

**NÁVOD NA PROJEKTOVANIE A MONTÁŽ KANALIZAČNÝCH
POTRUBNÝCH SYSTÉMOV Plastika pipes, s.r.o.**



Plastika pipes s.r.o.
Novozámocká 222C
94 905 Nitra
Slovenská republika

Tel.: +421 915 726 783
e-mail: info@plastikapipes.sk

Obsah

1	Úvod	3
2	Všeobecná časť	3
2.1	Základné technické informácie	3
2.1.1	Definície, značky a skratky	3
2.1.2	Typy dimenzií potrubných systémov	4
2.1.3	Vlastnosti materiálov pre potrubné systémy	5
2.1.4	Kruhová tuhosť rúr	5
2.1.5	Kruhová tuhosť tvaroviek	6
2.1.6	Deformácia priemeru	6
2.1.7	Chemická odolnosť	6
2.1.8	Hydraulická drsnosť	6
2.1.9	Odolnosť proti oderu	6
2.1.10	Farba potrubného systému	7
2.1.11	Životnosť potrubia	7
2.1.12	Iné fyzikálne vlastnosti	7
2.1.13	Recyklácia	8
2.2	Doprava, skladovanie a manipulácia s rúrami	8
2.2.1	Preprava rúr	8
2.2.2	Nakladanie rúr	8
2.2.3	Skladovanie rúr	8
2.3	Zákonné požiadavky na kvalitu výrobkov	9
3	Návrh stokovej siete	9
3.1	Dimenzovanie stôk	9
3.2	Zakladanie stôk	12
3.2.1	Ryha podľa EN 1610	13
3.2.2	Výber kruhovej tuhosti rúr	14
3.2.3	Podmienky uloženia rúr s kruhovou tuhosťou SN8 na základe praktických skúseností ...	23
4	Stavba a skúšanie kanalizačných potrubí a stôk	24
4.1	Výkop	24
4.1.1	Ryhy (zárezy)	24
4.1.2	Šírka ryhy (zárezu)	24
4.1.3	Nepažené výkopy	25
4.1.4	Pažené výkopy	26
4.2	Úprava dna a odvodnenie ryhy	26
4.3	Lôžko	26
4.3.1	Hrúbka lôžka	27
4.4	Montáž potrubného systému	29
4.4.1	Prípravné práce	29
4.4.2	Ukladanie potrubia	29
4.4.3	Spájanie rúr a tvaroviek	29
4.4.4	Zmena smeru potrubia	31
4.4.5	Napojenie potrubia na šachty	32
4.4.6	Napájanie prípojok	32
4.4.7	Uličné vpusty	34
4.4.8	Skúšanie	34
4.4.9	Zásyp potrubia	35
4.4.10	Spôsoby ochrany potrubia:	35
4.5	Údržba, čistenie, početnosť čistenia	38
4.5.1	Opravy potrubia	38
5	Záver	40
6	Zoznam súvisiacich a citovaných noriem a literatúry	40

1 Úvod

Tento dokument je spracovaný na základe všeobecných poznatkov a dlhoročných skúseností v súlade so všeobecnými normami na projektovanie a montáž kanalizačných potrubných systémov.

2 Všeobecná časť

Plasty sú v súčasnej dobe považované za najvýhodnejší materiál pre kanalizačné potrubia a stoky, ktoré spĺňajú vysoké nároky na ochranu životného prostredia.

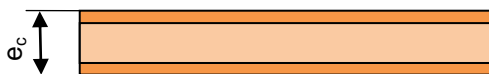
Všeobecné požiadavky na súčasti gravitačných (beztlakových) kanalizačných potrubí a stôk špecifikuje norma STN EN 476 ^[1]. Plastika pipes s.r.o. na základe systémových noriem zabezpečuje tieto požiadavky pre nasledovné jednotlivé súčasti kanalizačných potrubí a stôk:

- a) **Plnostenné rúry a tvarovky** s hladkým vnútorným a vonkajším povrchom z materiálu PVC-U. podľa STN EN 1401-1 ^[2] s kódom použitia UD.



Obrázok 1 Priečny rez stenou plnostenných rúr s konštrukčnou výškou (hrúbkou) e_c .

- b) **Rúry 3-vrstvové** (3-vrstvové) s hladkým vnútorným a vonkajším povrchom z PVC-U s kódom použitia UD. V zmysle systémových noriem STN EN 13476-1 ^[3] a STN EN 13476-2 ^[4], sú označované aj ako rúry so štruktúrovanou stenou typu A1. Stredná vrstva rúr môže byť napenená alebo nenapenená.



Obrázok 2 Priečny rez stenou 3-vrstvových rúr s konštrukčnou výškou e_c .

- c) **Korugované rúry a tvarovky** s vonkajšou profilovanou stenou a vnútorným hladkým povrchom (korugované dvojvrstvové) z PVC-U a PP (Ultra-Cor Basic a Ultra-Cor) s kódom použitia U. V zmysle systémových noriem STN EN 13476-1 ^[3], STN EN 13476-3 ^[5] sú označované aj ako rúry so štruktúrovanou stenou typu B. Presné rozmery rúr ustanovuje PND 7163016-1 ^[6] a tvaroviek PND 7163016-2 ^[7],



Obrázok 3 Priečny rez stenou korugovaných rúr s konštrukčnou výškou e_c .

- d) Kanalizačné šachty a vpusty z materiálov PVC-U, PP a PE v zmysle PND 7163016-3 ^[8].

Uvedené potrubné systémy sú prostredníctvom širokého tvarovkového sortimentu kompatibilné a vzájomne sa dopĺňajú. Podrobný sortiment výrobkov určených stavbu kanalizačných prípojkov a stôk je uvedený v katalógu potrubných systémov Plastika pipes s.r.o.

2.1 Základné technické informácie

2.1.1 Definície, značky a skratky

kód oblasti použitia: kód používaný v označení rúr a tvaroviek na udanie prípustnej v oblasti (prípustných oblastí) použitia, pre ktorú (ktoré) sú určené, nasledovne:

U – kód pre oblasť viac ako 1 m od budovy, na ktorú je v zemi uložený potrubný systém pripojený;

D – kód pre oblasť pod budovou a do 1 m od budovy kde sú rúry a tvarovky uložené v zemi a sú pripojené na kanalizačný systém budovy.

POZNÁMKA. – V aplikačnej oblasti D je okrem vonkajších síl z okolitého prostredia obvyklá existencia prietoku teplej vody.

plnostenné rúry a tvarovky: rúra alebo tvarovka s hladkým vnútorným a vonkajším povrchom s rovnakým materiálom v celej stene

rúry a tvarovky so štruktúrovanou stenou: výrobky, ktoré majú optimalizovanú konštrukciu steny, pričom ich vnútorný povrch je hladký.

menovitá svetlosť DN: číselné označenie rozmeru súčasti, iné ako označenie súčasti rozmerom závitů, ktoré sa približne rovná výrobnému rozmeru v mm

menovitá svetlosť DN/OD: menovitá svetlosť vzťahujúca sa na vonkajší priemer

menovitá svetlosť DN/ID: menovitá svetlosť vzťahujúca sa na vnútorný priemer, (vonkajší priemer rúr je väčší ako jeho číselná hodnota DN)

menovitý priemer d_n : špecifikovaný priemer v mm pridelený k menovitej svetlosti (DN/OD alebo DN/ID)

vonkajší priemer d_o : hodnota vonkajšieho priemeru nameraná cez jeho priečny rez v ktoromkoľvek bode rúry alebo hladkého konca, zaokrúhlená na najbližších vyšších 0,1 mm

stredný vonkajší priemer d_{em} : hodnota vonkajšieho obvodu rúry alebo hladkého konca nameraná v ktoromkoľvek priečnom reze vydelená číslom π ($\pi = 3,142$), zaokrúhlená na najbližších vyšších 0,1 mm

stredný vnútorný priemer d_{im} : priemerná hodnota určitého počtu rovnako rozmiestnených meraní vnútorného priemeru v tom istom priečnom reze rúry alebo tvarovky

hrúbka steny e : hrúbka steny nameraná v ktoromkoľvek bode tela súčasti

konštrukčná výška e_c : radiálna vzdialenosť medzi vrcholom rebier alebo zvlňenia alebo v prípade rúr a tvaroviek typov A1 a A2, vonkajšieho povrchu steny a vnútorného povrchu steny

kruhová pružnosť: schopnosť rúry odolať priehybu priemeru bez straty celistvosti konštrukcie

kruhová tuhosť: mechanická charakteristika rúry, ktorou je miera odolnosti proti kruhovému priehybu pri vonkajšej sile podľa ustanovení STN EN ISO 9969 ^[9] najčastejšie udávaná v kN/m^2

kruhová tuhosť tvarovky: mechanická charakteristika tvarovky, ktorou je miera odolnosti proti kruhovému priehybu pri vonkajšej sile podľa ustanovení STN EN ISO 13967 ^[10]

trieda kruhovej tuhosti SN: číselné označenie kruhovej tuhosti rúry alebo tvarovky, ktorým je vhodne zaokrúhlené číslo udávajúce minimálnu požadovanú kruhovú tuhosť rúry alebo tuhosť tvarovky

PVC-U nemäkčený polyvinylchlorid

PE polyetylén

PP polypropylén

SDR číselné označenie rúrového radu, ktorým je vhodne zaokrúhlené číslo približne sa rovnajúce veľkosti pomeru menovitého vonkajšieho priemeru d_n a menovitej hrúbky steny e_n

2.1.2 Typy dimenzií potrubných systémov

Pre potrubia sa na základe ich historického vývoja sa vyvinulo dvojaké vyjadrovanie rozmerov plastových rúr, ktoré udáva norma STN EN 476 ^[11] a príslušné systémové normy. Charakteristickou menovitou svetlosťou rúr DN môže byť ich:

vnútorný priemer ID (interval diameter) a menovitá svetlosť je potom označovaná DN/ID alebo vonkajší priemer OD (outsider diameter) a menovitá svetlosť je potom označovaná DN/OD.

2.1.3 Vlastnosti materiálov pre potrubné systémy

Tabuľka 1 Vlastnosti materiálu PVC-U pre potrubné systémy

Vlastnosť	Hodnota	Jednotka
Stredná hustota	1400-1450	kg/m ³
Modul pružnosti v ohybe krátkodobý $E_{(1 \text{ min})}$	3000-3600	MPa
Pevnosť v ťahu na medzi klzu	55	MPa
Odolnosť za tepla podľa Vicata B	≥ 79	°C
Stredný súčiniteľ dĺžkovej tepelnej rozťažnosti	≈ 0,08	mm/m K
Tepelná vodivosť	≈ 0,16	W/m K
Povrchový odpor	> 10 ¹²	Ω

Tabuľka 2 Vlastnosti materiálu PP pre potrubné systémy

Vlastnosť	Hodnota	Jednotka
Stredná hustota	≈ 930	kg/m ³
Modul pružnosti v ohybe krátkodobý $E_{(1 \text{ min})}$	1250-2500	MPa
Pevnosť v ťahu na medzi klzu	30	MPa
Odolnosť za tepla podľa Vicata B	≥ 100	°C
Stredný súčiniteľ dĺžkovej tepelnej rozťažnosti	≈ 0,14	mm/m K
Tepelná vodivosť	≈ 0,23	W/m K
Povrchový odpor	> 10 ¹²	Ω

Tabuľka 3 Vlastnosti materiálu PEHD pre potrubné systémy

Vlastnosť	Hodnota	Jednotka
Stredná hustota	≈ 940	kg/m ³
Modul pružnosti v ohybe krátkodobý $E_{(1 \text{ min})}$	800	MPa
Modul pružnosti v ohybe dlhodobý $E_{(50 \text{ rokov})}$	200	MPa
Pevnosť v ťahu na medzi klzu	19	MPa
Odolnosť za tepla podľa Vicata B	≥ 116	°C
Stredný súčiniteľ dĺžkovej tepelnej rozťažnosti	≈ 0,2	mm/m K
Tepelná vodivosť	≈ 0,42	W/m K
Povrchový odpor	> 10 ¹²	Ω

2.1.4 Kruhovú tuhosť rúr

Na uložený potrubný systém a lôžko pôsobí deformačná sila. Plastové rúry sú pružné, to znamená, že pri zaťažení reagujú deformáciou steny priamoúmernou veľkosti tlakových síl, vplyvom ktorej sa potrubný systém a lôžko stlačia. V dôsledku vonkajšieho zaťaženia sa potrubie deformuje, pričom je schopné bez porušenia odolať aj značným deformáciám. Tento proces je vratný, a nedochádza k poškodeniu rúry. Rúra po uložení tvorí s okolitou zemínou vzájomne sa ovplyvňujúci systém. Vyžaduje sa však, aby miera prípustnej deformácie bola vhodne obmedzená. Toto obmedzenie deformácie sa dosahuje umiestnením vhodného, starostlivo zhutneného materiálu okolo potrubia (lôžko a obsyp). Málo zhutnená, alebo málo únosná zemina pri zaťažení „uľahne“, a jej pohyb nevyhnutne nasleduje aj plastová rúra. Po ukončení konsolidačného procesu sa napokon medzi potrubím a pôdou ustáli rovnovážny stav. Veľkosť celej deformácie rúry je určená celkovým zaťažením, vlastnosťami rúry a vlastnosťami zeminy. Keďže veľkosť deformácie rúry je závislá aj od jej vlastností, pre sledovanie kvality pružných rúr sa zdefinoval parameter - **kruhovú tuhosť**. Všeobecne platí, že čím je nižšia tuhosť zeminy, tým musí byť vyššia kruhovú tuhosť rúry a naopak. Kruhovú tuhosť možno teda zdefinovať ako odolnosť rúry voči radiálnej deformácii ako reakcii na vonkajšie zaťaženie pôsobiace pozdĺž protiľahlej roviny.

