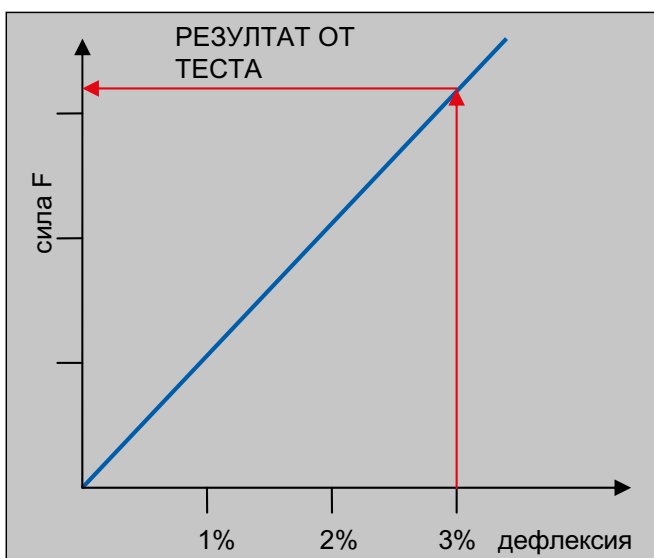
Напречна коравина на пръстена според:	
DIN 16961	ISO 9969
SR_{24} [N/mm ²]	SN [N/mm ²]
16	4
32	8
64	16
125	31.25

Табл. 4.2

Напречна коравина на пръстена	Формула	Обяснение
Според: DIN 16961	$SR_{24} = \frac{E_{24} \cdot I_x}{r^3}, [N/mm^2]$	E_{24} – модул на еластичност след 24 часа, [N/mm ²] I_x – инерционен момент, [mm ⁴ /mm] r – вътрешен радиус ($r = di/2$), [mm]
Според: ISO 9969	$SN = \frac{E_k \cdot I_x}{d_i^3}, [N/mm^2]$	E_k – модул на еластичност след 1 минута, [N/mm ²] I_x – инерционен момент, [mm ⁴ /mm] d_i – вътрешен диаметър, [mm]

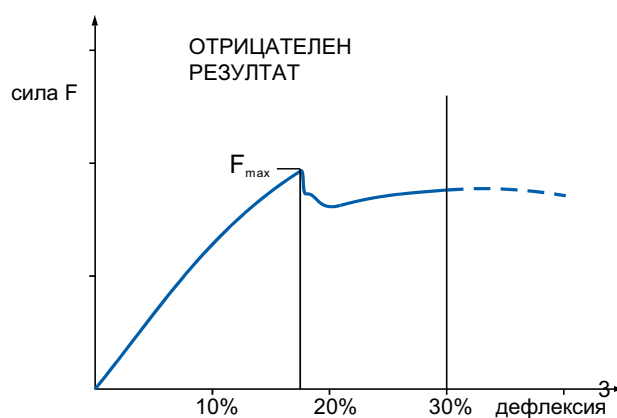
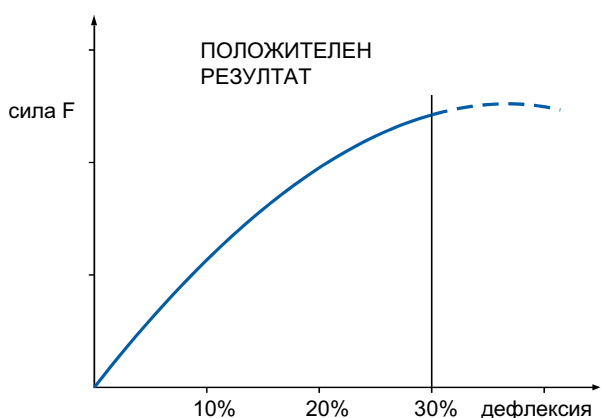
Табл. 4.3

Графиката по-долу показва, че коравината е съотношението между приложената сила и деформацията на пръстена, като деформацията нараства с постоянна скорост.



Гъвкавост на пръстена-напречна гъвкавост (ring flexibility).
Тества се по БДС EN ISO 13968:2008 (стар EN 1446)

Стандартът изисква запазване структурата и еластичността на материала при деформация на пръстена до 30%.



Коефициент на пълзене (creep ratio). Тества се по DIN EN ISO 899-2

Пълзенето е остатъчна деформация при пластмасите в следствие на постоянно приложен товар. Пълзенето затихва за период от около две години.

Пълзенето е критично за водоплътността на муфената връзка. Стандарт DIN 16961-2 изисква коефициентът на пълзене за РЕ тръби да бъде:

Продължителност	Коефициент на пълзене (напрежение 2 N/mm ² при 23°C) kN/m ² min.			
	PE-HD ¹⁾	PVC-U	PP ²⁾ 23°C	
			Хомополимер	Кополимер
1 min (кратковременно) E _{сk} ≥	8 x 10 ⁵	36 x 10 ⁵	12.5 x 10 ⁵	8 x 10 ⁵
24 часа E _{с 24} ≥	3.8 x 10 ⁵	30 x 10 ⁵	5.1 x 10 ⁵	3.6 x 10 ⁵
2000 часа E _{с 2000} ≥	2.5 x 10 ⁵	23 x 10 ⁵	4.2 x 10 ⁵	2.1 x 10 ⁵
50 години E _{с 50} ≥	1.5 x 10 ⁵ ³⁾	17.5 x 10 ⁵ ³⁾	2.7 x 10 ⁵	1.2 x 10 ⁵
Проверка съгласно раздел:	5.2.2			

¹⁾ По-висока стойност за E_{с50} трябва да се доказва посредством оторизиран орган
²⁾ По-високи стойности трябва да се доказват посредством оторизиран орган
³⁾ Виж също ATV-A 127

Табл. 4.4

Коефициентът на пълзене е обратнопропорционален на модулт на еластичност. Колкото е по-голям модулт на еластичност, толкова по-малко е пълзенето и обратно.

- **Изисквания за размери и толеранси на тръби, свързващи части и системи (tolerances on pipe connections). Тества се по БДС EN 1852-1, БДС EN 12666-1**

Основните геометрични характеристики са включени в стандарт БДС EN 13476. Правилните размери и толеранси ни уверяват в това, че всички елементи на системата са еднакви, прилягат един на друг и тази връзка ни дава възможността да се асемблират по подходящо най-добрият начин.

Размерите на тръбите и фасонните елементи са определени съгласно техния вътрешен диаметър DN / ID. Стандарт DIN 16961-1 определя следните номинални диаметри от DN/ID 100 до DN/ID 3600.

- **Устойчивост на външен удар (impact resistance). Тества се по БДС EN 744, БДС EN 1411, БДС EN 12061**

Този тест ни дава уверението в това, че тръбите и фасонните елементи няма да бъдат повредени по време на пренасяне, транспорт, складиране и монтаж.

Според стандарта БДС EN 13476-част 2 и 3, има само едно основно изискване: TIR ≤ 10% при температура 0°C.

Точката на поражение е оценена като действителна ударна (динамично въздействаща) норма [TIR - true impact rate] за партидата или продукцията, където максималната стойност за TIR е 10% [TIR =общият брой поражения разделен на общия брой удари, като процент, сякаш цялата партида е била тествана].

- **Водоплътност на тръбните връзки. Тества се по DIN EN 1610. Целостта на елетрофузионните заварки се тества по DVS 2207**

Тези методи тестват способността на системата да задържа течностите от и извън системата (филтрация/ инфилтарция).

Връзките се тестват при екстремни условия. За дъждовните и канализационни тръбопроводни системи това е една от фундаменталните характеристики.

Стандартът изисква водоплътност на връзките при положително налягане до 0,5 bar.

- **Механична якост и гъвкавостта на сегментно заварени свързващи части. Тестват се по DVS 2207 и DVS 2209.**

Стандартът определя, че механичната якост на свързващите елементи трябва да е равна или по-голяма на якостта на тръбите.

- **Устойчивост на високи температури. Тества се по БДС EN 1437 и БДС EN 1055.**

По време на експлоатация термопластичните тръбни системи за дренажна и битова канализация трябва да са устойчиви на определени температури на отпадъчните води. По тази причина, системите направени от термопластика, трябва да са устойчиви на дадените по-долу температури, когато са положени в земята извън сградите.

Съгласно емпиричните изследвания на TERPPFA

продължителна температура на водата от 45°C за дименсии ≤ 200 mm
продължителна температура на водата от 35°C за дименсии > 200 mm

5 НОМЕНКЛАТУРА

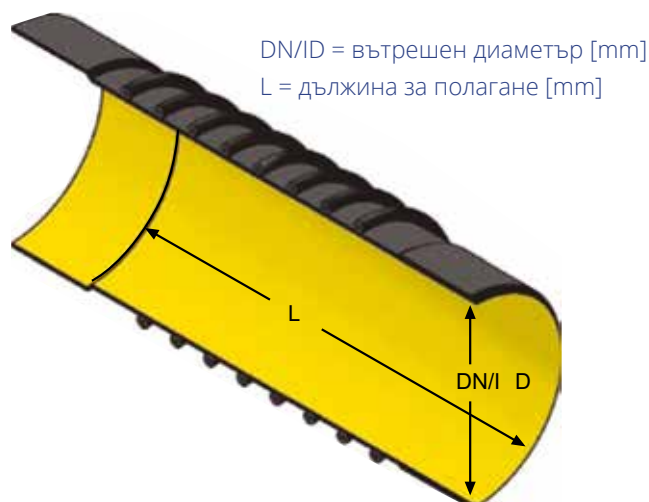
5.1 ТРЪБИ И СВЪРЗВАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

5.1.1 ТРЪБИ

DN [mm]	DN/ID [mm]	DN [mm]	DN/ID [mm]
700	700	1600	1600
900	900	1800	1800
1100	1100	2000	2000
1200	1200	2200	2200
1300	1300	2500	2500
1400	1400	2800	2800
1500	1500	3000	3000

Табл. 5.1

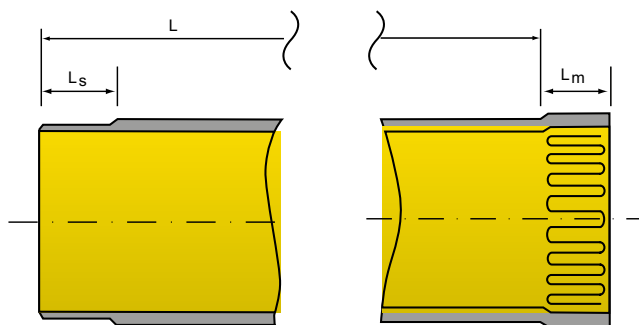
Тръбите се предлагат в дължини 3, 6 и 12 метра. Тези дължини не включват дължината на муфата.