Kruhov tuhosť sa stanovuje podľa normy STN EN ISO 9969 ^[9], na základe merania sily, pri ktorej sa dosiahne 3% deformácia vnútorného priemeru rúry.

Z pohľadu konštrukcie rúry možno jej kruhov tuhosť vyjadriť vzťahom (1).

$$(1) \quad S_D = \frac{E \cdot I}{D^3}$$

S_D kruhov tuhosť rúry,

E modul pružnosti materiálu rúry v ohybe v obvodovom smere, v kN/m²

I moment zotrvačnosti plochy steny rúry v pozdlnom smere na jednotku dlky, v m⁴/m

D priemer k neutrálnej osi steny rúry, v m

V normách pre plastove potrubne systémy sa udáva velicina SN, t.j. kruhov tuhosť nominálna. Je to minimálna deklarovan kruhov tuhosť výrobcom. Plastove potrubia uren hlavne pre kanalizáciu sa zaradj do tried nominlnch kruhových tuhosť SN 2, 4, 8, 16.

2.1.5 Kruhov tuhosť tvaroviek

V dôsledku geometrie tvaroviek majú tvarovky tuhosť väčšiu ako je tuhosť rúry zodpovedjcej rady hrúbky steny. Preto sa na použitie s rúrami aplikujú odporcan triedy tuhosť/rady hrúbok stien tvaroviek – Tabuľka 4.

Tabuľka 4 Minimlne triedy tvaroviek odporcan na použitie s rúrami so štruktúrovanou stenou

Trieda tuhosť rúry	Minimálna tuhosť tvaroviek podľa		Minimlny rad hrúbky steny tvaroviek podľa		
	STN EN 13476-2 ^[4] STN EN 13476-3 ^[5]	STN EN 14758-1 ^[11]	STN EN 1852-1 ^[12]	STN EN 1401-1 ^[2]	STN EN 12666-1 ^[13]
SN 2	SN 2	SN 4	SDR 41	SDR 51	SDR 33
SN 4	SN 4	SN 4	SDR 41	SDR 41 (pre DN ≥ 400 SDR 51)	SDR 33
SN 8	SN 8	SN 8	SDR 33	SDR 41	SDR 26
SN 16	SN 16	–	SDR 27,6	SDR 34	SDR 21

2.1.6 Deformácia priemeru

V zvyčajných podmienkach uloženia musí byť predpokladan dlhodob deformácia vonkajšieho priemeru rúr menšia ako 8 %. Avšak ani deformácie až do 15 %, napr. deformácie spsoben pohybm zeminy, nebudú ovplyvova správnu funkciu potrubného systému. Pri návrhu potrubí na základe vypotu sa odporca dlhodob deformácia pružných (plastových) potrubí uložených v zemi 6%, pričom nesmie prekročiť hodnotu 6%. Bližšie v stati [Vyber kruhovej tuhosť rúr](#).

2.1.7 Chemick odolnosť

Potrubne systémy z plastov sú odolne proti korózii pôsobením vody v širokom rozmedzí hodnôt pH, ako majú splakove odpadove vody, daove vody, povrchove vody a podzemne vody.

Ak sa majú potrubne systémy použiť na chemicky zneistene odpadove vody, ako sú priemyselne odpadove vody, musí sa zohadova chemick a tepeln odolnosť materiálu. Informácia o chemickej odolnosti rúr a tvaroviek z plastov je uveden v TNI ISO/TR 10358 ^[14] a pre materiály z elastomérov (gumy) v ISO/TR 7620 ^[15]. PVC-U a PP materiál je rezistentny voči pôsobeniu baktérií, húb a vírusov.

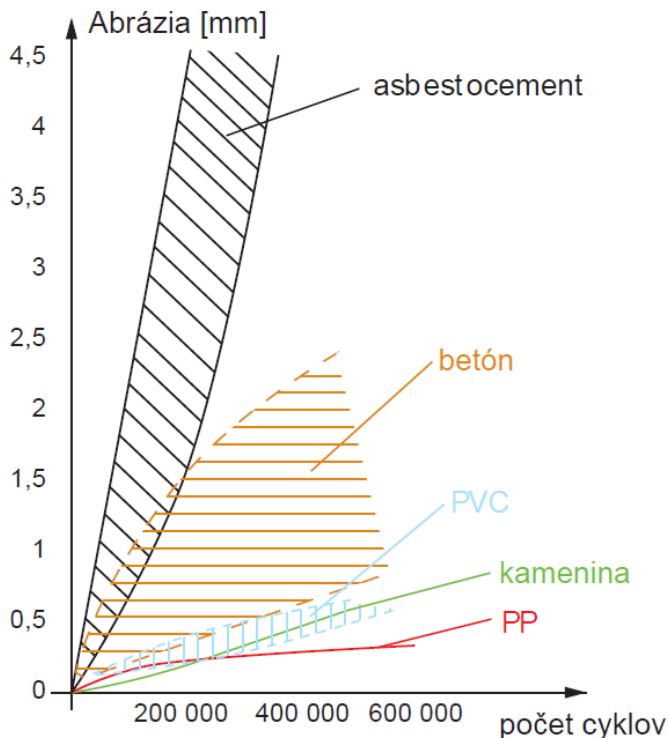
2.1.8 Hydraulick drsnosť

Vntorne povrchy rúr a tvaroviek zodpovedjcich tejto európskej norme sú hydraulicky hladke. Konštrukcia spojov a tvaroviek zaistuje dobr hydraulick funkciu. Dlšie informácie o hydraulickom návrhu vidí v stati [Dimenzovanie stôk](#).

2.1.9 Odolnosť proti oderu

Vseobecne majú rúry a tvarovky z plastov veľmi dobr odolnosť proti oderu. Oder sa môže určiť skúšobnou metódou uvedenou v STN EN 295-3 ^[16], Tto metóda je zhodn aj s metódou podľa

skúšky „DARMSTADT – DIN 19565-1 [17]. Odolnosť proti opotrebovaniu u PVC-U rúr je takmer zhodná s rúrami vyrobenými z PP materiálu, ako aj s rúrami z kameniny (Obrázok 4). Počas celej doby životnosti je u plastov zaručené, že ich stena nebude poškodená materiálom splavovaným do kanalizácie (chemický posyp, škvára, štrk, piesok, ...) alebo čistiacimi zariadeniami. Pre zabezpečenie životnosti norma STN EN13476-3 predpisuje minimálne vnútorné steny rúr. Nad rámec tejto normy je pri rúrach typu Ultra-Cor PP SN12 a SN16 hrúbka vnútornej vrstvy zvýšená pri dimenziách rúr DN250 z 1,5 mm na 2,5 mm, DN300 z 1,7 na 3 mm a pri DN400 z 2,3 na 3 mm



Princíp metódy: Rúra sa rozreže na dve polovice v pozdĺžnom smere a konce sa zaslepia, naplní sa vodou a pieskom s presne definovaným zložením zmesi. Následne sa krytoko s určitou frekvenciou nakláňa do strán o určitý uhol. Počet cyklov býva spravidla niekoľko sto tisíc s pravidelnou výmenou piesku.

Obrázok 4: Porovnanie potrubných materiálov proti abrázii

2.1.10 Farba potrubného systému

Pre výrobu všetkých typov PVC-U kanalizačných potrubí a príslušných tvaroviek je používaný materiál oranžovo hnedej farby. PP korugované rúry sa vyrábajú koextrúziou, pričom vonkajšia profilovaná stena je čiernej (Ultra-Cor Basic SN8 a SN10), modrej (Ultra-Cor SN12) a hnedej (Ultra-Cor SN16) farby a vnútorná hladká stena je biela. Bledý vnútorný odtieň rúr umožňuje kontrolovať rúry po ich montáži priemyselnou kamerou.

2.1.11 Životnosť potrubia

Veľkou výhodou plastového potrubia je veľmi dlhá životnosť rúr – 100 a viac rokov. Doporučená životnosť potrubného systému v prípade správnej montáže je podľa smernice LAWA zhodná s predtým používanou kameninou – minimálne 50-100 rokov (LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser je pracovné združenie pre vodu v Nemecku). Životnosť bola stanovená na základe mnohých na sebe nezávislých metód a skúšok na dlhodobo používaných potrubíach. Aj po mnohých rokoch používania sú rúry rovnako bezpečné a funkčné ako v čase montáže.

2.1.12 Iné fyzikálne vlastnosti

PVC-U materiál vplyvom teploty mení svoje mechanické vlastnosti. S klesajúcou teplotou materiál postupne stráca pružnosť. Pod teplotou nižšou ako 1 °C sa PVC-U stáva krehký, znižuje sa jeho rázová odolnosť. Nad teplotou 40 °C sa postupne znižuje pevnosť materiálu. Pod vplyvom naďalej sa zvyšujúcej teploty PVC-U materiál mäkne a tavia sa. V plameni horí, avšak mimo plameňa zhasína – je samozhášavý a pri horení vzniká dusivý plyn.

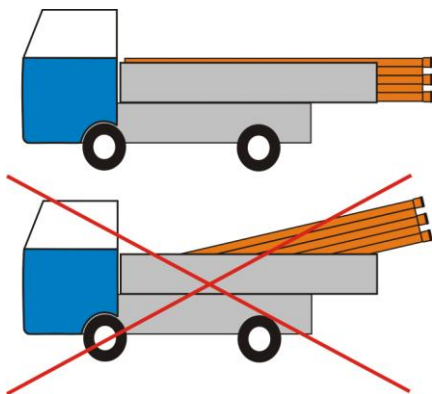
PP materiál, hlavne blokový typ PP-b, z ktorého sú PP korugované rúry a tvarovky vyrábané je oproti PVC-U materiálu podstatne húževnatejší. Celý PP potrubný systém, vrátane tesniacich elementov je dlhodobo odolný voči teplotám do 60 °C a 90 °C pri krátkodobom pôsobení. Systém má vysokú mechanickú odolnosť pri mínusových teplotách až do -20 °C. PP materiál je oproti PVC-U horľavý.

2.1.13 Recyklácia

Všeobecne termoplasty, medzi ktoré patria aj materiály PVC-U a PP sú 100% recyklovateľné.

2.2 Doprava, skladovanie a manipulácia s rúrami

2.2.1 Preprava rúr



Jednotlivo dodávané rúry musia ležať na podklade po celej svojej dĺžke, aby nedochádzalo k ich prehýbaniu. Rúry je potrebné chrániť pred ohýbaním na hranách. Rúry presahujúce prepravnú plochu vozidla o viac ako 1 m je nevyhnutné podprieť. Prepravná plocha vozidla musí byť zbavená ostrých výstupkov (skrutiek, klincov, kameňov...). Podložné trámy by nemali byť užšie ako 50 mm. Podloženia a prepravná plocha nemôžu poškodiť konce rúr. Pri preprave môžu byť rúry na seba naložené maximálne do výšky 2 m.

2.2.2 Nakladanie rúr

Rúry sa nesmú zhadzovať, pozdĺžne ťahať, ohýbať. Pri transporte za pomoci vysokozdvížných vozíkov je nevyhnutné použiť ploché, prípadne chránené vidlice.

Pri nakladaní so žeriavom je medzera uchytenia cca 1/3 dĺžky. Uchytenie sa uskutočňuje pomocou popruhu alebo povrazu s poťahom z umelej hmoty. V žiadnom prípade nepoužívame oceľové laná, reťaze a nechránených kovových hákov. Je zakázané uchytenie rúry na jednom mieste.