5.1.2 СВЪРЗВАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

Всички свързващи части се произвеждат от тръби с профил VW или SQ. Обикновено свързващите части се проектират в зависимост от необходимата коравина и според факторите на заваряване. Свързващата част може да има муфиран и/или гладък край и може да бъде свързана със съществуващата тръбопроводна система чрез електрофузионно заваряване или муфа с гумено еластомерно уплътнение.

Всички размери на свързващия елемент отговарят на изискванията на стандарт DIN16961-1. Стандартната дължина на гладкия край (L_s) е 140 mm, а стандартната дължина на муфата (L_m) е 140 mm.



Всички свързващи части са произведени от тръби

- Разклонения:

Разклоненията могат да бъдат произведени и доставени във всеки тип и форма. Ъгълът може да бъде пригоден индивидуално от 15° до 90°.

- Колена:

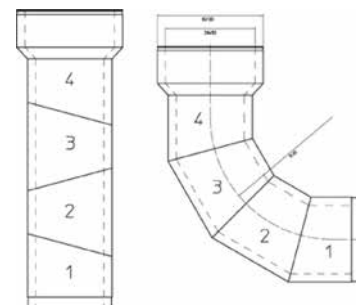
Колената могат да бъдат произведени с различни ъгли, като радиусът на коляното свързан с диаметъра на тръбата може да бъде индивидуално избран.

α	брой сегменти
15°	2
30°	2
45°	3
60°	3
75°	4
90°	4

Табл. 5.2



Коляно



Разделяне и подреждане на сегменти за направа на ъгъл от 90°

- Редукции:

Редукциите могат да бъдат направени центрично и ексцентрично, съгласно изискванията. За стандартните редукции максималната разлика в диаметъра е 200 mm. Налични са и други разлики в диаметъра при заявка.



- Уплътнителни фланци:

За да се проведат PRAGNUM тръбите през стени, ние препоръчваме нашите лесни за монтиране в бетон уплътнителни фланци. Плътността е осигурена посредством еластомерен пръстен.

Всички тръби и свързващи елементи се предлагат с вградена електрофузионна муфа. Опционално може да се предложи и еластомерно гумено уплътнение.



Разклонения със включени чрез електрофузионно заваряване връзки



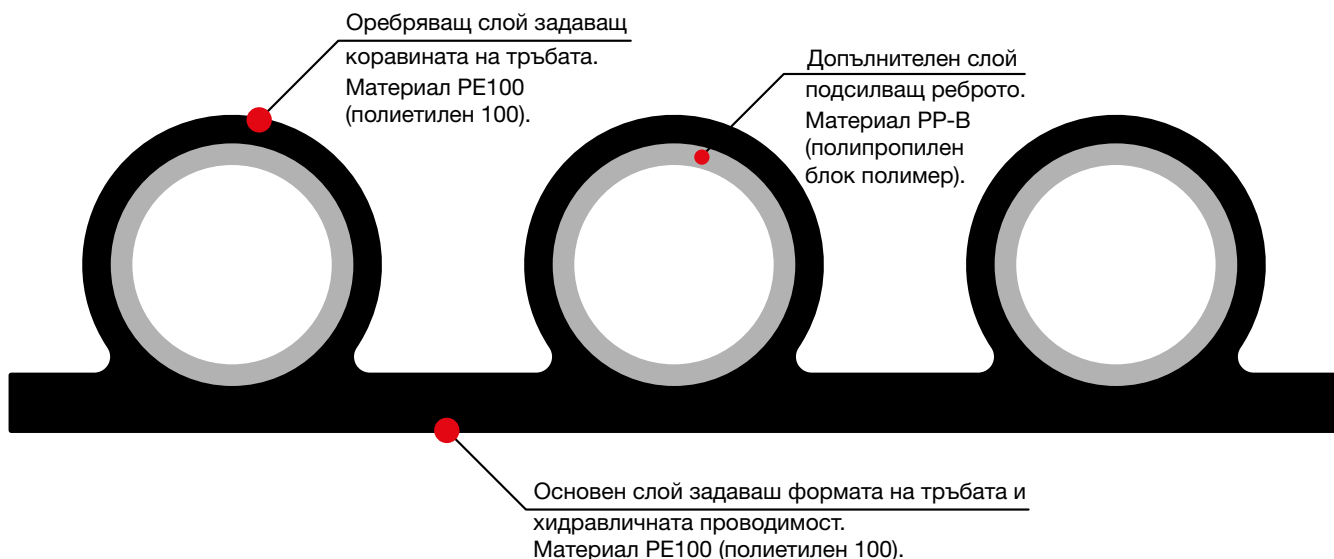
Коляно DN/ID 2400 mm



Различни видове свързващи части

5.1.3 ВИДОВЕ ПРОФИЛИ

С изключение на компактния профил VW, който е показан по-нататък в текста, стандартния профил на тръбата се състои от основен слой от PE100, задаващ формата и хидравличната проводимост на тръбата, оребриващ слой от PE100, задаващ коравината на тръбата и допълнителен слой от PP-B (полипропилен блок полимер) подсилващ ребрата.



- Профил тип PR:

Основните преимущества на профила от серията PR са гладката вътрешна повърхност и профилираната външна такава. Ниското тегло и високата коравина са също от значение. Сферата на приложение на този вид профили е в тръбопроводни системи като например отводняване, канали за дъждовни води, канализация и вентилация.



- Профилен тип SQ:

Тази профилирана тръба има гладка вътрешна и външна повърхност, включително вътрешни профили с един или няколко слоя. Този профил притежава много висока дълготрайна коравина, което го прави много подходящ за изключително високи натоварвания и големи диаметри. Например PR профил може безпроблемно да бъде добавен към SQ профил или плътностенна тръба.



- Профилен тип SP:

В случай, че стандартните профили не са подходящи за влиянието на различни видове натоварвания, тръбопроводните системи на PRAGNUM правят възможно комбинирането на различни видове профили, за да се постигне необходимият ефект.



С тази техника могат да бъдат постигнати следните ефекти: а) двата профила могат да бъдат статично добавени и по този начин се постига по-висока якост на тръбата; б) добавяйки профил към гладката повърхност, се намалява надлъжната деформация на тръбата във почвата.

- Компактни тръби

Тези тръби имат гладка вътрешна и външна повърхност. Тръбите са еднослойни (компактни). Освен това тези компактни тръби са закалени, което означава, че няма остатъчни напрежения.

- Профил тип VW:

Типът VW е компактна твърда тръба с гладка вътрешна и външна повърхност. Тези тръби могат да бъдат използвани и при повишено вътрешно работно налягане. Минималната дебелина на стената е 5 mm, максималната е 80 mm.



s\ DN/ID	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	18	20	25	30	35	40
	Тегло, [кг/м]																
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
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
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
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
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
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
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

Табл. 5.4 - Тегло тръби с профил тип VW

s - дебелина на плътна стена [mm]. Други размери и материали са налични при заявка.
Тегло без муфа и втулка.

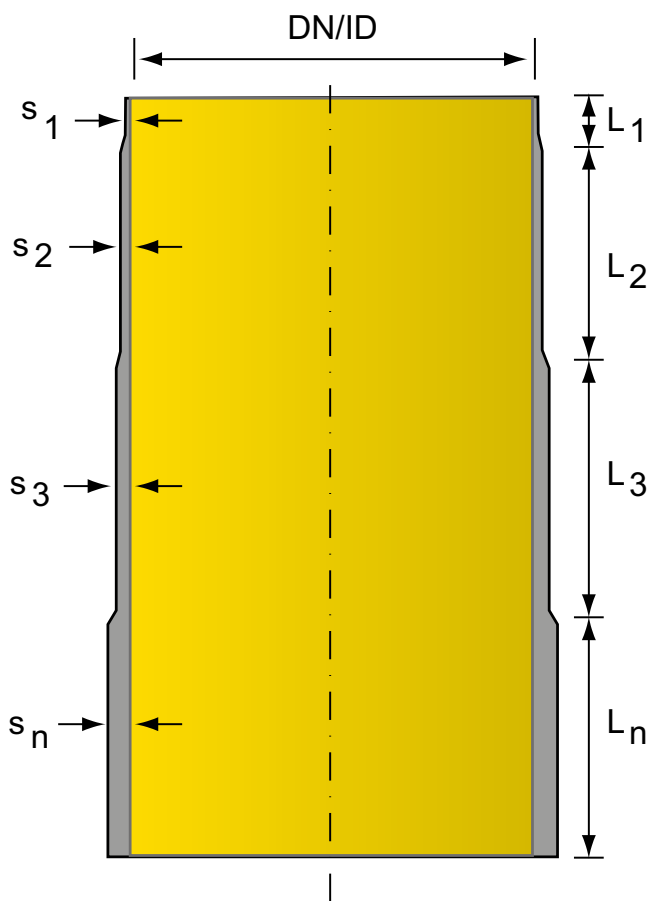
- Профил тип: ST

Тръбите с профил тип ST са специално произведени за вертикални резервоари, където различни дебелини на стената на една тръба се изискват за да се спести материал.