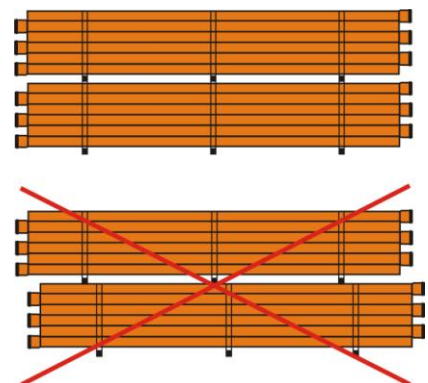
2.2.3 Skladovanie rúr

Skladovacia plocha má byť podľa možnosti vodorovná.

Rúry majú ležať rovnomerne tak, aby nedošlo k deformácii hrdla.

Výška skladovania rúr vybalených z palet môže byť max. 1,5 m, v paletách max. 3 m. Neodporúča sa skladovanie palet s rúrami v blízkosti otvorených výkopov.

Rúry a tvarovky možno skladovať na voľnom priestranstve, pričom sa odporúča, aby boli rúry chránené pred nadmerným a priamym dopadom slnečného žiarenia. Skladovacia doba takto uložených výrobkov by spravidla nemala presiahnuť 2 roky. Rúry by mali byť vydávané zo skladu podľa poradia príchodu na sklad. Pri dlhom skladovaní sa znižuje hlavne kvalita tesniacich krúžkov, preto je výhodnejšie skladovať tesniace prvky v chladnej miestnosti, v priestoroch bez slnečného žiarenia a možného zdroja ozónu.



Špecifické ustanovenia pre PVC-U potrubný systém:

Skladovanie PVC-U rúr na priamom slnečnom svetle môže spôsobovať zmenu farby potrubia a nepatrne znížiť ich odolnosť voči nárazu. PVC-U potrubia je nevyhnutné chrániť pred kontaktom s rozpúšťadlami. Neskladujte rúry v blízkosti zdrojov tepla.

PVC-U rúry a tvarovky neskladujte v tmavých obaloch, resp. neprikrývajte tmavými fóliami, pretože na priamom slnku by mohlo krátkodobo dôjsť ku zvýšeniu teploty až na 80°C, čo je teplota, ktorá môže spôsobiť deformáciu výrobkov.

2.3 Záonné požiadavky na kvalitu výrobkov

Spoločnosť Plastika pipes s.r.o. má zavedený zdokumentovaný a certifikovaný systém riadenia akosti podľa STN EN ISO 9001 [18]. Kvalita výrobkov je periodicky hodnotená. Výrobky sú certifikované na Slovensku a Čechách.



3 Návrh stokovej siete

3.1 Dimenzovanie stôk

Pri vlastnom navrhovaní stokových sietí a kanalizačných prípojk prevádzkovaných prevažne ako gravitačné systémy s voľnou hladinou, ktoré odvádzajú odpadovú a zrážkovú vodu sa postupuje podľa ustanovení STN 75 6101 [19] v nadväznosti na ustanovenia STN EN 752 časti 1 až 4 [20].

Pri výpočte prietokov a rýchlostí je potrebné vychádzať z hodnôt podľa "Tabuliek kapacitných prietokov a kapacitných rýchlostí v stokách kruhového profilu z plastových rúr Plastika pipes s.r.o." spracovaných v elektronickej podobe.

Neodporúča sa navrhovať menší sklon stoky i_{\min} v ‰ podľa vzťahu (2).

$$(2) \quad i_{\min} = \frac{1500}{D}$$

D priemer kruhovej stoky v mm.

Tabuľka 5: Odporúčané minimálne sklony stôk pre jednotlivé typy a priemery plastových rúr

PVC-U korugované rúry	di [mm]	i _{min} [‰]
DN/ID 300	300	5,0
DN/ID 400	400	3,8

PVC-U plnostenné SN8, 10 a 12	di [mm]	i _{min} [‰]
DN/OD 250x6.2	236,7	6,4
DN/OD 315x7.7	298,6	5,1
DN/OD 400x9.8	379,2	4,0

PP korugované rúry Ultra-Cor SN8, 10 a 12	di [mm]	i _{min} [‰]
DN/ID 250	247	6,1
DN/ID 300	297	5,1
DN/ID 400	395	3,8
DN/ID 500	493	3,0
DN/ID 600	592	2,5

Ak je sklon a profil stoky navrhnutý podľa vzťahu (2), musí sa zároveň zaistiť dostatočná unášacia sila vody, nedovoľujúca zanášanie stôk. Tangenciálne napätie (unášacia sila na jednotku plochy) τ_u v Pa sa počíta podľa vzorca (3)

$$(3) \quad \tau_u = \rho \cdot g \cdot R \cdot I$$

- ρ hustota vody v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 g tiažové zrýchlenie v $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
 R hydraulický polomer v m
 I sklon stoky uvádzaný desiatinným číslom

Pre stoky jednotnej a delenej sústavy odvádzajúcich zrážkové vody z povrchového odtoku v zmysle ustanovení STN 75 6101 [19] má byť sklon taký, aby tangenciálne napätie pri dne bolo najmenej 4,0 Pa a pre stoky delenej sústavy odvádzajúce zrážkové vody nesmie byť nižšie ako 2,0 Pa.

Najväčšia prietoková rýchlosť odpadových vôd pri kapacitnom plnení v stokách môže byť najviac do 10 m/s pričom pri sklone väčšom ako i_{\max} vypočítanom podľa vzťahu: Pri rýchlosti väčšej ako 5 m/s sa objekty na stokovej sieti v časti vystavenej účinku vodného prúdu musia vhodným spôsobom chrániť proti dynamickým a kavitačným účinkom.

Ak je sklon dna kruhovej stoky väčší ako sklon i_{\max} vypočítaný podľa rovnice (4), musí sa pri hydraulickom návrhu rátať s prevzdušením vodného prúdu.

$$(4) \quad i_{\max} = 0,922 \cdot k^{0,334} \cdot D^{-1/3}$$

- k hydraulická drsnosť v m;
 D priemer potrubia v m,

Stále sa rozširujúce poznatky o zákonitostiach prietoku homogénnych kvapalín a suspenzií odpadových vôd v stokách vedú k používaniu moderných zložitejších vzorcov s platnosťou pre celú oblasť turbulentného pohybu pri prúdení suspenzií odpadových vôd, ktoré je možné aplikovať aj pre plastové potrubné systémy. Pri návrhu stôk na najväčší prietok odpadových vôd (na návrhový prietok) sa uvažuje kapacita stoky zodpovedajúca vrcholovému plneniu.

Pre hydraulický návrh potrubia sa odporúča empirický vzorec podľa Urcikána ^[21], v ktorom je zahrnutý vplyv tuhých častíc anorganického povahy na hydraulický odpor :

$$(5) \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -K_m \cdot 2 \log \left(a_1 + \frac{72}{\text{Re}^{1,0746}} + \frac{k}{3,715 \cdot d_i} \right); \quad \left(\text{pre } C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \right)$$

Tento vzorec je odvodený pre tlakové prúdenie, čomu v kanalizácii zodpovedá kapacitný prietok, t.j. beztlakový prietok pri vrcholovom plnení. Výpočet tabuľkových hodnôt kapacitnej prierezovej rýchlosti v a kapacitného prietoku Q sa pomocou rovnice spojitosti a Darcy-Weisbachovej rovnice vypočítal zo vzťahov (6), (7) a (8).

$$(6) \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot d_i \cdot i_E}{\lambda}}$$

$$(7) \quad Q = S \cdot v$$

$$(8) \quad \text{Re} = \frac{v \cdot d_i}{\nu}$$

k_p absolútna drsnosť potrubia v m a pre PVC-U a PP potrubia je rovný 0,00001m

λ súčiniteľ trenia

K_m súčiniteľ zahrňujúci prirážku na miestne straty

a_1 parameter na vyjadrenie vplyvu nerozpustných látok prítomných v odpadovej vode

Re Reynoldsovo číslo

d_i vnútorný priemer potrubia v m

C rýchlostný súčiniteľ v $\text{m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$

g tiažové zrýchlenie s hodnotou $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

c koncentrácia nerozpustných látok v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

n kinematická viskozita odpadovej vody o teplote $15 \text{ }^\circ\text{C}$ s hodnotou $1,1456 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

v kapacitná prierezová rýchlosť v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,

ν kinematická viskozita v $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

Q kapacitný prietok v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$

S prietoková plocha v m^2

i_E sklon čiary energie, ktorý pri beztlakovom prúdení o voľnej hladine je totožný so sklonom hladiny a so sklonom dna stoky a pri tlakovom rovnomernom prúdení so sklonom tlakovej čiary i .

Najväčšia prietoková rýchlosť odpadových vôd pri kapacitnom plnení môže byť 5 m/s.

Miestne straty v šikmých odbočkách, zmenách smeru a prierezov potrubia v šachtách treba započítať samostatne. Preto je potrebné uvažovať so súčiniteľom K_m zahrňujúcim prirážku na miestne straty, ktorý sa určil podľa ^[22] zo vzťahu (9).

$$(9) \quad K_m = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{p}{100}}}$$

p percento prirážky na miestne straty, pričom pre potrubia z plastov (PVC-U, PP) možno podľa Urcikána ^[23] pre bezdažďové stoky delenej sústavy odporúčať prirážku na miestne straty $p = 10$ až 15% a pre stoky jednotnej sústavy $p = 20$ až 25%

Parameter na vyjadrenie vplyvu nerozpustných látok prítomných v odpadovej vode a_1 v rovnici (5) sa vypočíta podľa Urcikána ^[21] pomocou vzťahu (10)

$$(10) \quad a_1 = \frac{510 \cdot c^{0,667}}{(\text{Re} - 5000)^{1,25}} - \frac{6 \cdot 10^{-6}}{(0,05 + d_i)^{1,55}}$$

Rovnicu (5) možno aplikovať pri výpočte tlakového prúdenia zmesi dažďových a odpadových vôd v horizontálnych potrubíach s koncentraciami $c \leq 5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ štrkopiesčitých a anorganických

nerozpustných látok s maximálnym zrnom $d \leq 8\text{mm}$ a stredným hmotnostným zrnom krivky zrnitosti $\bar{d} = 1,0$ až $1,5\text{ mm}$, ktorých hustota je $\rho_p = 2500$ až $2650\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Hodnotu parametra dosadzujeme do rovnice (5) len ak $a_1 > 0$. Ak vypočítaná hodnota parametra a_1 je záporná dosadzujeme $a_1 = 0$ a rovnica (5) prechádza na klasický tvar White-Colebrookovej rovnice (11)

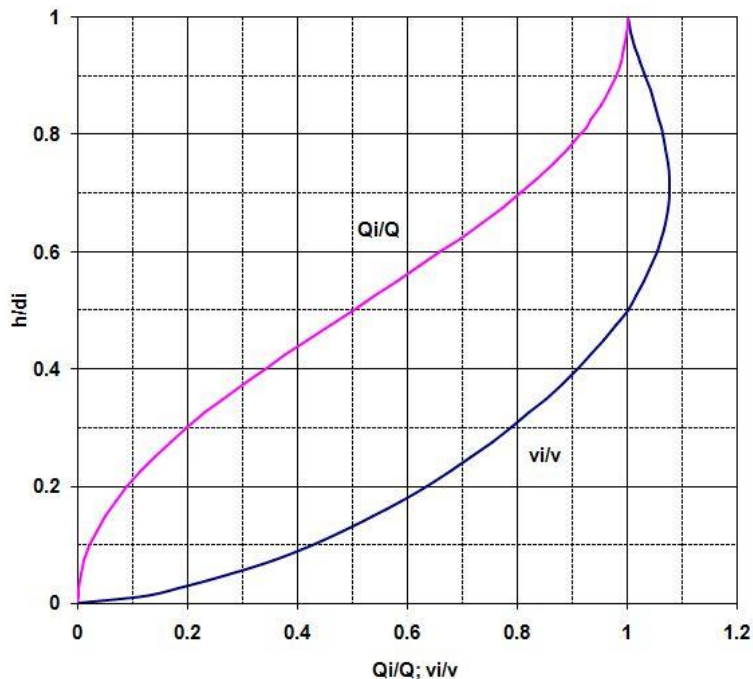
$$(11) \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -K_m \cdot 2 \log \left(\frac{72}{\text{Re}^{1,0746}} + \frac{k}{3,715 \cdot d_i} \right)$$

Pre bežné podmienky možno odporúčať vykonávanie výpočtov tlakových úsekov stôk jednotnej a kombinovanej sústavy a aj prečerpávaných splaškových vôd s hodnotami koncentrácie anorganických nerozpustných látok $c=3,0$ až $5,0\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Na výpočet prietokového množstva a prierezovej rýchlosti pri výške plnenia potrubia h použijeme krivky podľa Franke-Thormanna (Obrázok 5).

Z dlhodobého hľadiska sa neodporúča plánovať potrubný systém tak, aby rýchlosť vody v potrubí dosahovala viac než $5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, alebo bola menšia než $0,6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Pri dimenzovaní stokovej siete je k dispozícii na vyžiadanie program pre výpočet Plastika pipes s.r.o..



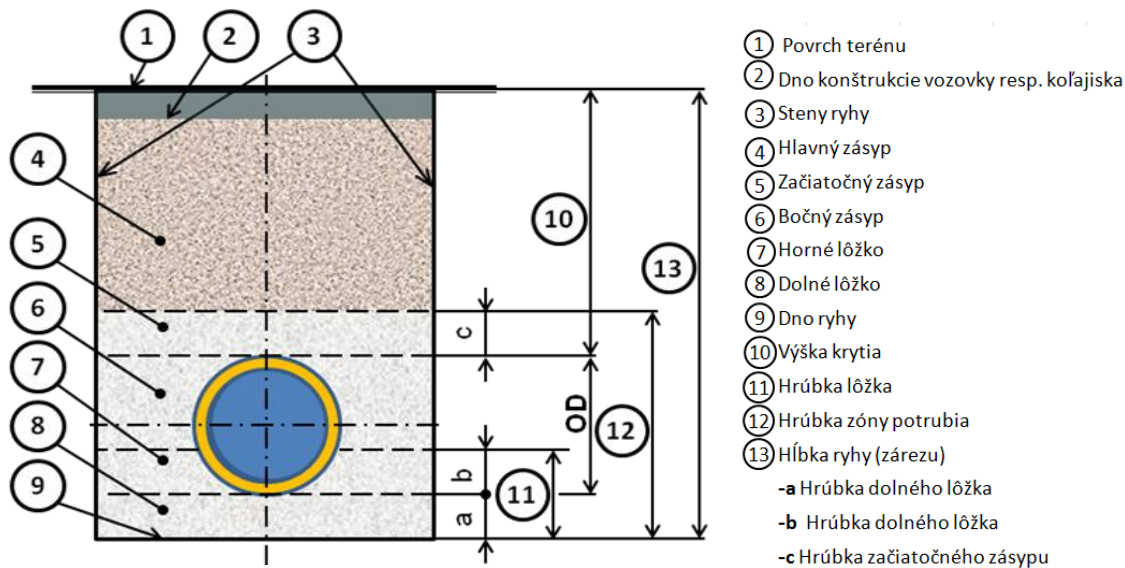
Obrázok 5 Nomogram čiastočného plnenia kruhového potrubia

Q_i a v_i prietok a rýchlosť pri výške plnenia h , pričom $h \leq d_i$
 Q a v prietok a rýchlosť pri kapacitnom plnení.

3.2 Zakladanie stôk

Je dôležité stanoviť pôdne podmienky, ktoré majú vplyv na projektovanie ryhy a inštaláciu rúr pred výstavbou, pôvodná zemina a zásypový materiál. Klasifikácia sa musí spraviť, aby sa vybrali rúry vhodnej kruhovej tuhosti.

3.2.1 Ryha podľa EN 1610 [24].



$b = k \times OD$, kde k je bezrozmerný súčiniteľ závislosti hrúbky horného lôžka b na OD ; OD je vonkajší priemer rúry v mm.

Poznámka 1 – Minimálne hodnoty a , c

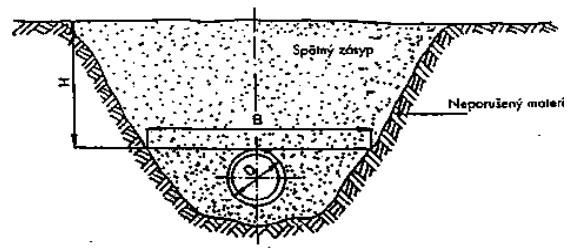
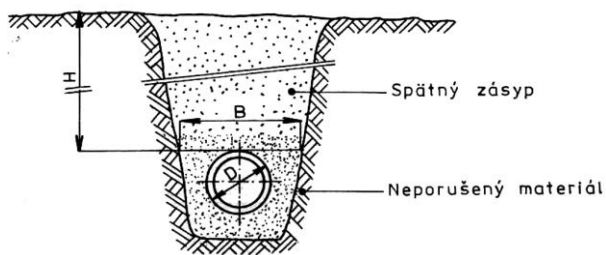
Poznámka 2 – $k \times OD$ nahrádza určenie uhla uloženia v niektorých existujúcich národných normách. Uhol uloženia nie je uhol reakcie lôžka používaný pri statickom výpočte.

Obrázok 6: Objasnenie definícií pre ryhu (platí aj pre zárez, resp. násyp) v zmysle ustanovení STN EN 1610 [24].

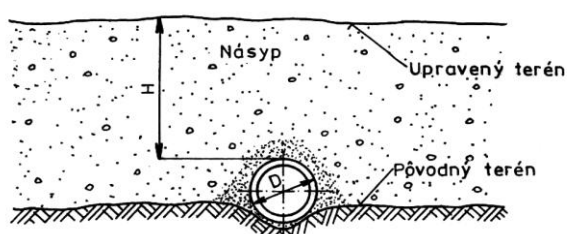
Z hľadiska veľkosti zaťaženia možno rozlišovať tieto typy rýh:

A: úzka ryha – ak $B \leq 3D$ a $B < H/2$

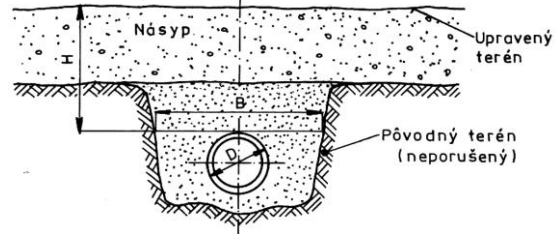
B: široká ryha (zárez) – ak $3D < B < 10D$ a $B \leq H/2$



C: ryha s násypom – ak $B \geq 10D$ alebo $B \geq H/2$



Násyp – pozitívna projekcia



Násyp – negatívna projekcia

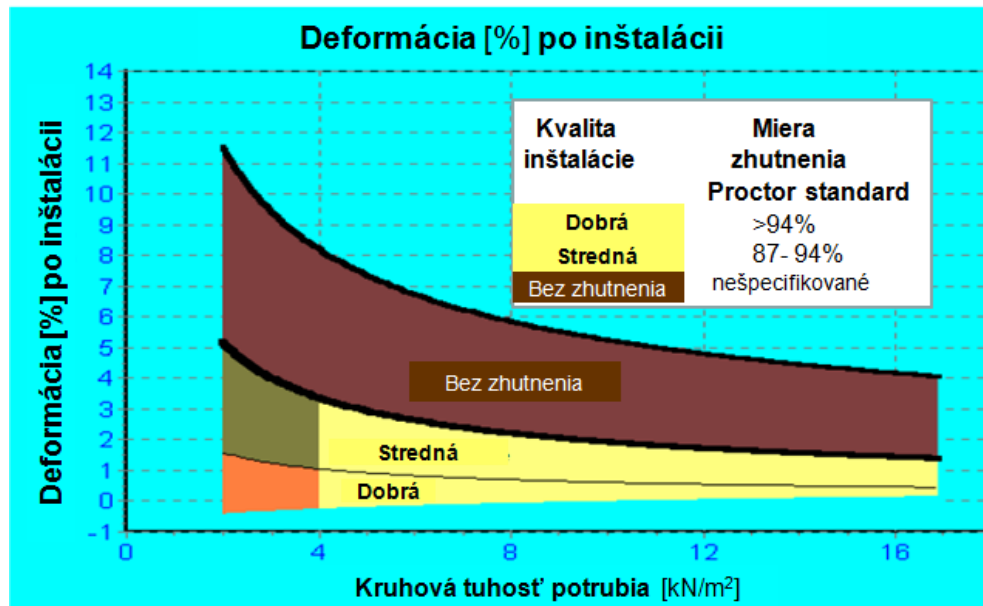
Obrázok 7: Typy rýh (D – priemer rúry; B – šírka výkopu vo výške vrcholu rúry; H – výška zásypu nad vrcholom rúry).

Z hľadiska zaťaženia je najoptimálnejšie uloženie v úzkej ryhe typ A (viď Obrázok 7), avšak hlavne pri budovaní diaľnic a cestných komunikácií môže dôjsť ku všetkým typom uloženia potrubia. Spravidla

pri budovaní kanalizácie diaľnice a cestnej kanalizácie pre odvádzanie vôd z ciest sa postupuje tak, že kanalizácia v násype sa buduje až po vybudovaní násypového telesa komunikácie po zhutnenú pláň, a potom sa vykope ryha pre uloženie kanalizačného potrubia. To znamená, že spôsob zasypávania podľa C sa vyskytuje len zriedkavo.

3.2.2 Výber kruhovej tuhosti rúr

Výber kruhovej tuhosti rúr je možné určiť na základe výpočtu podľa STN EN 1295-1 [25], alebo podľa normy STN P ENV 1046 [26], (viď. Tabuľka 10) alebo na základe praktických skúseností. Závislosť deformácie potrubí od kruhovej tuhosti a kvality inštalácie (miery zhutnenia) viď. Obrázok 8.



Obrázok 8: Vplyv kruhovej tuhosti plastových potrubí na konečnú deformáciu podľa prEN/TS 15223

Tuhosť tvaroviek sa následne určí podľa tuhosti zodpovedajúcich rúr ako je uvedené v stati: [Kruhová tuhosť tvaroviek](#).

3.2.2.1 Výber kruhovej tuhosti rúr na základe výpočtu

Statický výpočet potrubia sa odporúča vykonať podľa nemeckého predpisu ATV-DVWK-A 127E [27] so zohľadnením STN 730035 [28], STN 730037 [29], STN 731001 [30], a STN 736203 [31] a s použitím výpočtových parametrov rúr z PVC-U viď Tabuľka 6..

Metóda statického výpočtu predpokladá statické spolupôsobenie materiálu obklopujúceho potrubie s vlastnou konštrukciou pružného potrubia. Pri statickom výpočte sa uvažujú aj vlastnosti zemín v zóne potrubia získaných na základe výsledkov z geologického prieskumu. Ak výsledky geologického prieskumu nie sú k dispozícii, možno pre orientačné výpočty použiť hodnoty uvedené vo vyššie citovanom nemeckom predpise.

Tabuľka 6: Výpočtové hodnoty parametrov rúr z PVC-U a PP pre statický výpočet potrubia.

Parameter	Hodnota		Merná jednotka	
	PVC-U	PP		
Hustota	1,4	0,9	g.cm^{-3}	
Modul pružnosti	Krátkodobý	3000	1300	MPa
	Dlhodobý (50 rokov)	1500	310	MPa
Pevnosť v ohybe v ťahu a tlaku	Krátkodobá	90	90	MPa
	Dlhodobá (50 rokov)	50	50	MPa
Max. dlhodobá vertikálna deformácia rúry	6	6	%	

Tabuľka 7b: Výpočtové hodnoty parametrov rúr z PP pre statický výpočet potrubia.

Parameter	Hodnota	Merná jednotka
Hustota	0,93	g.cm^{-3}
Modul pružnosti	Krátkodobý	1300
	Dlhodobý (50 rokov)	310
Pevnosť v ohybe v ťahu a tlaku	Krátkodobá	30
	Dlhodobá (50 rokov)	17
Max. dlhodobá vertikálna deformácia rúry	6	%

Rozhodujúce veličiny pre statické výpočty sú predovšetkým:

Spôsob uloženia (ryha alebo násyp)
 Celková šírka výkopu
 Uhol uloženia, druh zeminy
 Výška krytia
 Spôsob hutnenia
 Šírka výkopu vo výške vrcholu rúry
 Hrúbka použitého paženia a spôsob jeho vyťahovania
 Druh dopravného a prípadne ďalšieho statického zaťaženia
 Výskyt spodnej vody

Potrubný systém možno považovať za bezpečný iba v prípade, ak vypočítaná a meraná hodnota zmeny tvaru potrubia za krátke obdobie 1 deň – 1 mesiac po uložení je rovnaká, alebo je menšia ako 2 %. Predpokladá sa, že v takom prípade dlhodobá deformácia tvaru potrubia nepresiahne hodnotu 4 %.