Метода на изчисление съобразен със DVS 2205.

Стъпаловидни тръби	среден	максимален
номинална ширина (Di)	300 [mm]	3000 [mm]
брой стъпки (n)	две	шест
дължина на стъпките (L)	200 [mm]	дължина на тръба
дебелина на стената на стъпките (s)	5 [mm]	300 [mm] за PE 150 [mm] за PP
разстояние на стъпките	5 [mm]	

Табл.5.5 - Технически характеристики на стъпаловидните тръби



Скица на стъпаловиден вертикален резервоар за съхранение

S_i = дебелина на стената при стъпка (i)

L_i = дължина на стъпка (i)



Плътностенна тръба от полиетилен
 $s = 180 \text{ mm}$



Вертикални резервоари за съхранение от полиетилен



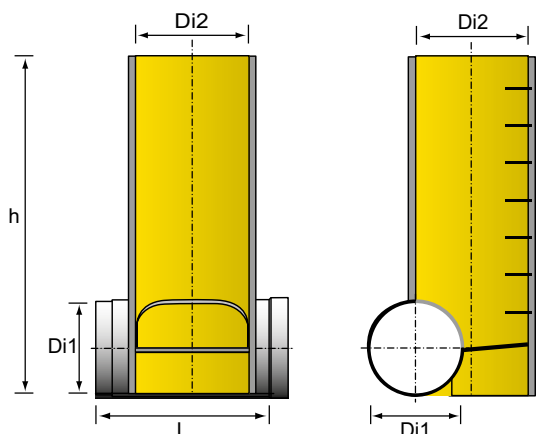
Вертикален стъпаловиден резервоар за индустриални приложения



Различни видове тръби

5.2 РЕВИЗИОННИ ШАХТИ PRO-PRAGNUM – ИЗРАБОТЕНИ СЪГЛАСНО БДС EN 13598-2

5.2.1 СТРАНИЧНА ШАХТА

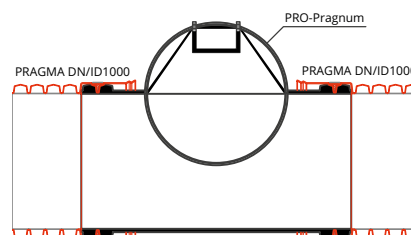
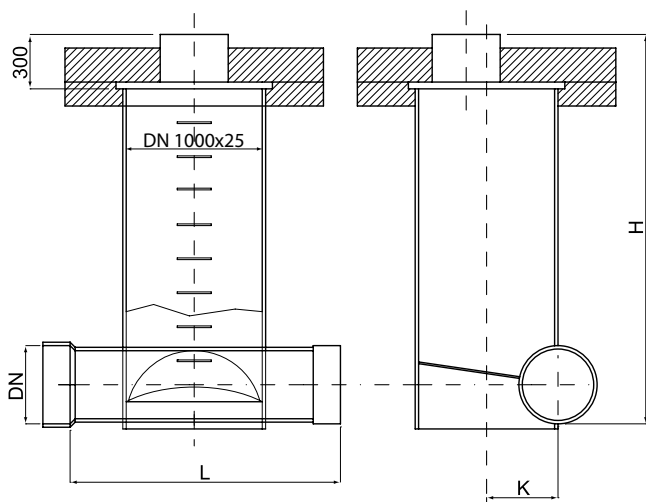


DN на база	DN/ID на включване	Брой вкл.	Тип на входяща/изходяща тръба	Начин на свързване	Възможни ъгли на включване	Височина
1000	От 700 до 1200 през 100 mm	1	Pragma - DN 800 до DN 1000 Pragnum - DN700 до DN2500	Pragma – еластомерно уплътнение Pragnum – електрофузионна муфа или еластомерно уплътнение	от 90° до 270°	Според проектната височина Макс. 10 м

Табл.5.6

Технологията на производство на шахти PRO-PRAGNUM позволява допълнителни включвания с различни ъгли и диаметри, както хоризонтално така и вертикално, съгласно проектните изисквания. За повече информация се обърнете към продуктите мениджъри на Pipelife.

- За производство на базите на ревизионните шахти PRO-PRAGNUM се използват тръби с профил SQ или VW с минимална дебелина на стените 25 mm
Максимална инсталационна дълбочина на полагане на шахтите е 10 метра.
- Всички шахти са с:
 - Оформени кюнета
 - Стъпала за човешки достъп
- Шахтите завършват със стоманобетонена рамка с отвор за ревизионния отвор на шахтата и стоманобетонена плоча с отвор за ревизионен капак.
- Система Pragnum е съвместима с други системи на Пайплайф. При нея е възможно удължаването на ревизионната част на шахтите PRO-Pragnum да става с елементи от гамата PRO, присъединяването на сградни канализационни отклонения от гофрирани тръби Pragma или гладкостенни тръби PVC-KG към колекторна тръба Pragnum, както и куплиране на колекторни гофрирани тръби Pragma към ревизионна шахта PRO-Pragnum.



6 ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ПОЛАГАНЕТО НА ТРЪБНА СИСТЕМА PRAGNUM

6.1 ОСНОВНИ СЪОБРАЖЕНИЯ

Най-важният фактор за постигане на задоволителен монтаж на пластмасов колектор е взаимодействието между тръбата и заобикалящата я почва. По-голямата стойност на устойчивостта на тръбата се постига от почвата в зоната на тръбата. Следователно видът на обратната засипка и степента на уплътнение в тръбната зона са от голямо значение. Следователно, във всеки канализационен проект инженерът трябва да определи условията за полагане като:

1. Условията на съществуващите земни пластове и пригодността за използването им за траншейна основа и обратна засипка.
2. Геотехническите характеристики на почвата използвана за подложка и обратна засипка, както и начинът по които се извършват.
3. Подходящият клас на якост на тръбата.

В самото начало на всеки проект, първата стъпка е да се направи геотехническо проучване на пластове, в които ще се положи тръбата. Това проучване, както и лабораторните тестове трябва да се извършат с оглед да се установи вида на почвата и нейната структура, степента на уплътняване и нивото на подпочвените води.

6.2 ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПОДЛОЖКАТА

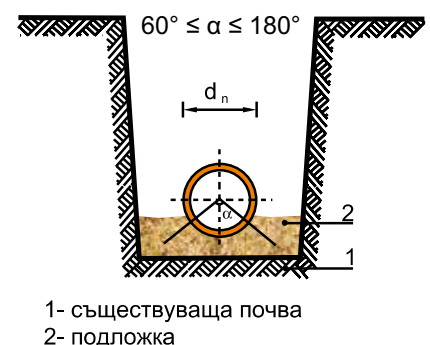
Проектирането на подложката зависи от геотехническите характеристики на почвата в зоната на полагането на тръбата. Като цяло са познати два начина за подход при избор на подложка:

естествено полагане върху съществуващия почвен пласт без допълнителна обработка и полагане върху подложка направена от подбран почвен материал с необходимата степен на уплътняване.

6.2.1 ПОЛАГАНЕ ВЪРХУ СЪЩЕСТВУВАЩА, НЕОБРАБОТЕНА ЗЕМЯ

В някои случаи може да се допусне полагането на тръби Pragnum на дъното на подготвената траншея, но само върху зърнеста, суха почва, която е без средни и големи по размер камъни (> 20 mm). Такива почви са дребнозърнест чакъл, едър пясък, фин пясък и пясъчливи глини.

В такива почвени условия тръбата се полага върху тънка (10 до 15 см) неуплътнена подложка от наличната почва директно върху дъното на изкопната траншея. Целта на подложката е да подобри условията за полагане на дъното на изкопа и да осигури здрава и устойчива опора на тръбата с диапазон на ъгъла на полагане $\alpha = 60-180^\circ$ (вж. фиг. 6.1)



Фиг. 6.1 Полагане в естествени условия

6.2.2 ПОЛАГАНЕ ВЪРХУ ИЗКУСТВЕНА ОСНОВА

В някои от ситуацияите тръбата трябва да се подложи върху допълнително направена основа:

1. Когато естествената почва би могла да послужи като основа, но поради структурни нарушения не може да изпълни тази функция.
2. В скалисти почви, кохезионни почви (глини) и наносни почви.
3. В слаби и меки почви като органични наноси и торфи (лъсови почви)
4. Във всички други случаи, когато проектната документация изисква направата на допълнителна подложка.

Пример за решение за случай 1 и 2 е показан на фиг. 6.2. Тръбопроводът се полага върху два пласта направени от пясъчливи почви или

ситнозърнести чакъли с максимална едрина на зърната до 20 mm.

- Фундиращият пласт се изготвя от добре уплътнени почви с дебелина 25 cm (минимум 15 cm).
- Подложката е от 10 до 15 cm – дебела неуплътнена.

В случаи на слаби почви, в зависимост от дебелината на пласта, под нивото на полагане на канализационната тръба се предлагат две решения.

1. Когато дебелината на слабия пласт е $\leq 1,0$ m (вж. фиг. 6.3).

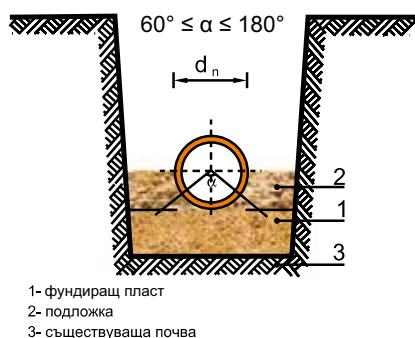
В този случай пластът слаба почва се отнема и в траншеята се поставя нов пласт добре уплътнена смес от натрошен чакъл и пясък (в съотношение 1:0,3) или смес от естествен чакъл и натрошен чакъл (в съотношение 1:0,3).