Tabuľka 8: Normové vozidlá pre zaťaženie cestnou dopravou podľa STN 73 6203^[31],

Normové vozidlo	Trieda	Celková záťaž [kN]	Počet náprav	Pôdorysná plocha [m ²]	Zaťaženie kolesa [kN]	Styčná plocha kolesa [m]	Rázvor kolies [m]	Rozchod [m]
SLW60	A	600	3	6x3=18	100	0,6x0,2	1,5	2,0
SLW30	B	300	3	6x3=18	50	0,4x0,2	1,5	2,0
LKW12	C	120	2	6x3=18	predné 20 zadné 40	0,2x0,2 0,3x0,2	3,0	2,0

Tabuľka 9: Modul pretvárnosti zeminy a stupeň zhutnenia pre rôzne typy zeminy (STN 73 1001^[30]).
 PS – Proctor stupnica

Typ zeminy		Modul pretvárnosti zeminy E (MPa)				
Zatriedenie	Symbol	Stupeň zhutnenia PS				
		nezhutnená	80 %	85 %	90 %	95 %
Piesok zle a dobre zrný	SW, SP	1	3	5	7	14
Piesok hlinitý	SM	-	1	3	5	10
Piesok ílovitý	SC	-	1	3	5	10
Štrk zle zrný	GP	5	7	7	10	14
Štrk dobre zrný	GW	3	5	7	10	20
Štrk hlinitý	GM	-	1	3	5	10
Štrk ílovitý	GC	-	1	3	5	10
Zeminy triedy F5-F8 s obsahom štrku viac než $g=25\%$	ML, CL, MH	-	1	3	5	10
Zeminy triedy F5-F8 s obsahom štrku menej než $g=25\%$	ML, CL, MH	-	-	1	3	7

Poznámka: Stupeň zhutnenia zeminy (Proctor) je charakterizovaný modulom pretvárnosti zeminy (tlakom potrebným na dosiahnutie požadovaného % zhutnenia zeminy; je vlastnosťou typu a druhu zeminy).

3.2.2.2 Výber kruhovej tuhosti rúr na základe normy STN P ENV 1046 ^[26], (vid'. Tabuľka 10)

Pokiaľ výpočtom zistená tuhosť rúry je nižšia než zodpovedajúca tuhosť podľa vid' Tabuľka 10, potom môžu byť použité rúry nižšej tuhosti. Pokiaľ sú rúry určené pre použitie v podmienkach, v ktorých sa podľa predchádzajúcich skúsenosti osvedčili ako dostačujúce, nie je nutné overovať to podrobným výpočtom ani vtedy, keď ich tuhosť je nižšia než zodpovedajúca tuhosť podľa vid' Tabuľka 10

Pokiaľ takéto skúsenosti nie sú k dispozícii, potom môže byť podľa vid' Tabuľka 10 vybraná minimálna požadovaná kruhová tuhosť rúry. Tieto tabuľky boli zostavené, aby zahrnuli nasledujúce podmienky:

- e) územie bez dopravy a s hĺbkou krytia medzi 1 m a 3 m a medzi 3 m a 6 m;
- f) územie s dopravou a s hĺbkou krytia medzi 1 m a 3 m a medzi 3 m a 6 m.

V prípade, keď chýbajú predchádzajúce dostatočné skúsenosti a rúry majú mať výšku krytia menšiu než 1 m alebo väčšiu než 6 m, musí byť tuhosť rúry určená výpočtom.

Obecne závisí výber tuhosti rúr na pôvodnej zemine, zásypovom materiáli a jeho hutnosti, výške krytia, podmienkach zaťažovania a vlastnostiach rúry.

Aby sa mohol spraviť výber tuhosti rúry, bola pôvodná zemina i zásypový materiál klasifikované do 6 hlavných skupín podľa vid'. Tabuľka 14.

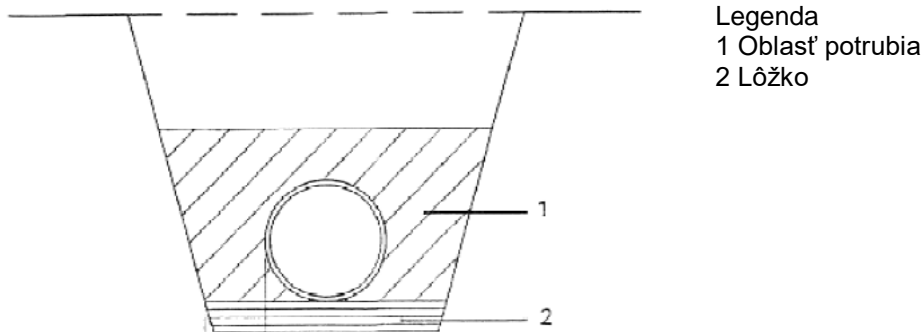
Minimálna tuhosť rúry sa vyberie vid' Tabuľka 10 podľa údajov o pôvodnej zemine, podrobnostiach obsypu a výške krytia. Výsledkom použitia rúry tejto tuhosti, inštalované v lôžku vytvorené z vhodného obsypového materiálu, zhutneného na určenú triedu zhutnenia, by mal byť priehyb, ktorý nebude väčší než medzné hodnoty uvedené v príslušnej systémovej norme.

Tabuľka 10: Doporučená minimálna tuhosť rúr

Skupina obsypového materiálu	Trieda zhutňovania	Tuhosť rúry pre územie bez dopravy v kN/m ²						Poznámky	
		Pre výšku krytia ≥ 1 m a ≤ 3 m							
		Skupina nenarušenej pôvodnej zeminy							
		1	2	3	4	5	6		
1	W	1,25	1,25	2	2	4	5	Skupina nenarušenej pôvodnej zeminy (typ zeminy, ktorú tvoria steny ryhy, resp. zemina, do ktorej sa realizuje výkop) vid' Tabuľka 14: Skupiny zemín Skupina obsypového materiálu (typ zeminy v zóne potrubia, ktorá bude okolo rúry, podľa definície STN EN 1610 [24]) vid' Tabuľka 14: Skupiny zemín Trieda zhutňovania vid' Tabuľka 12: Štandardná Proctorová hustota pre triedy zhutňovania **) Nutný je stavebný projekt, ktorý určí podrobnosti ryhy a tuhosť rúry Ak je rúra danej tuhosti určená k použitiu za ťažších podmienok zaťažovania (než sa pôvodne predpokladalo), je možné ich dosiahnuť použitím vyššej triedy inštalácie. Je dôležité, aby to bolo overené stavebným projektom. Potrebne je venovať pozornosť obmedzeniam, ktoré môžu platiť pre tuhosť rúr až do SN 2,5 vrátane dôsledkov možného podtlaku v potrubí pri prevádzke a požiadavkám na mechanické zhutňovanie počas inštalácie. Prípadoom kombinovaného zaťažovania (zaťaženie zeminou a vnútorným tlakom) sa musí venovať zvláštna pozornosť a eventuálne sa musia prijať opatrenia.	
	M	1,25	2	2	4	5	6,3		
	N	2	2	2	4	8	10		
2	W		2	2	4	5	5		
	M		2	4	5	6,3	6,3		
	N		4	6,3	8	8	**		
3	W			4	6,3	8	8		
	M			6,3	8	10	**		
	N			**	**	**	**		
4	W				6,3	8	8		
	M				**	**	**		
	N				**	**	**		
		Pre hĺbku krytia > 3 m a ≤ 6 m							
1	W	2	2	2,5	4	5	6,3		
	M	2	4	4	5	6,3	8		
2	W		4	4	5	8	8		
	M		5	5	8	10	**		
3	W			6,3	8	10	**		
	M			**	**	**	**		
4	W				**	**	**		
	M				**	**	**		
Skupina obsypového materiálu	Trieda zhutňovania	Tuhosť rúry pre územie s dopravou v kN/m ²							
		Pre výšku krytia ≥ 1 m a ≤ 3 m							
		Skupina nenarušenej pôvodnej zeminy							
		1	2	3	4	5	6		
1	W	4	4	6,3	8	10	**		
2	W		6,3	8	10	**	**		
3	W			10	**	**	**		
4	W				**	**	**		
		Pre výšku krytia > 3 m a ≤ 6 m							
1	W	2	2	2,5	4	5	6,3		
2	W		4	4	5	8	8		
3	W			6,3	8	10	**		
4	W				**	**	**		

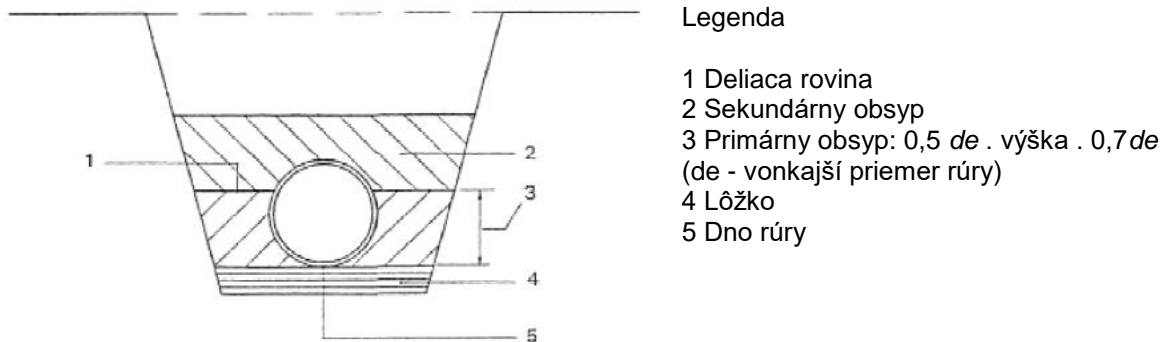
3.2.2.3 Druhy inštalácií

Známe sú dva najbežnejšie postupy pri inštalácii plastových rúr, buď zasýpanie rúry jedným druhom materiálom (viď Obrázok 9), alebo rozdelenie zásypu do dvoch vrstiev, z nich. každá pozostáva z iného druhu materiálu alebo z jedného materiálu s rôznym stupňom zhutnenia (viď. Obrázok 10). Použitie delenej účinnej vrstvy má význam iba u rúr s menovitou svetlosťou väčšou než DN 600.



Legenda
1 Oblasť potrubia
2 Lôžko

Obrázok 9: Ryha s jednotným obsypom



Legenda
1 Deliaci rovina
2 Sekundárny obsyp
3 Primárny obsyp: $0,5 de$. výška . $0,7 de$
(de - vonkajší priemer rúry)
4 Lôžko
5 Dno rúry

Obrázok 10: Ryha s deleným obsypom

Pokiaľ sa použije delená účinná vrstva, je dôležité, aby deliaca rovina medzi spodným a vrchným materiálom bola umiestnená nad lôžkom vo výške zodpovedajúcej 50 % až 70 % priemeru rúry (viď. Obrázok 10). Tak sa pri prehybe rúry zabráni možnosti vytvoreniu veľkých napätí v deliacej rovine. Aby sa zaistilo, že delený zásyp poskytne rovnaký stupeň podpory rúry ako jednotný zásyp, musia sa dodržiavať nasledujúce pravidla:

- v primárnej oblasti potrubia (viď. Obrázok 10) musí byť materiál deleného obsypu najmenej o jeden stupeň tuhší než aký je požadovaný pre oblasť potrubia v prípade jednotného obsypu, kde tento stupeň je kombináciou materiálovej skupiny a triedy zhutňovania a jednostupňová zmena ktoréhokoľvek z týchto faktorov vyvolá jednostupňovú zmenu tohto stupňa. Takže zmena o jeden stupeň môže byť dosiahnutá buď zvýšením triedy zhutňovania alebo použitím vyššej skupiny materiálu (viď. Tabuľka 12). Napríklad ak sa pre jednotný obsyp použije stredne zhutnený materiál skupiny 2, potom pre delený obsyp sa použije buď dôkladne zhutnený materiál skupiny 2 alebo stredne zhutnený materiál skupiny 1;
- b) v sekundárnej oblasti potrubia (viď. Obrázok 10) môže byť materiál deleného obsypu o dva stupne menej tuhý než aký je v oblasti potrubia v prípade jednotného obsypu. Musí sa však dbať na to, aby maximálny celkový rozdiel medzi primárnou a sekundárnou oblasťou potrubia nebol väčší než dva stupne. Toto môže byť dosiahnuté zmenou materiálu alebo triedy zhutňovania. V akomkoľvek prípade sa povolená nižšia tuhosť zeminy dosiahne použitím nezhutňovaného materiálu skupiny 4.