Този нов, фундиращ пласт се полага върху геотекстил.

2. Когато дебелината на слабия пласт е $> 1,0$ m (вж. фиг. 6.4)

В този случай се поставя нов допълнителен 25 cm пласт добре уплътнена смес от натрошен чакъл и пясък (в съотношение 1:0,6) или смес от естествен чакъл и пясък (в съотношение 1:0,3). Този нов, подложен пласт се полага върху геотекстил.

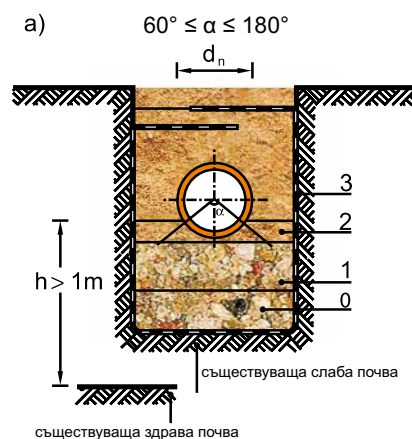
Във всички случаи уплътнението на фундиращия пласт трябва да бъде от 85% до 95% по Proctor



Фиг. 6.2 Пример за полагане в устойчива почва



Фиг. 6.3 Пример за полагане в слаба почва (лъс) с дълбочина $\leq 1,0$ m



Фиг. 6.4 Пример за полагане в слаба почва (лъс) с дълбочина $> 1,0$ m

- 0 – допълнителен 25 cm фундиращ пласт от натрошен чакъл и пясък или от естествен чакъл и натрошен чакъл
- 1 – фундиращ пласт от натрошен чакъл и пясък или от естествен чакъл и пясък
- 2 – подложка
- 3 – геотекстил

6.3 ЗАСИПКА ОКОЛО ЗОНАТА НА ТРЪБАТА, ОБРАТНА ЗАСИПКА И ОКОНЧАТЕЛНА ЗАСИПКА

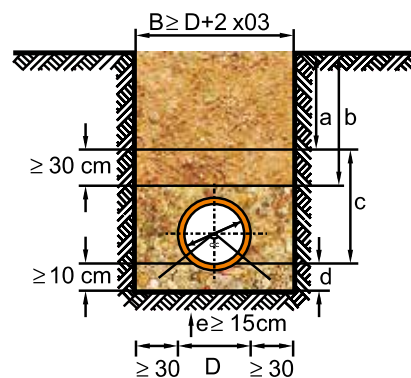
Освен подходящият фундаращ пласт и подложка, вида на почвата и нейната плътност при различните видове засипки са от съществено значение за достигането на удовлетворяващо ниво на монтаж на гъвкавите тръби.

6.3.1 ЗАСИПВАНЕ ОКОЛО ЗОНАТА НА ТРЪБАТА И СЛЕДВАЩАТА ОБРАТНА ЗАСИПКА

Критерият за избор на материал, подходящ за използването му при засипването в зоната около тръбата и директно над темето на тръбата до повърхността на траншеята, се основава на постигането на оптималната устойчивост и коравина на почвата след уплътняването.

Подходящ почвен материал включва повечето видове и класове естествени гранулирани материали с максимална големина на зърната не надвишаваща 10% от номиналния диаметър на тръбата, но не повече от 60 mm. Материалът за обратна засипка не трябва да съдържа чужди материали (примеси) като сняг, лед или замръзнали земни буци.

- a – основна засипка
- b – земно покритие
- c – зона около тръбата
- d – подложка (ако се изисква)
- e – фундаращ пласт (ако се изисква)



Фиг. 6.5 Сечение на тръбопровода

ЗАСИПВАНЕ ОКОЛО ЗОНАТА НА ТРЪБАТА И СЛЕДВАЩАТА ОБРАТНА ЗАСИПКА		
Материал	Диаметър на частиците [mm]	Забележки
Чакъл, Натрошени камъни	8-22, 4-16 8-12, 4-8	най-подходящ почвен материал, максимум от 5 до 20% частици с размер от 2 mm
Чакъл	2-20	подходящ почвен материал, максимум от 5 до 20% частици с размер от 0,2 mm
Пясък, Моренен чакъл	0,2-20	Относително подходящ почвен материал, максимум до 5% частици с размер от 0,02 mm

Табл. 3.1 Характеристики на материалите за засипката около тръбата и обратната засипка

6.3.2 СТЕПЕН НА УПЛЪТНЯВАНЕ

Необходимата степен на уплътняване на обратната засипка зависи от условията на натоварване.

- При пътни настилки минималното уплътнение на почвата в зоната на тръбата е 95%
- Извън площта на пътното платно засипката трябва да се уплътни до:
 - 85% ако дълбочината на покритието е < 4.0 m
 - 95% ако дълбочината на покритието е ≥ 4.0 m

Материалът на обратната засипка би трябвало да се уплътнява на пластове с дебелина от 10 до 30 cm. Височината на обратната засипка над темето на тръбата трябва да бъде минимум 30 cm.

6.3.3 ОКОНЧАТЕЛНО ОБРАТНО ЗАСИПВАНЕ

Материалът за окончателното засипване на траншеята може да бъде от изкопана земна маса ако е възможно постигането на проектното уплътнение с максимална големина на частиците от 30 mm. При пътни настилки минималното уплътнение на окончателната засипка трябва да бъде 95%.

6.3.4 ТРАМБОВАНЕ НА МАТЕРИАЛА ЗА ЗАСИПКА

Изискванията за степента на уплътняването зависят от общото натоварване и трябва да бъдат зададени в проектната документация. Трамбоването трябва да се извърши с различни трамбовки. В зависимост от оборудването, дебелината на пластове и податливостта на почвата към уплътняване, може да се постигнат различни степени на уплътнение. В табл. 3.2 са дадени данни, които се отнасят за чакълести, пясъчни, глинести и наносни почви.

МЕТОДИ НА УПЛЪТНЯВАНЕ							
Оборудване	Тегло [kg]	Максимална дебелина на пласта преди уплътняването [m]		Минимална дебелина на първоначалната засипка над тръбата [m]*	Брой повторения за постигане на уплътняването		
		чакъл, пясък	глина, наноси		85% по модифициран тест на Proctor	90% по модифициран тест на Proctor	95% по модифициран тест на Proctor
Ситно тъпчене	-	0.10	-	-	1	3	6
Ръчно трамбоване	min. 15	0.15	0.10	0.30	1	3	6
Вибрационно трамбоване	50-100	0.30	0.20-0.25	0.50	1	3	6
Разделно механизирано трамбоване**	50-100	0.20	-	0.50	1	4	7
Механизирано трамбоване	50-100	-	-	0.50	1	4	7
	100-200	-	-	0.40	1	4	7
	400-600	0.20	-	0.80	1	4	7

Табл. 3.2 Методи на уплътняване

* преди използване на уреди за уплътняване

** уплътняване от двете страни на тръбата

6.3.5 ШИРОЧИНА НА ТРАНШЕЯТА

Широчината на траншеята трябва да позволи правилното разполагане и уплътнение на засипващия материал. Минималната широчина на площта от страни на тръбата за поставяне на засипката е $b_{\min} = 30$ cm. Следователно минималната широчина на траншеята (B) на ниво теме на тръбата е:

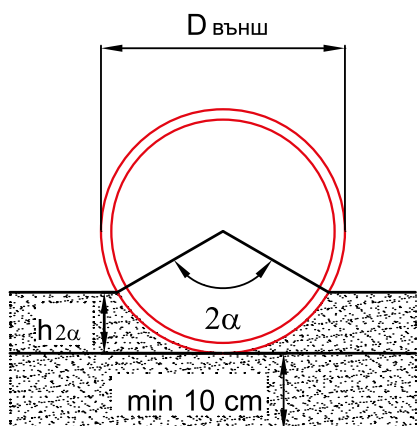
$$B = D + (2 \times b_{\min})$$

Ако устойчивостта на изходната почвена основа е по-малка от предварително зададената по проект, широчината на траншеята (B) трябва да бъде:

$$B \geq 4 \times d_n$$

Подобна ситуация може да се получи и със зърнести почви с ниска плътност ($I_p < 0.33$) или свързани почви с определен лимит $I_L > 0.0$.

6.3.6 НЕОБХОДИМА ЗАСИПКА ЗА ДОСТИГАНЕ НА ЖЕЛАНИЯ ЪГЪЛ НА ПОЛАГАНЕ



Поради многообразието от профили, от които може да се изгради една тръба Pragnum и различните класове на напречна коравина, дебелината на стената е с различни стойности, а оттам и външният диаметър на тръбата. Ето защо за всеки конкретен случай височината на необходимата засипка за достигане на желания ъгъл на полагане може да се изчисли по следната формула:

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

където:

$h_{2\alpha}$ – необходима засипка за достигане на желания ъгъл на полагане, [cm]

$D_{\text{внш}}$ – външен диаметър на тръбата, [mm]

2α – ъгъл на полагане, [°] – 60°, 90°, 120° или 180°

7 МОНТАЖ НА ТРЪБНА СИСТЕМА PRAGNUM

7.1 ЕЛЕКТРОФУЗИОННО ЗАВАРЯВАНЕ



Това е най-сигурната система на свързване при тръби от полиетилен при диаметър над DN 1000, тъй като целият тръбопровод става хомогенно цяло.

Жица за заваряване, която е интегрирана в муфата или втулката се нагрява с помощта на специално устройство за заваряване и по този начин двата края на тръбата (муфа и втулка) се свързват един за друг. Електрофузионното заваряване е много предпочитан, лесен и сигурен метод за инсталиране на тръби в много тесни изкопи и за кратко време.

DN/ID [mm]	Напрежение [V]	Време за заваряване в секунди при температура от 20°C до 15°C	Брой заваръчни апарати
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	41 V	1200 до 1260	2
2500	43 V	1300 до 1430	2
2800	47 V	1400 до 1500	2
3000	48 V	1800 до 1850	2

Табл. 6.1



Процес на електрофузионно заваряване



Електрофузионно заваряване на шахта с тръба

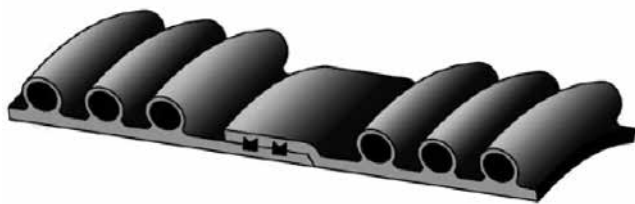


Електрофузионно заваряване на голяма тръба в тесен изкоп



Електрофузионна муфа и заваръчно устройство

7.2 СВЪРЗВАНЕ С МУФА И УПЛЪТНИТЕЛ



Дизайна на муфата на тръбите Pragnum позволява те да се свързват по избор на проектанта и чрез еластомерно гумено уплатнение. Този вид свързване е особено удачен при полгане на системата в условия при които електрофузионното заваряване не удачно или е трудно изпълнимо. Системата има плътна равна муфа и втулка със вградено EPDM уплътнение. Минималната дебелина на стената на втулката е съобразена със стандарт EN13476-3, таблица 7, и в допълнение към това напречната коравина на муфата плюс напречната коравина на втулката са по-големи от напречната коравина на тръбата.

8 ТРАНСПОРТИРАНЕ, ТОВАРЕНЕ И РАЗТОВАРВАНЕ, СКЛАДИРАНЕ

8.1 ТРАНСПОРТ

Транспортирането на PRAGNUM тръбите е изключително лесно, тъй като са лесни за пренасяне поради лекото им тегло. Трябва да се обезпечи неподвижността на тръбите и правилното им подреждане.

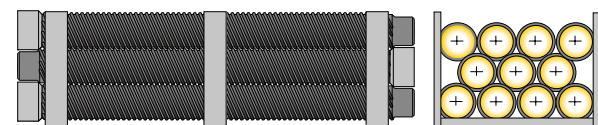
8.2 ТОВАРЕНЕ И РАЗТОВАРВАНЕ

Мотокарите с вилица от 5 метра са изключително подходящи за пренасянето на тръбите в производствените предприятия. Не са необходими допълнителни тежки съоръжения на обекта. Обикновено тръбите могат да бъдат разтоварвани и пренасяни до изкопа с помощта на подемна техника, която винаги присъства на обекта.

8.3 СКЛАДИРАНЕ

Тръбите и свързващите части е необходимо да се нареждат на равна повърхност без камъни и остри предмети, за да се избегне нараняване. Важно е муфата на горния ред да не е в контакт с муфата от долния ред. Това означава, че тръбите от всеки следващ ред трябва да са завъртени на 180°. Във всеки случай тръбите трябва да бъдат предпазени от търкаляне, особено ако са наредени на няколко реда едни над други. Височината не бива да превишава 4 м.

Обикновено складиране на тръби PRAGNUM



В допълнение към мерките за сигурност трябва да се внимава тръбите да са складираны по такъв начин, че да не се деформират. В повечето случаи трябва да има три дървени подпори, които да гарантират доброто разпределение на натоварването.



9 ХИДРАВЛИЧНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА СИСТЕМАТА PRAGNUM

9.1 ИЗХОДНИ ПОЛОЖЕНИЯ

Хидравличното оразмеряване включва избора на параметри за гравитачни канали, които нормално работят при непълен профил. Задачата на хидравличното оразмеряване е да определи най-икономичния диаметър, при който се провежда необходимото водно количество. На практика пресмятането на

хидравличните параметри на тръбата се базират на следните основни положения:

1. Приемането за непрекъснатостта на потока, а именно:

- дълбочината или запълването (h), водното количество (Q) и скоростта (v) за всяко напречно сечение

остават постоянни за приетия тръбен участък;

- енергийната или напорна линия (хидравличния наклон), водната повърхност и наклонът на дъното на тръбата са успоредни;
2. Режимът на движение в тръбата е турболентен.

9.2 ОСНОВНИ ФОРМУЛИ

В следствие от приемането за непрекъснатост на потока, водното количество за пълен профил (сечение) на кръгла тръба се изчислява по следните формули:

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

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

където:

Q – водно количество, [m³/s]

V – средна скорост на потока, [m/s]

F – площ на напречното сечение на тръбата, [m²]

Загубите на напор по дължината на тръбата се изчисляват на база началния хидравличен наклон. Началният хидравличен наклон за затворени кръгли тръби при установен турболентен режим се изчислява с формулата на Darcy-Weisbach:

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

където:

i – хидравличен наклон, [m/m]

d – вътрешен диаметър на тръбата, [m]

V – средна скорост на потока, [m/s]

g – земно ускорение, [m/s²]

λ – коефициент на съпротивление на триене

Re – число на Рейнолдс

ν – кинетичен коефициент на вискозност [m²/s]

(за вода при 10°C $\nu = 1,308 \times 10^{-6}$ [m²/s])

k – коефициент на абсолютна грапавина на тръбната стена, [mm]

Коефициентът на съпротивление на триене по дължина (λ) се пресмята според формулата на Colebrook-White

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

Формулата на Bretting за тръби с частично пълен профил

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

където:

Q – водно количество при пълен профил, [m³/s]

q_n – водно количество при частично пълен профил, [m³/s]

h_n – запълване на профила, [m]

d – вътрешен диаметър на тръбата, [m]

Коефициент на абсолютна грапавина на тръбната стена – k, [mm]

Лабораторна грапавина	0,0011 [mm]
Грапавина на тръба в експлоатация (без отчитане на местни съпротивления)	0,015 [mm]
Изкуствено завишена грапавина с отчитане на местни съпротивления при главни канализационни колектори	0,25 [mm]
Изкуствено завишена грапавина с отчитане на местни съпротивления при второстепенни канализационни колектори	0,40 [mm]

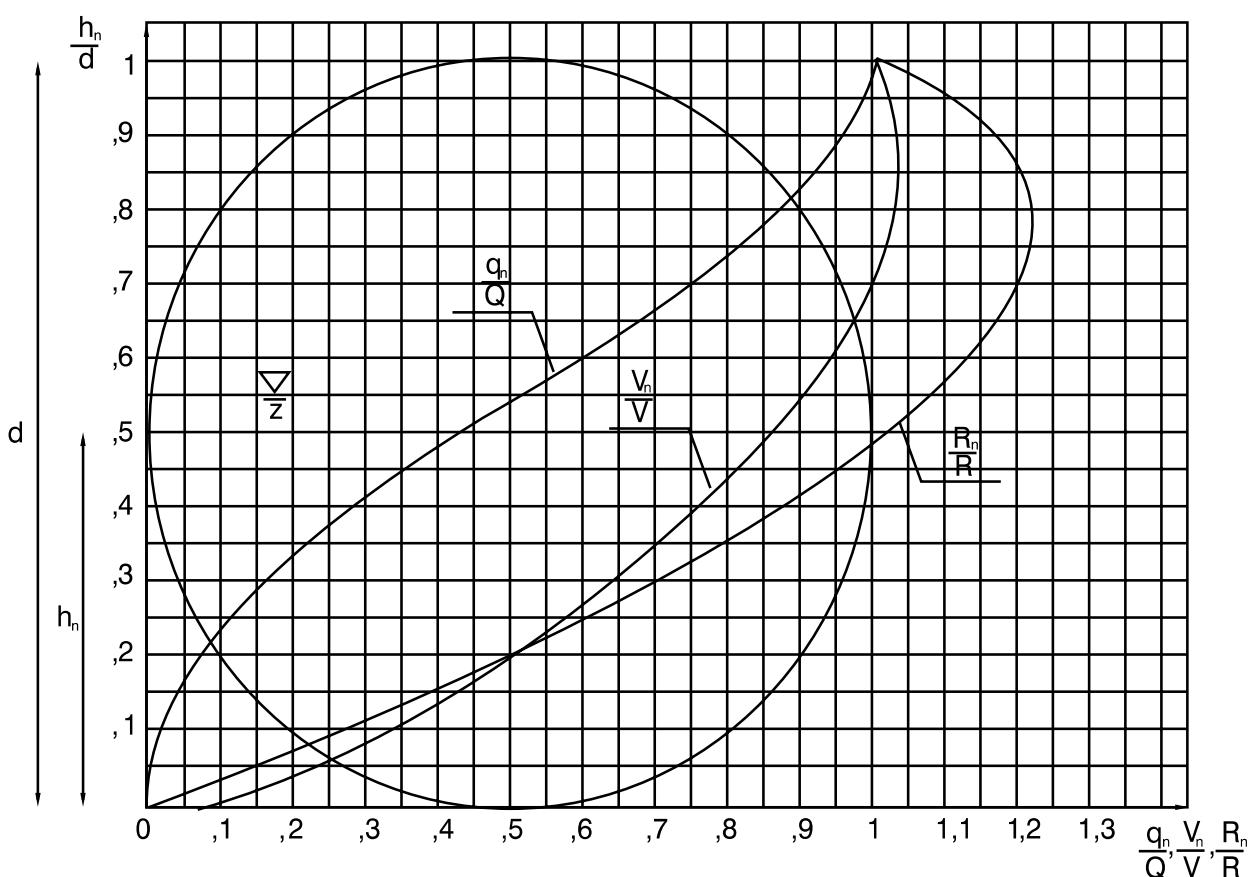
Стойностите на изкуствено завишената абсолютна грапавина са препоръчителни, но не са задължителни. Проектантите могат да изберат друга изкуствено завишена стойност на k или друг метод за отчитане на местни съпротивления.