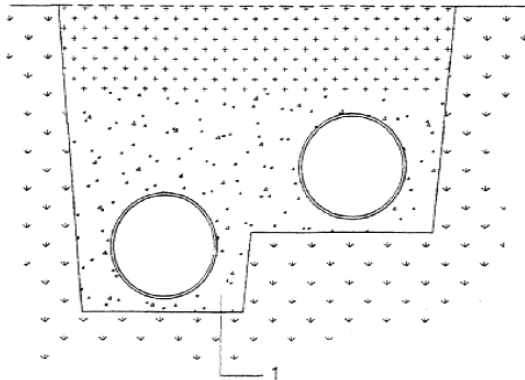
Napríklad: V prípade opísanom v bode a) by boli požiadavky v sekundárnej oblasti splnené, ak by sa použil nezhutňovaný materiál skupiny 2 (o jeden stupeň nižší) alebo stredne zhutnený materiál skupiny 3 (taktiež o jeden stupeň nižší), pričom nesmie byť použitý nezhutňovaný materiál skupiny 3 (o tri stupne nižší), pretože pri tejto možnosti sa už prekročí maximálny rozdiel dvoch stupňov.

3.2.2.3.1 Paralelné potrubné systémy

Paralelné potrubné systémy uložené v bežnej ryhe musia byť od seba dostatočne vzdialené, aby sa umožnilo zhutňovaciemu zariadeniu, pokiaľ sa použije, zhutniť obsypový materiál medzi rúrami. Za účinnú vzdialenosť medzi rúrami sa považuje svetlosť, ktorá je najmenej o 150 mm väčšia než šírka najširšej časti použitého zhutňovacieho zariadenia.

Obsypový materiál musí byť medzi rúrami zhutnený na rovnakú triedu ako materiál medzi rúrou a stenou ryhy.

V prípade paralelných potrubných systémov uložených v odstupňovanej ryhe (viď Obrázok 11) musí byť obsypový materiál zrnitý a musí byť zhutnený na triedu zhutnenia W.



Legenda
1 Dôkladne zhutnené (trieda W)

Obrázok 11: Paralelné potrubie v stupňovitej ryhe

3.2.2.4 Základný postup pri zasýpaní

Oblasť potrubia sa zasypáva a zhutňuje vo vrstvách po obidvoch stranách rúry na stupeň a predpísanú výšku ako je v projektovej dokumentácii. Je nutné dbať nato, aby sa zhutnil materiál v nábehovej oblasti pod rúrou. Je nutné dbať na to, aby na vrchol rúry voľne padalo minimálne množstvo obsypového materiálu. Zásyp nad oblasťou potrubia by sa mal robiť rozprestieraním do približne rovnomerných vrstiev a zhutnený. Kde sa očakáva, že spodná voda by mohla pretekať zrnitou účinnou vrstvou, doporučuje sa zväziť prevedené bariéry, napr. utesnením ílom.

3.2.2.5 Účinná vrstva v oblasti potrubia

V zmysle STN EN 1610 ^[24] môže byť pre zónu potrubia použitá pôvodná zemina alebo dovezený materiál, ktorý nesmie obsahovať väčšie zrná s veľkosťou 22mm pre DN≤200 a 40mm pre DN>200 až do DN≤600. Toto platí pre všetky potrubné materiály. Norma STN P ENV 1046 upresňuje **pre plastové potrubia** max. veľkosť častíc v zóne potrubia ako je uvedené viď Tabuľka 11 v prvom a druhom stĺpci. **Odporúča sa použiť zrnité materiály so zmiešanou frakciou**, ktoré zahŕňajú: triedený zrnitý materiál, štrkopiesky; piesok a drvené kamenivá. Pokiaľ sa použijú drvené kamenivá doporučuje sa, aby maximálna veľkosť častíc bola o polovicu menšia. Nesmie sa použiť zamrznutý materiál a materiál s cudzorodými prísadami (asfalt, črepy, plechovky, drevo...). Pokiaľ je predpísané zhutňovanie, materiál musí byť zhutniteľný.

Tabuľka 11: Maximálna veľkosť zrna a odporúčaná frakcia obsypového materiálu pre zónu potrubia

Kanalizačné potrubia s vonkajšou hladkou stenou			Kanalizačné potrubia s vonkajšou korugovanou stenou		
Menovitý rozmer potrubia DN	Maximálna veľkosť častíc mm	Odporúčaná veľkosť frakcie mm	Menovitý rozmer potrubia DN	Maximálna veľkosť častíc mm	Odporúčaná veľkosť frakcie mm
DN < 100	15 (drv.8)	0-8 (drv. 0-4)	200	8 (drv. 4)	0-4 (drv. 0-4)
100 ≤ DN < 300	20 (drv.16)	0-16 (drv. 0-8)	250,300,400,500	16 (drv. 8)	0-8 (drv. 0-4)
300 ≤ DN < 600	30 (drv.16)	0-22 (drv. 0-16)	600	22 (drv.10)	0-16 (drv. 0-8)
600 ≤ DN	40 (drv. 16)	0-32 (drv. 0-16)	800, 1000	32 (drv. 16)	0-22 (drv. 0-8)

Pri korugovaných rúrach je dôležité, aby obsypový materiál vyplnil priestor medzi vlnami.

Jemne zrnité zeminy so strednou až vysokou plasticitou a organické zeminy (trieda 5 alebo trieda 6 vid' Tabuľka 14) sú všeobecne považované za nevhodné pre obsyp primárnej oblasti potrubia, pokiaľ potrubie a inštalácia neboli projektované pre tieto podmienky. Jemne zrnité zeminy so strednou až vysokou plasticitou a organické zeminy (trieda 5 alebo trieda 6, vid' Tabuľka 14) sú všeobecne považované za nevhodné pre obsyp primárnej oblasti potrubia, pokiaľ potrubie a inštalácia neboli projektované pre tieto podmienky.

Vlastnosti obsypového materiálu sú najmä závislé na druhu materiálu a stupni dosiahnutého zhutnenia. Stupeň zhutnenia sa môže meniť použitím rôznych typov zariadení a zmenou počtu vrstiev. Pre skupiny materiálov (vid' Tabuľka 14) je vid' Tabuľka 12 uvedený stupeň zhutnenia, vyjadrený ako štandardná Proctorová hustota (SPD), pre tri triedy zhutňovania t.j. W, M alebo N.

POZNÁMKA Proctorová hustota sa stanoví podľa DIN 18127 ^[32].

Tabuľka 12: Štandardná Proctorová hustota pre triedy zhutňovania

Trieda zhutňovania	Popis				Skupina obsypového materiálu (vid' prílohu A)			
	slovenský	anglický	francúzsky	nemecký	4 SPD %	3 SPD %	2 SPD %	1 SPD %
N	nie	Not	Non	Nicht	75 až 80	79 až 85	84 až 89	90 až 94
M	stredne	Moderate	Modére	Nessig	81 až 89	86 až 92	90 až 95	96 až 97
W	dôkladne	Well	Solgené	Gut	90 až 95	93 až 96	95 až 100	98 až 100

SPD- štandardná Proctorová hustota

3.2.2.6 Doporučené postupy zhutňovania

Tabuľka 13 udáva doporučenú maximálnu hrúbku vrstiev a počet prechodov potrebných k dosiahnutiu triedy zhutnenia pre rôzne typy zariadení a obsypové materiály. Je tu taktiež uvedená minimálna doporučená hrúbka krytia potrubia pred použitím príslušného zhutňovacieho zariadenia nad potrubím. Podrobnosti uvedené vid'. Tabuľka 13 sú len vodítkom a pokiaľ je inštalácia dostatočne rozsiahla, doporučuje sa odskúšať rôzne kombinácie, aby sa pre daný účel vybral optimálny postup.

Tabuľka 13: Doporučené hrúbky vrstiev a počty priechodov pri zhutňovaní

Zariadenie	Počet prechodov pre triedu zhutnenia		Maximálna hrúbka vrstvy, v metroch po zhutňovaní, pre skupinu zeminy				Minimálna hrúbka nad vrcholom rúry pred zhutňovaním
	dôkladne W	stredne M	1	2	3	4	m
Nožné alebo ručné dusadlo min. 15 kg	3	1	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Vibračné dusadlo min. 70 kg	3	1	0,30	0,25	0,20	0,15	0,30
Doskový vibrátor min. 50 kg	4	1	0,10	–	–	–	0,15
min. 100 kg	4	1	0,15	0,10	–	–	0,15
min. 200 kg	4	1	0,20	0,15	0,10	–	0,20
min. 400 kg	4	1	0,30	0,25	0,15	0,10	0,30
min. 600 kg	4	1	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Vibračný valec min. 15 kN/m	6	2	0,35	0,25	0,20	–	0,60
min. 30 kN/m	6	2	0,60	0,50	0,30	–	1,20
min. 45 kN/m	6	2	1,00	0,75	0,40	–	1,80
min. 65 kN/m	6	2	1,50	1,10	0,60	–	2,40
Dvojitý vibračný valec min. 5 kN/m	6	2	0,15	0,10	–	–	0,20
min. 10 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,15	–	0,45
min. 20 kN/m	6	2	0,35	0,30	0,20	–	0,60
min. 30 kN/m	6	2	0,50	0,40	0,30	–	0,850
Trojité ťažký valec (bez vibrácie) min. 50 kN/m	6	2	0,25	0,20	0,20	0,20	1,00

3.2.2.7 Klasifikácia zeminy

Zeminy možno rozdeliť na tri druhy: zrnité, súdržné a organické. Každá z nich má podskupiny, ktoré sú v prípade zrnitých materiálov rozlíšené podľa veľkosti častíc a zrnitosti a u súdržných materiálov podľa stupňa plasticity. vid'. Tabuľka 14 uvádza kritéria a vhodnosť použitia ako zásypový materiál. Pokiaľ je zemina zložená z viacerých druhov, potom pre klasifikáciu sa použije ten druh, ktorý je prevažujúci.

Často je pre zeminu určujúca hustota alebo stupeň zhutnenia (konsolidácia). Môžu byť v písomnom alebo číselnom tvare. Tabuľka 15 uvádza približný vzťah medzi rôznymi použitými popismi.

Tabuľka 14: Skupiny zemín

Druh zeminy	Skupina zeminy					Možnosť použitia pre obsyp	
	č.	Typické označenie	Symbol *	Rozlišovací znak	Priklady		
Zrnitá	1	Jednozrnný štrk	(GE) [GU]	Strmá krivka zrnitosti, prevaha jedného zrnitostného podielu	Drevený kameň, riečny alebo plážový štrk, morénový štrk, škvára (struska), vulkanický popol	ANO	
		Dobre zrný štrk, zmesi štrku a piesku	[GW]	Spojité krivka zrnitosti, niekoľko zrnitostných podielov			
		Zle zrné zmesi štrku a piesku	(GI) [GP]	Stupňovitá krivka zrnitosti, chýba jeden alebo viac zrnitostných podielov			
	2	Jednozrnný piesok	(SE) [SU]	Strmá krivka zrnitosti, prevaha jedného zrnitostného podielu	Dunový a náplavový piesok	ANO	
		Dobre zrný piesok, zmesi piesku a štrku	[SW]	Spojité krivka zrnitosti, niekoľko zrnitostných podielov	Morénový piesok, plážový piesok		
		Zle zrné zmesi piesku a štrku	(SI) [SP]	Stupňovitá krivka zrnitosti, chýba jeden alebo viac zrnitostných podielov			
	3	Hlinité štrky, špatne zrné zmesi hlinitého štrku a piesku	[GM] (GU)	Široká/prerušovaná krivka zrnitosti s jemne zrnitou prachovou zložkou	Zvetraný štrk, sutina zo zosuvu, ílovitý štrk	ANO	
		Ílovité štrky, špatne zrné zmesi ílovitého štrku a piesku	[GC] (GT)	Široká/prerušovaná krivka zrnitosti s jemne zrnitou ílovou zložkou			
		Hlinité piesky, špatne zrné zmesi hlinitého piesku	[SM] (SU)	Široká/prerušovaná krivka zrnitosti s jemne zrnitou prachovou zložkou	Tekutý piesok, hlina, piesková spraš		
		Ílovité piesky, špatne zrné zmesi ílovitého piesku	[SC] (ST)	Široká/prerušovaná krivka zrnitosti s jemne zrnitou ílovou zložkou	Hlinitý piesok, naplavený íl, naplavený slieň		
	Súdržná	4	Anorganické hliny veľmi jemné piesky kamenné múčka, hlinité alebo ílovité piesky	[ML] (UL)	Nízka stabilita rýchla reakcia, nulová až mierna elasticita	Spraš, hlina	ANO
			Anorganický íl, íl s nízkou plasticitou	[CL] (TA) (TL) (TM)	Stredne až veľmi vysoká stabilita, žiadna až pomalá reakcia, nízka až stredná plasticita	Naplavený slieň, íl	
Organické	5	Zmiešané zrnité zeminy s prímiesou hliny alebo kriedy	[OK]	Prímiesi rastlinného alebo nerastlinného charakteru, hnilobný zápach, nízka hmotnosť, veľká poréznosť	Ornica, kriedový piesok, tufový piesok	NIE	
		Organická hlina a organický hlinitý íl	[OL] (OU)	Stredná stabilita, pomalá až veľmi rýchla reakcia, nízka až stredná plasticita	Morská krieda, ornica		
	6	Organický íl, íl s organickými prímiesami	[OH] (OT)	Vysoká stabilita, nulová reakcia, stredná alebo veľká plasticita	Bahno, hlina	NIE	
		Rašelina, ďalšia vysoko organická zemina	[Pt] (HN) (HZ)	Spráchnivené rašeliny, vláknité, hnedo až čierne zafarbené	Rašelina		
		Bahná	[F]	Kaly usadené pod vodou, často preložené pieskom/hlinou/kriedou, veľmi mäkké	Bahná		

Použité symboly sú prevzaté z dvoch zdrojov. Symboly v hranatých zátvorkách [...] sú prevzaté z britskej normy BSI BS 5930^[33], pričom tieto sú zhodné aj so zatriedením zemín podľa STN 73 1001^[30]. Symboly v okrúhlych zátvorkách (..) sú prevzaté z nemeckej normy DIN 18196^[34].