9.3 СОФТУЕР И ОРАЗМЕРИТЕЛНИ ТАБЛИЦИ

Освен дадените по-долу номограми Pipelife предлага на проектантите и други помощни средства за хидравлично оразмеряване. В раздел „За проектанта“ на www.pipelife.bg могат да се намерят и ползват web програма за хидравлично изчисление на отделен канализационен участък, програма за хидравлично изчисление на канализационна мрежа и оразмерителни таблици за пълнежи $h/D=0.5$, $h/D=0.7$ и $h/D=1.0$.

9.4 ХИДРАВЛИЧНИ НОМОГРАМИ

9.4.1 НОМОГРАМА ЗА ХИДРАВЛИЧНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА КРЪГЛИ ТРЪБИ С ЧАСТИЧНО ПЪЛЕН ПРОФИЛ



$\frac{h_n}{d}$ съотношение между дълбочината на потока и диаметъра на тръбата (d)

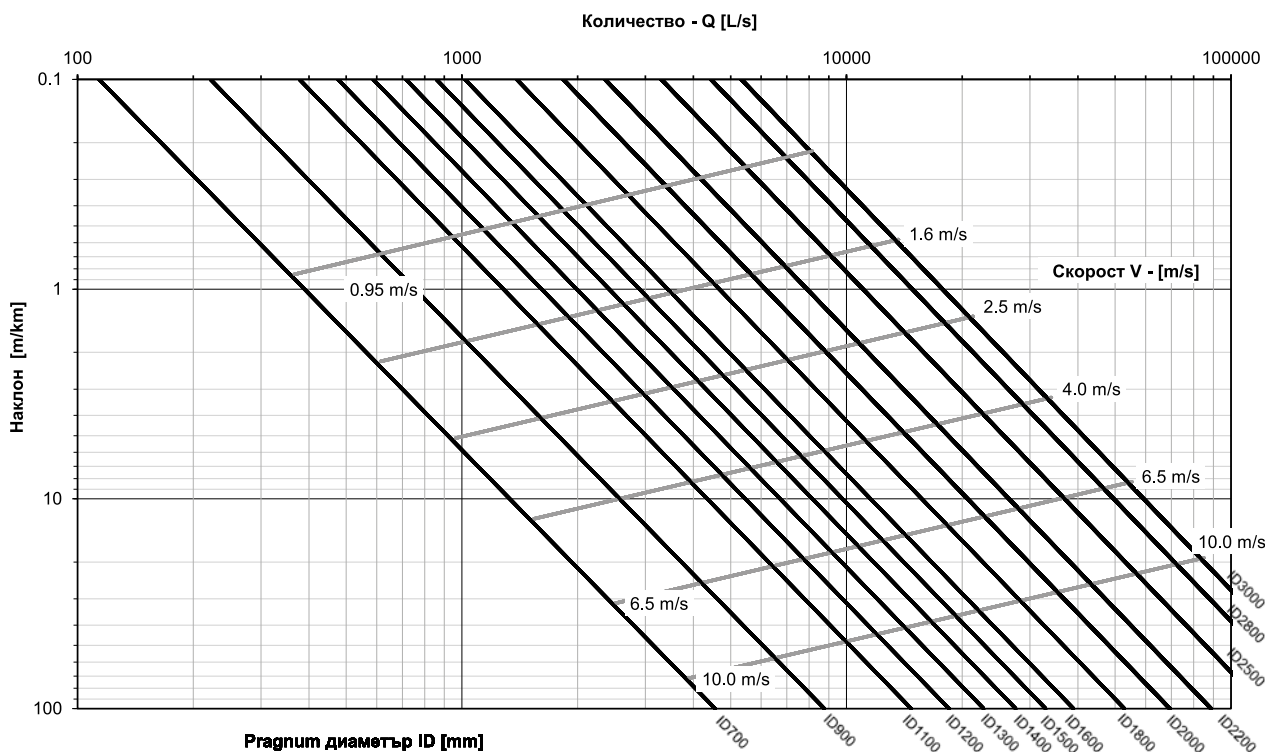
$\frac{q_n}{Q}$ съотношение между действителния отток при пълнеж (h_n) и оттока за пълен профил

$\frac{V_n}{V}$ съотношение между действителната скорост при пълнеж (h_n) и скоростта за пълен профил

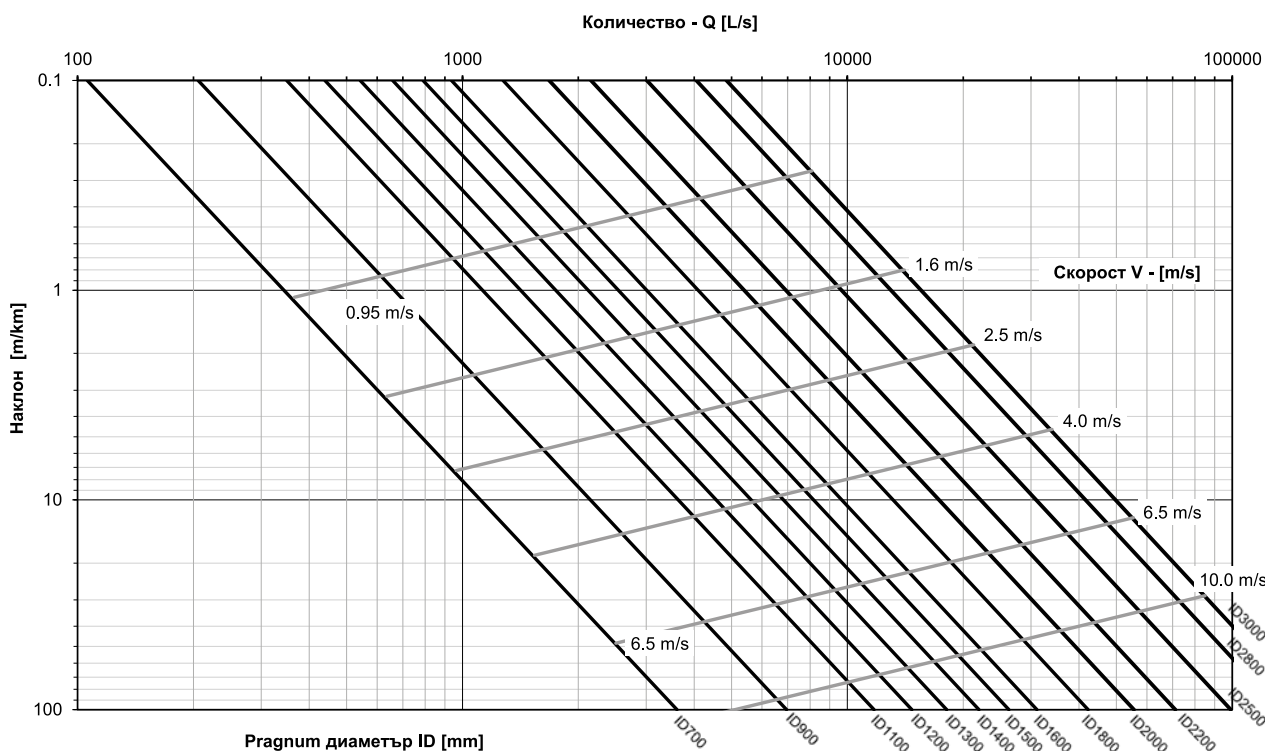
$\frac{R_n}{R}$ съотношение между хидравличния радиус при пълнеж (h_n) и хидравличния радиус за пълен профил

9.4.2 НОМОГРАМИ ЗА ХИДРАВЛИЧНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ БЕЗНАПОРЕН ПОТОК В КРЪГЛИ ТРЪБИ PRAGNUM С ПЪЛЕН ПРОФИЛ

За $k = 0.015$ [mm], температура на водата $t = 10^\circ\text{C}$, пълен профил
 Формула на Darcy-Weisbach/Colebrook-White



За $k = 0.25$ [mm], температура на водата $t = 10^\circ\text{C}$, пълен профил
 Формула на Darcy-Weisbach/Colebrook-White



9.5 ХИДРАВЛИЧНИ НАКЛОНИ И СКОРОСТИ НА ПОТОКА ПРИ ТРЪБИТЕ PRAGNUM

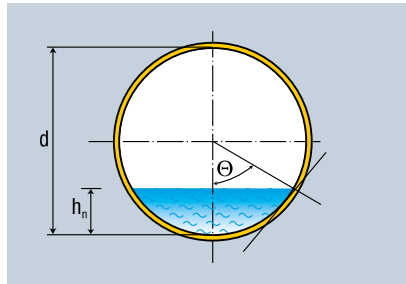
Минималният наклон на канала се определя с оглед постигане на минимална скорост на потока, която предотвратява утаяването на суспендираните частици и задръстването на тръбата.

Самочистващата способност на потока предотвратяваща утаяване и отлагане на частици по дъното на тръбата, зависи от ъгъла на вътрешно триене Θ (вж. фиг. 9.1).

Θ се определя по формула 5) :

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

Площта на утаяването може да се приеме като относително хоризонтален пласт на дъното на канала.



Фиг. 9.1. Ъгъл на вътрешно триене

където:

h_n – запълване на профила, [m]
 d – вътрешен диаметър на тръбата, [m]
 Θ – ъгъл на вътрешно триене, [°]

Ако $\Theta = 35^\circ$

Тогава $h_n/d = 0,1$

Безопасната долна граница на скоростта, при която се избягват седиментационните процеси зависи от вида на утаяващите се частици (седименти).

След като се определи наклонът на тръбопровода следва да се избере допустимата скорост вземайки под внимание диаметъра на тръбата. До този момент се използва следната проста формула: 6)

Минималният наклон на канализационния колектор може също да се изрази чрез влачеща сила на отпадъчната вода, дадена чрез израза: 7)

Фактическата влачеща сила е: 8):

От посочените по горе формули се установява, че критичната влачеща сила за непълен (действителен) профил на оттока е: 9)

Критичната влачеща сила, която отговаря на условието за самопочистването на канализационен колектор е: 10)

Следователно от формула 9 след преработка се получава, че минималният наклон на тръбата е: 10а)

Обикновено допустимите минимални скорости (V_{sc}) за пълен профил, при които може да сме сигурни за самопочистването на тръбите не трябва да бъдат по-ниски от:

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

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

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

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

$$10) \quad \tau_0 \geq 1.5 \text{ Pa} \quad (\text{за дъждовна вода})$$

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

$V_{sc} = 0,8 \text{ m/s}$ за битова канализация

$V_{sc} = 0,6 \text{ m/s}$ за дъждовна канализация

$V_{sc} = 1,0 \text{ m/s}$ за смесена канализация

където:

i_{min} = миним. допустим наклон
 d = вътрешен диаметър на тръбата

където:

γ = специфично тегло на отпадна вода, [kg/m³]
 R = хидравличен радиус, [m]
 i = хидравличен наклон, [m/m]

където:

$R = \frac{d}{4}$, хидравличен радиус за кръгли 4 тръби с пълен профил

k_1 = корекционен коефициент, $k_1 f \left(\frac{h_n}{d}\right)$

$$\tau_0 \geq 1.5 \text{ Pa} \quad (\text{за канализация})$$

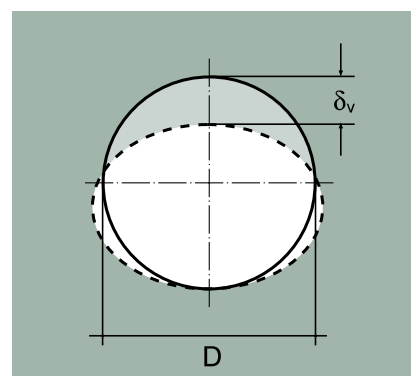
$$10b) \quad i_{min} = \frac{0.815 \cdot 10^{-3}}{d \cdot \frac{R_n}{R}} \quad (\text{за канализация})$$

10 СТАТИЧНО ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА СИСТЕМАТА PRAGNUM

10.1 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ТРЪБАТА И ЗАОБИКАЛЯЩАТА Я ПОЧВА

От техническа гледна точка полиетиленова система Pragnum е гъвкава структура притежаваща голяма способност да поема напрежение без да се наблюдават недостатъци. Класическият метод, който изчислява устойчивостта на структуриран материал е да се опише действителната

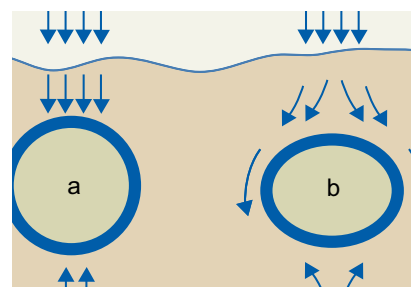
връзка между напрежението и поражащите се усилия, когато материала се натовари. Вертикалният товар върху тръбата поражда деформация, изкривяване (δ_v), което води до намаляване на вертикалния диаметър на гъвкавата тръба и заемането на елипсоидна форма (вж. фиг. 10.1)



Фиг. 10.1 Изкривяване на кръгла тръба причинено от вертикална позиция

Деформацията на тръбата причинява периферни напрежения в стената, като се упражнява натиск върху заобикалящата я почва. Същевременно пасивното състояние на почвата намалява периферните напрежения в стената на тръбата. Тези огъващи периферни усилия в тръбната стена, причинени от изкривяването, са в моментно равновесие с почвения натиск, който е насочен срещу външната стена на тръбата. Силата на почвата, противодействаща на усилията на тръбата зависи от вертикалния товар, типа почва и плътността и на тръбната

зона, както и от коравината на пръстена на тръбата. За твърди тръби като бетонни и др. самата тръба поема фактически главното натоварване върху себе си, докато гъвкавата използва хоризонталната реакция на почвата причинена от сгъването и деформацията на тръбата. Многогодишният практически опит показва, че гъвкавите тръби (b) могат да издържат на улично движение и други натоварвания повече от тръбите (a), изработени от бетон или друг твърд материал. Тръбите (b) селективно избягват натоварване чрез огъване. По този начин заобикалящата почва поема това натоварване.



Фиг. 10.2

Проектното поведение на гъвкави тръби може да се илюстрира с формулата на Spangler: 11)

$$11) \quad \frac{\delta_v}{D} = \frac{f(g)}{(SN + S_s)}$$

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

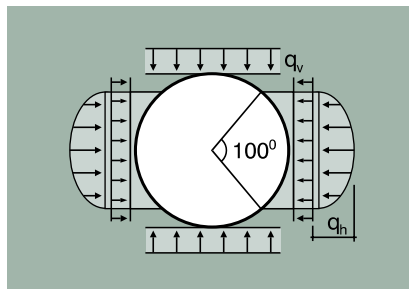
Формула (11) описва относителната деформация на тръба подложена на вертикално натоварване (q_v) поддържана от коравината на тръбата и коравината на почвата. Тази формула ясно илюстрира, че деформирането на тръбата може да се ограничи до допустими стойности, чрез

увеличаване на един от двата фактора – коравина на тръбата или почвеното уплътняване в тръбната зона. Допълнително може да се каже, че тръба с по-висок клас на якост е по-малко зависима от уплътняването на почвата в тръбната зона. От друга страна, оформянето на оптимално легло за

тръбата с подходящи добре уплътнени материали (високи разходи на монтаж) позволява използването на тръби с по-нисък клас на якост (SN) (по-ниска стойност на материала). Взимането на решение за използването на един от двата варианта е въпрос на технико-икономически анализ.

10.2 НАТОВАРВАНЕ

Разпространението на почвения натиск в зоната на тръбата според Скандинавския метод е показано на фиг. 10.3. Положената в почвата тръба е натоварена от вертикален товар (q_v), който генерира напрежения и усилия както и противодействащ хоризонтален товар (q_h).



Фиг. 10.3 Скандинавски модел на разпределение на почвеното натоварване

ВЕРТИКАЛНИ ТОВАРИ

1. Натоварване на почвата над тръбата: 12)

За тръби разположени под нивото на подпочвените води общия натиск ще се увеличи с хидростатично налягане: 13)

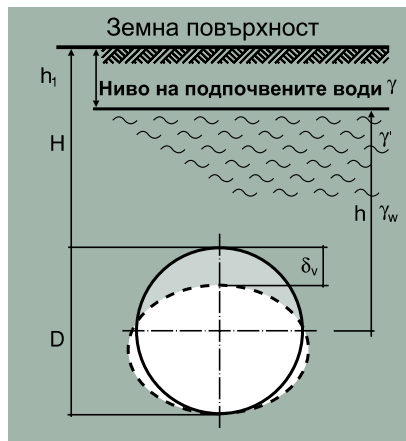
В този случай вертикалното натоварване е: 14)

При нормални условия на монтаж вертикалната компонента на товара (q_v) е по-голяма от хоризонталната компонента на товара (q_h). Разликата ($q_v - q_h$) води до намаляване на диаметъра във вертикално направление и увеличаване на диаметъра в хоризонтално направление. Стената на тръбата, при деформирането си, генерира пасивно почвено налягане със стойност зависеща от вертикалния товар и от съотношението между степента на уплътнение на почвата и коравината на тръбата.

$$12) \quad q_z = \gamma_z \cdot H$$

$$13) \quad q_w = \gamma_w \cdot h$$

$$14) \quad q_z = \gamma_z(H-h) + (\gamma_{zw} \cdot h) + (\gamma_w \cdot h)$$



Фиг. 10.4 Геометрия на положената почва

където:

$\gamma_z = 18$ to 20 kN/m^3 за тръби над нивото на подпочвените води

където:

$\gamma_{zw} = 11 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Последното обяснение се изразява още като коравина на пръстена на тръбата (SN). Компонентите на товара, които се разпределят върху тръбата във вертикално направление са:

- ефектът на почвата разположена върху тръбата
- ефектът от товари разпределящи се върху земната повърхност като сгради, превозни средства и др.