Tabuľka 15: Popis tried zhutnenia (konsolidácia)

Popis	Stupeň zhutnenia			
	≤ 80	81 až 90	91 až 94	95 až 100
% podľa štandardnej Proctorovej skúšky ¹⁾	≤ 80	81 až 90	91 až 94	95 až 100
Počet úderov	0 až 10	11 až 30	31 až 50	> 50
Očakávaný stupeň zhutnenia dosiahnutý podľa triedy zhutňovania vid' Tabuľka 12	NIE (N)			
	STREDNE (M)			
	DÔKLADNE (W)			
Zrnitá zemina	kyprá	stredne hutná	hutná	veľmi hutná
Súdržná a organická zemina	mäkká	pevná	tuhá	tvrdá

¹⁾ Stanovené podľa DIN 18127.^[32]

Poznámka: Tabuľka 15 je pomôckou pre prevedenie popisov použitých v rôznych zdrojoch na pojmy použité pre stupeň zhutnenia v tejto časti.

Pokiaľ nie sú dostupné podrobné informácie o neporušenej pôvodnej zemine, potom sa obvykle predpokladá, že jej hutnosť zodpovedá 91 % až 97 % štandardnej Proctorovej hustoty (SPD).

3.2.3 Podmienky uloženia rúr s kruhovou tuhosťou SN8 na základe praktických skúseností

Stupeň zaťaženia:

SLW 60 (ťažké nákladné vozidlo s tlakom kolesa 100 kN podľa STN 73 6203 ^[31] resp. DIN 1072 ^[35]), pre vysoko frekventovanú cestnú sieť;

SLW 30 (nákladné vozidlo s tlakom kolesa 50 kN)

LKW 12 (nákladné vozidlo s tlakom kolies – 20kN predné; 40kN zadné) – uvažuje sa ako minimálne zaťaženie mimo dopravnej plochy vo voľnom teréne

Ryha – prevedená podľa STN EN 1610 ^[24]

Vykonanie práce bez spodnej vody – v prípade potreby zabezpečiť drenáž

Lôžko – zmiešaná frakcia

Stupeň zhutnenia zeminy v oblasti rúry vrátane lôžka – 95 % Proctor

Spätňý zásyp - 85-90% Proctor

Štruktúrna hrúbka vozovky - 45 cm

Pri navrhovaní kanalizácie diaľnice sa odporúča dodržať min. krytie potrubia pri DN/OD 200 a DN/ID300, 400, 500, 600 a 800 mm s minimálnou kruhovou tuhosťou SN8 min. 0,75 m a pre rozmer DN/ID 1000 min. 1,1 m. Ak to geologické pomery dovoľujú, tak v zárezových úsekoch (v zarastenom teréne) a dokonale zhutnenom násype uvedené krytie postačuje pre uloženie potrubia bez zvláštnych úprav. Pokiaľ to nie je možné zabezpečiť, spevnenie nadložia určíme podľa statického prepočtu a zaťaženia únosnosti systému Toto platí, ak je trasa kanalizácie v strednom deliacom páse. Vo voľnom teréne bez dopravného zaťaženia na výšku krytia nie sú obmedzenia, avšak v miestach na poliach sa taktiež odporúča minimálne krytie 0,75m, vzhľadom na potrebnú ochranu potrubia počas orby.

Úseky kanalizácie diaľnice pod diaľničnými vozovkami pri vyústeniach a vo vetvách križovatiek je potrebné zvlášť posudzovať statickým prepočtom vhodnosti uloženia a jeho krytia.. Pri navrhovaní kanalizácie ciest a mestských komunikácií sa postupuje obdobne ako pri projektovaní kanalizácie diaľnice. Spôsob uloženia potrubia sa volí podľa pohyblivého zaťaženia, výšky nadložia, geologických pomerov a charakteru komunikácie. Zvláštne požiadavky na uloženie potrubia je potrebné pri návrhu technického riešenia dohodnúť s objednávateľom, resp. s budúcim prevádzkovateľom navrhovanej kanalizácie. Pri navrhovaní kanalizácie z PVC-U potrubného systému pri mestských komunikáciách, kde sa jedná o jednotnú kanalizačnú sieť, je nutné zo strany projektanta preveriť chemické zloženie - kvalitu odpadových vôd s prihliadnutím na chemickú odolnosť potrubia z PVC-U.

4 Stavba a skúšanie kanalizačných potrubí a stôk

4.1 Výkop

4.1.1 Ryhy (zárezy)

Ryhy a zárezy sa musia navrhnuť a vyhlíbiť tak, aby sa zaistilo správne a bezpečné zabudovanie potrubí.

4.1.2 Šírka ryhy (zárezu)

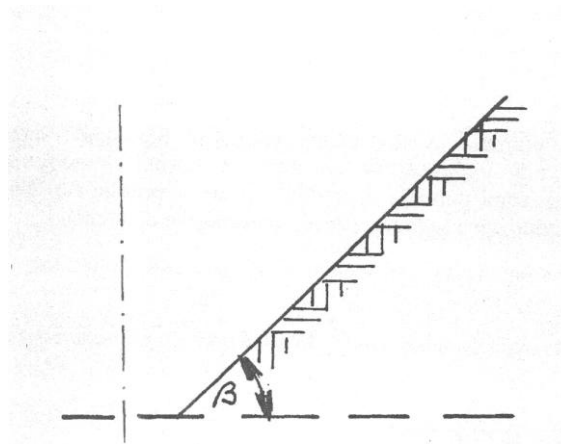
Keďže nestabilné steny rýh môžu zapríčiniť porušenie podzemných častí stavebných konštrukcií a spôsobiť vážne zranenia, a dokonca smrť ľudí. Pri návrhu zabezpečenia výkopov treba zohľadňovať vlastnosti zemín a ich zmeny vyvolané intenzívnymi zrážkami, povodňovou vodou alebo seizmickými účinkami. Nemožno zanedbávať ani nepriaznivé účinky ťažkých dopravných prostriedkov a stavebných mechanizmov v blízkosti výkopov.

Šírka výkopu má umožniť pohodlnú, dostatočne bezpečnú manipuláciu s rúrou, a správne zhutnenie jej obsypu. Existujúce poznatky i technologické prostriedky stavebných firiem vytvárajú podmienky na realizáciu bezpečných výkopov stavebných jám a rýh. Zvislé steny nepažených výkopov majú obmedzené možnosti len pre malé hĺbky. Stabilnými sklonmi svahov a spoľahlivými pažiacimi konštrukciami však možno vytvárať aj hlboké výkopy. Potrubie sa montuje v otvorených ryhách, podľa potreby zapažených. Šírka dna ryhy (rozumie sa vzdialenosť medzi pažnicami - vnútornými lícami bez podkladových vrstiev) sa volí v intenciách STN EN 1610 [24]. (viď. Tabuľka 16 a Tabuľka 17).

Tabuľka 16: Minimálna šírka ryhy (zárezu) vo vzťahu k menovitej svetlosti DN

DN	Minimálna šírka ryhy alebo zárezu (OD + x) m		
	Zapažená ryha (zárez)	Nezapažená ryha (zárez)	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0,40	OD + 0,40	
> 225 až ≤ 350	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
> 350 až ≤ 700	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
> 700 až $\leq 1\ 200$	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40

V hodnotách OD + x sa $x/2$ rovná minimálnemu pracovnému priestoru medzi rúrou a stenou ryhy (zárezu) alebo pažením.
Kde: OD je vonkajší priemer rúry, v metroch;
 β uhol nezapaženej steny ryhy (zárezu) meraný k horizontálnej rovine (pozri Obrázok 12)



Obrázok 12: Uhol β nezapaženej steny ryhy (zárezu)

Tabuľka 17: Minimálna šírka ryhy vo vzťahu k hĺbke

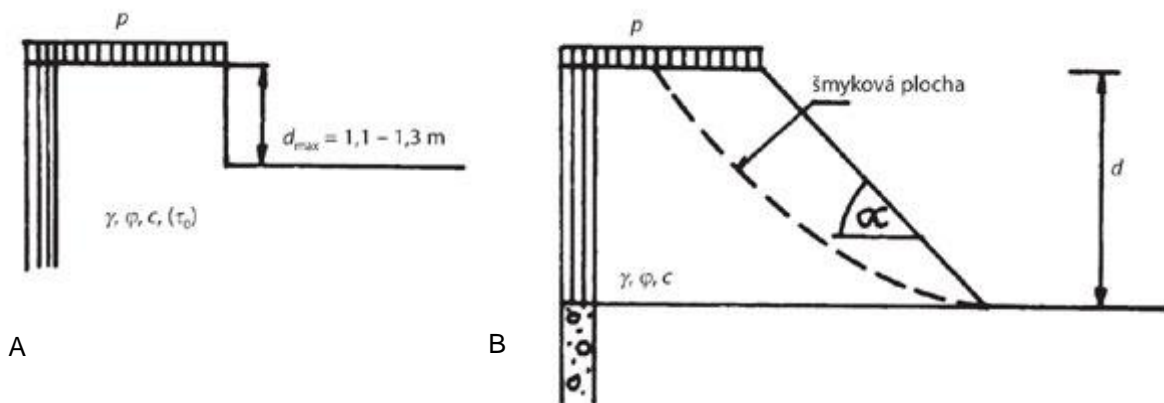
Hĺbka ryhy m	Minimálna šírka ryhy m
< 1,00	žiadna vyžadovaná minimálna hodnota
$\geq 1,00 \leq 1,75$	0,80
$> 1,75 \leq 4,00$	0,90
> 4,00	1,00

Uvedené hodnoty platia za predpokladu strojného zhutňovania obsypu. Pri ručnom zhutňovaní možno voliť šírku menšiu, avšak najmenej $D + 0,40$ m. Šírka ryhy sa upravuje podľa použitého typu paženia.

4.1.3 Nepažené výkopy

Vďaka súdržnosti jemnozrnných zemín (hlinité, ílovité) a začiatočnej pevnosti hrubozrnných zemín (štrkovité, piesočnaté) sa steny výkopov udržia na určitú výšku zvislé (Obrázok 13 A). Konkrétna výška závisí najmä od vlastností zemín. Môžu ju však nepriaznivo ovplyvňovať voda, seizmické účinky a blízke zaťaženia. Preto sa výška nepažených zvislých stien výkopov väčšia ako 1,1 až 1,3 m nepripúšťa, aby nebolo ohrozené zdravie a životy ľudí.

Väčšie hĺbky výkopov sa dajú dosiahnuť vhodným sklonom svahov, čo si však vyžaduje dostatok voľného priestoru v okolí jám alebo rýh (Obrázok 13 B). V prípade, že to priestorové pomery dovoľujú, je možné hĺbiť ryhu, resp. zárez so šikmými stenami.



Obrázok 13 Nepažené svahy výkopov

p – náhradné zaťaženie, d – hĺbka jamy, α – sklon svahu, γ – objemová hmotnosť zeminy; φ – uhol vnútorného trenia; c – súdržnosť; τ_0 – začiatočná pevnosť

Sklon šikmých stien sa navrhuje podľa daných geologických pomerov. Pre nepažené výkopy - zárezy so šikmými stenami sklony svahov - stien výkopu sú pri hĺbke do 3 m uvedené vid'. Tabuľka 18.