10.3 ВИДОВЕ ПОЧВИ СЪГЛАСНО БДС ENV 1046

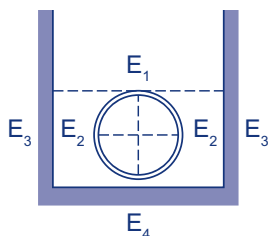
Тип почва	Почвена група					Засипка
	Група почви съгласно ATV127	Характерно име	Символ	Отличителен белег	Примери	
Чакълеста	G1	Чакъл с единичен размер	(GE) [GU]	Стръмна зърнометрична линия, преобладават частиците с една големина	Трошен камък, речен и брегови чакъл, морени, сгурия, вулканична пепел	ДА
		Чакъли с различна големина на частиците, чакълесто-песъклива	[GW]	Непрекъсн. зърнометрична линия, няколко зърнометрични групи		
		Чакъли с еднаква големина на частиците, чакълесто-песъклива	(GI) [GP]	Стръмна зърнометрична линия, липсват една или повече зърнометрични групи		
		Пясък с единичен размер	(SE) [SU]	Стръмна зърнометрична линия, доминира една зърнометрична група	Пясък от дюни и дънни наноси, речен пясък	ДА
		Пясъци с различна големина на частиците, песъкливо - чакълеста	[SW]	Непрекъсн. зърнометрична линия, няколко зърнометрични групи	Моренов пясък, брегови пясък, плажен пясък	
		Пясъци с еднаква големина на частиците, песъкливо - чакълеста	(SI) [SP]	Стръмна зърнометрична линия, липсват една или повече зърнометрични групи		
	G2 и G3	Наносни чакъли, чакълесто-наносно-песъклива с еднаква големина на частиците	(GU) [GM]	Широка / с прекъсвания зърнометрична линия с фини наносни частици	Обрушен чакъл, скосени отломки, глинест чакъл	ДА
		Глинести чакъли, чакълесто-песъкливо-глинеца с еднаква големина на частиците	(GT) [GC]	Широка / с прекъсвания зърнометрична линия с фини наносни частици		
		Наносни пясъци, песъкливо-наносна с еднаква големина на частиците	(SU) [SM]	Широка / с прекъсвания зърнометрична линия с фини наносни частици	Плаващ пясък, пръст, песъклив льос	
		Глинести пясъци, песъкливо-глинеца с еднаква големина на частиците	(ST) [SC]	Широка / с прекъсвания зърнометрична линия с фини наносни частици	Песъклива почва, алувиална глина, алувиална варовита глина	
Свързана	Неорганичен нанос, много фини пясъци, скални частици, наносни или глинести фини пясъци	(UL) [ML]	Ниска стабилност, кратка реакция, нулева до слаба пластичност	Льос, глина	ДА	
	Неорганична глина, отчетливо пластична глина	(TA)(TL) (TM) [CL]	Средна до висока стабилност, бавна реакция, ниска до средна пластичност	Алувиална глина, глина		
Органична	G4	Почви със смесена големина на частиците и примеси от хумус и талк	[OK]	Примеси на растения / не растителна, гние, леко тегло, висока порьозност	Горни слоеве, твърд пясък	НЕ
		Органичен нанос и органична наносна глина	[OL](OU)	Средно стабилна, от бавна до много бърза реакция, ниска до средна пластичност	Морска креда, горен слой почва	
		Органична глина, глина с органични примеси	[OH](OT)	Висока стабилност, нулева реакция, средна до висока пластична	Кал, почва	
Органична	G4	Торф, други високо органични почви	(HN)(H2) [Pt]	Не съставен торф, влакнеста, оцветена от кафяво до черно	Торф	НЕ
		Тиня	[F]	Тини в наносите, често разпръсната с пясък/ глина/талк, много мека	Тиня	

10.4 НЕОБХОДИМИ ДАННИ ЗА СТАТИЧЕСКО ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ТРЪБНА СИСТЕМА PRAGNUM

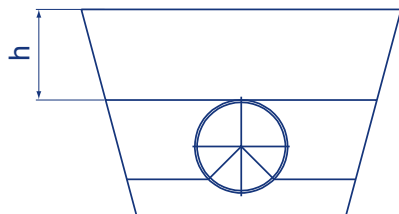
С оглед правилното полагане и експлоатация на канализационните тръби от системата Pragnum е важно да се изчисли въздействието на статическото и динамично натоварване. За тази цел е необходимо да се вземат предвид вида на почвата, наличието на подпочвени води, степента на уплътнение по Proctor на засипката. Изчислението може да се направи посредством web програмата на Pipelife в раздел „За проектанта“ на www.pipelife.bg.

Pipelife разполага също така със софтуер EASYPIPE, с който при необходимост може да се направи по-детайлно изчисление на статиката на положените тръби. И двете програми са базирани на методиката за статическо изчисление на положени в земята тръби съгласно ATV127. За изготвянето на това изчисление от инженерния отдел на Pipelife, е необходимо да се предоставят следните данни:

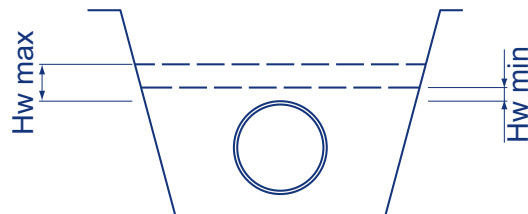
Данни за проекта		Проект					
		Възложител					
		Проектант					
		Дата					
Данни за почвата около и в зоната на изкопа		Основни групи почви		Зони (фиг. 10.5)			
				E1	E2	E3	E4
		G1 - несвързани					
		G2 - слабо, незначително свързани почви					
		G3 - смесени свързани почви, едра, сурова глина (затлачени с тиня, пясък, едрозърнест пясък и дребен чакъл, свързани остатъчни каменисти почви)					
		G4 - свързани (пр. глина)					
Данни за натоварване		h - височина на засипване над теме тръба, [m] (фиг. 10.6)					
		Плътност на почвата за засипка, [kN/m ³]					
		Допълнително статично натоварване (например при складове), [kN/m ²]					
		Hw max - максимално ниво подпочвени води над теме тръба, [m] (фиг. 10.7)					
		Hw min - минимално ниво подпочвени води над теме тръба, [m] (фиг. 10.7)					
		Краткосрочно вътрешно налягане в тръбата, [bar]					
		Дългосрочно вътрешно налягане в тръбата, [bar]					
		Натоварване от трафик (маркирайте един от посочените по-долу варианти)				Честота на трафика	
						нормално	нередовно
		LT12 - 12 тона - 2(полу)оси					
HT26 - 26 тона - 2(полу)оси							
HT39 - 39 тона - 3(полу)оси							
HT60 - 60 тона - 3(полу)оси							
Настилка		Първи пласт		Втори пласт			
		Дебелина h ₁ , [m]	Модул на еластичност E ₁ , [MPa]	Дебелина h ₂ , [m]	Модул на еластичност E ₂ , [MPa]		
Полагане	Насип / Изкоп	Широчина на изкопа над темето на тръбата - b (m)-(от 0,1 до 20 m)					
		Ъгъл на откоса на изкопа - β (градуси)					
		Условия на изкопа от група A1 до A4 (вж. видовете групи на края)		A1	A2	A3	A4
		Условия на подложката от група B1 до B4 (вж. видовете групи на края)		B1	B2	B3	B4
		Тип на подложката		Ъгъл на полагане -α			
				60°	90°	120°	180°
		пясъчна възглавница					
бетонена подложка							



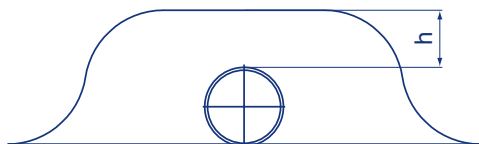
Фиг. 10.5



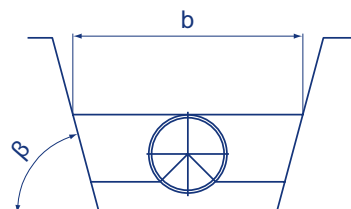
Фиг. 10.6



Фиг. 10.7



Фиг. 10.8



Фиг. 10.9



Фиг. 10.10

“Условия на покритието” - (‘A1’ до ‘A4’) описват метода на укрепване и обратно засипване на изкопа в зоната над тръбата (от темето на тръбата до земната повърхност-кота терен).

A1 - Засипката на изкопа се уплътнява със съществуващата почва на слоеве (без проверка степента на уплътнение) уплътнявайки и до стените на тръбата.

A2 - Отвесно укрепване на изкопа с използването на специални изкопни кофражи, които не се махат до засипката. Кофражните платна или използваното оборудване се премахва на етапи по време на засипката. Неуплътнена засипка на изкопа. Промита засипка (подходящо само за почви от група G1).

A3 - Отвесно укрепване на изкопа с използването на вълнообразни сглобяеми профили, олекотени профили, дървени греди, кофражни плоскости или оборудване, които не се махат до засипката.

A4 - Засипката се уплътнява на слоеве при съществуващи почви с доказана съгласно изискванията на ZTVE-StB степен на уплътнение; прилага се също така при шпунтови стени. Условията A4 не са приложими при почва от група G4.

“Условия на полагането” (‘B1’ до ‘B4’) описва методът на укрепване и обратно засипване на изкопа в зоната около тръбата (от дъното на изкопа до темето на тръбата).

B1 - Подложната възглавница се уплътнява на слоеве със съществуващата почва или в насип (без проверка степента на уплътнение) прилага се също така при шпунтови стени.

B2 - Отвесното укрепване в зоната на тръбата с използването на покрития, така че, да обхванат дъното на изкопа и да не се премахват до обратната засипка и уплътнението.

B3 - Отвесно укрепване в зоната на тръбата с използването на вълнообразни сглобяеми профили, олекотени профили и уплътняване.

B4 - Подложната възглавница се уплътнява на слоеве със съществуващата почва или в насипа с доказване изискваната степен на уплътнение съгласно ZTVE-StB. Посочените условия за група B4 не са приложими за почви от група G4.



Съдържанието и информацията в тази брошура са предназначени само за общи търговски цели и никой не бива да разчита на тях като на пълни и точни. В частност, тази брошура не може да замени надлежния експертен съвет касателно характеристиките на продуктите, тяхната употреба, пригодността им за конкретните цели или правилния начин за тяхната обработка. Всички приноси и илюстрации в брошурата са предмет на авторско право. Освен ако изрично не е посочено друго, повторение на съдържанието не е позволено. Фотокопия от брошурата може да се ползват само за частни и нетърговски цели. Копирането и разпространяването на брошурата за професионални цели е строго забранено. Отказ от отговорност: Pipelife е съставил настоящата брошура добросъвестно. Pipelife не носи отговорност за щети, понесени от трети лица в резултат от или във връзка с това че са разчитали на съдържанието или информацията от брошурата. Това ограничение в отговорността важи за всички и всякакъв вид загуби или щети, включително, но не само преки или косвени щети, произтичащи или наказателни щети, излишни разходи, пропуснати ползи или загуба на дейност. Забележка: Възможно е несъответствие на изображенията на продуктите с действителните.