Tabuľka 18 Prípustný sklon ryhy pre rôzne druhy zemín

Druh zeminy	Prípustný sklon (pomer výšky k pôdorysu a dĺžke svahu)
prachovitá hlina ílovitý štrk	$\alpha > 75^\circ$
hlina íl, ílovitá hlina	$60^\circ < \alpha < 75^\circ$
ílovitý piesok	$50^\circ < \alpha < 60^\circ$
balvanovitý piesok	$45^\circ < \alpha < 50^\circ$
hlinitý piesok piesčitá hlina piesčitý štrk	$\alpha < 45^\circ$

Uvedené hodnoty sú doporučené pri ideálnych geologických podmienkach. V prípadoch nerovnomerne rozložených vrstiev hornín a výšky hladiny podzemných vôd je potrebné posúdiť sklony svahov individuálne.

V hrubozrnných zeminách musí byť sklon svahu menší ako uhol vnútorného trenia - vplyvom vztlaku a hydrodynamických účinkov pod hladinou podzemnej vody sa sklon svahu znižuje o polovicu. Uhol vnútorného trenia a začiatočná pevnosť sú hlavnými charakteristikami pevnosti hrubozrnných zemín, určujú sa šmykovými skúškami. Svahy v hrubozrnných zeminách porušujú pevné častice, ktoré sa zosúvajú do jamy po povrchu výkopu.

V jemnozrnných zeminách treba zohľadniť objemovú tiaž zeminy, uhol vnútorného trenia, súdržnosť, hĺbku výkopu i zaťaženia pôsobiace v blízkosti svahu. Pri zložitejších úlohách treba posúdiť stabilitu navrhnutého svahu. Svahy v jemnozrnných zeminách sa porušujú zosúvaním celých blokov po šmykových plochách, ktoré prechádzajú cez pätu svahu alebo pod ňou.

V každom prípade sa svahy výkopov môžu dostať do rovnovážneho stavu aj v prípade, že nie sú správne navrhnuté. Vtedy sa však znižuje plocha dna jamy alebo ryhy, čo je neprijateľné. Okrem toho sú v takejto jame ohrozené životy ľudí.

4.1.4 Pažené výkopy

Pri nedostatku voľného priestoru v okolí jamy alebo ryhy je potrebné hlbšie výkopy pažiť, v prípade vysokej hladiny podzemnej vody aj tesniť.

Výkopy rýh so strmými a zvislými stenami hlbšími ako 1,30 m v zastavanom území, resp. v úsekoch so súbežnou premávkou motorových vozidiel, musia byť vybavené pažením.

Spôsoby paženia:

Príložné - pri suchých a súdržných zeminách do hĺbky 5 - 7 m.

Záťažné - v prípadoch, kde sa očakávajú väčšie zemné tlaky, alebo pri málo súdržných zeminách.

Hnané - pri silne tlačivých horninách a v nesúdržných zeminách pod hladinou podzemnej vody. V uvedenom prípade je najúčinnšie paženie ocelovými štetovnicovými stenami.

Pri strojovom hĺbení rýh sú veľmi vhodné prenosné systémy veľkoplošného paženia s teleskopickým rozopretím (typu Emunds + Standinger).

Jednotlivé diely sa spúšťajú do výkopu priebežne s hĺbením výkopu. Pri strojovom hĺbení sa paženie strmých stien výkopu nemá oneskoriť o viac dní ako to uvádza Tabuľka 19.

Tabuľka 19: Maximálna dĺžka trvania nepaženia ryhy v rôznych typoch hornín

Názov horniny	Počet dní	Poznámka
Skalné a skalnaté horniny	6 až 14	Podľa množstva, sklonu a systému puklín a stupňa zvetrania horniny a v závislosti na stave a štruktúre horniny
Súdržné zeminy	3 až 6	Pri zhoršených klimatických podmienkach platí kratší čas
Čiastočne súdržné zeminy	1 až 3	Podľa konzistencie zeminy a rýchlosti vysychania
Nesúdržné zeminy	0	Nutné paženie ryhy

4.2 Úprava dna a odvodnenie ryhy

Dno ryhy (zárezu) musí byť upravené do sklonu potrubia podľa projektu. V prípade potreby (zvýšená hladina podzemnej vody) je nutné vodu odvieť odvodňovacími drenážami do čerpacích studní a vodu odčerpávať. Ak by hrozilo nebezpečenstvo vyplavenia lôžka prúdiacou vodou, je potrebné tomu zabrániť vhodnými technickými opatreniami. Počas výstavby musí byť dno ryhy suché.

4.3 Lôžko

Materiály použité pre lôžko (zónu potrubia) musia vyhovovať požiadavkám projektu. Na lôžko možno použiť aj v prípade, že dno ryhy tvorí skalná alebo kamenistá hornina, je potrebné dno výkopu prehĺbiť, a prehĺbený priestor vyplniť zeminou, ktorá zodpovedá ustanoveniam.

K vytvoreniu lôžka sa môže použiť:

miešaný piesok, drť, štrk - maximálna veľkosť častíc vid'. Tabuľka 11-

miešaný, triedený rozdrvený stavebný materiál

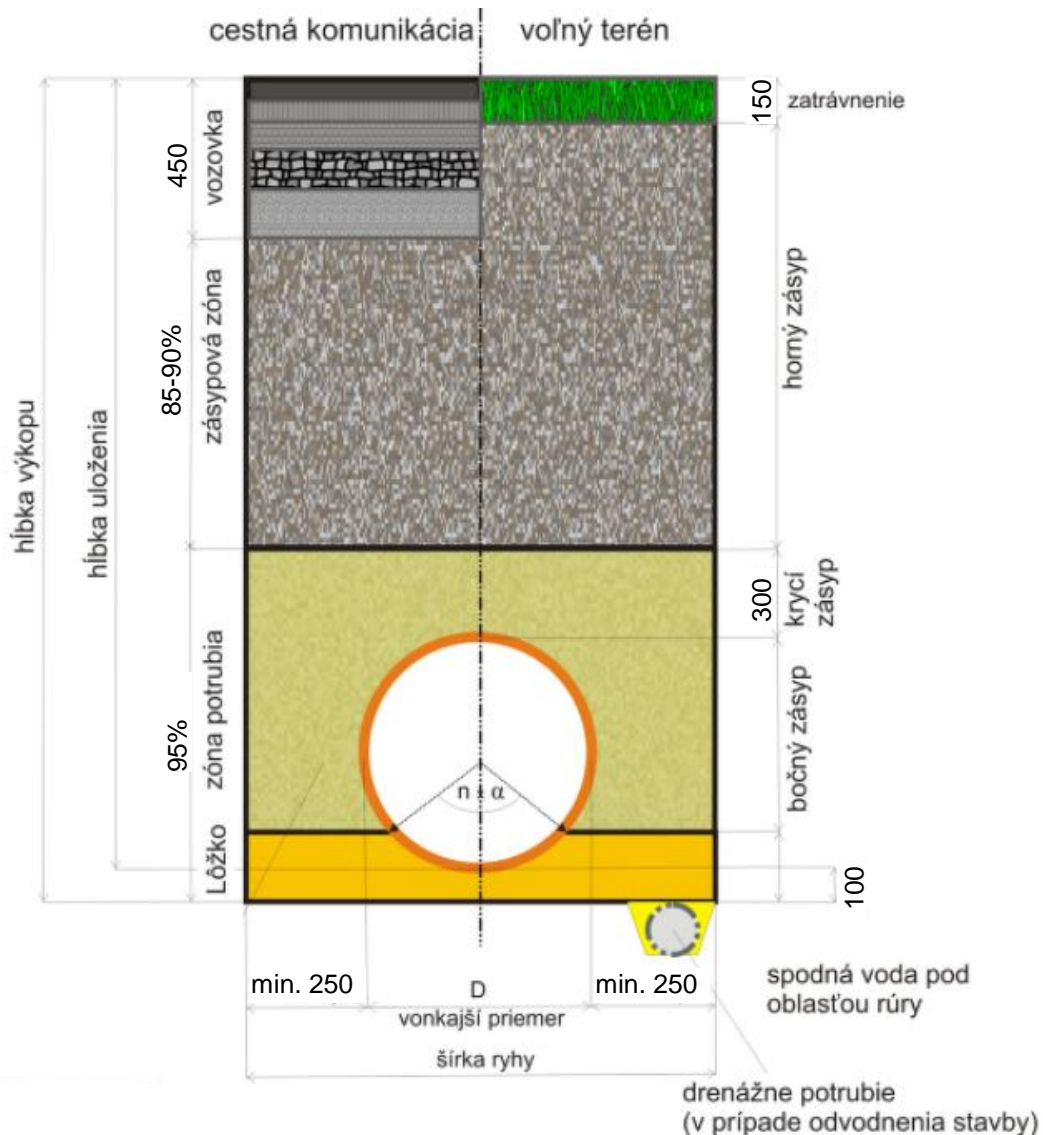
materiály prírodnú zeminu z výkopu, ktoré spĺňajú predpisy STN EN 1610 ^[24] a vid'. Tabuľka 11, pri spracovaní a zaťažení nepoškodia materiál potrubia a nedeformujú ho.

4.3.1 Hrúbka lôžka

Pod plášťom rúry, a v miestach hrdlových spojov potrubia, má byť hrúbka lôžka min. 100 mm v podmienkach zvyčajných zemín a 150 mm v podmienkach skalnatých alebo tvrdých zemín.

Priehlbiny v dne ryhy aj mimo miest hrdlových spojov musia byť ešte pred uložením potrubia vyplnené zhutnenou zeminou. Potrubie musí ležať na teréne v celej svojej dĺžke – neprípustný je vznik bodových stykov. Uhol uloženia potrubia α (Obrázok 14) do lôžka má byť väčší ako 90° , najlepšie 120° , musí však zodpovedať minimálnej požiadavke statického výpočtu.

Pieskové lôžko pred uložením potrubia musí byť dokonale zhutnené.

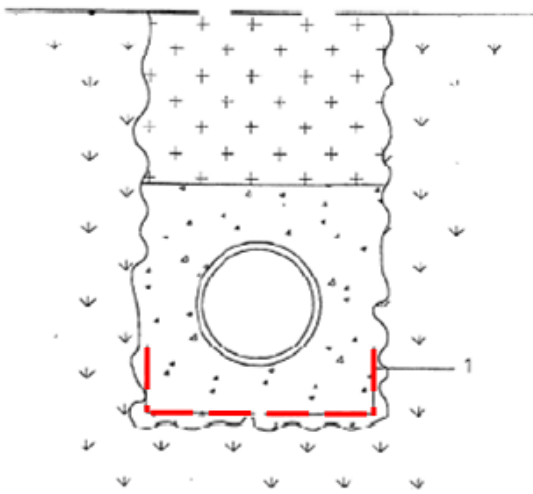


Obrázok 14: Schéma priečného rezu uloženia plastového potrubia v cestnej komunikácii a vo voľnom teréne pri bežných podmienkach uloženia

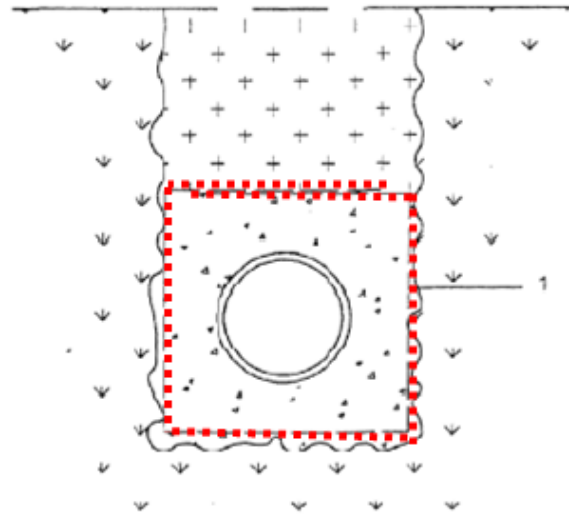
Ak dno ryhy tvoria zeminy mäkkej konzistencie (hliny, íly, spraše), rozprestrie sa na dno prehĺbenej ryhy stabilizačná vrstva zo štrku hrúbky najmenej 200 mm, a na túto vrstvu sa vytvorí lôžko.

V mimoriadnych geologických podmienkach (močiare, bahnité pôdy, tečúce piesky) môže dôjsť zo statického hľadiska k požiadavke uložiť potrubie na betónovú, resp. železobetónovú dosku. Keďže priame uloženie plastového potrubia na betón nie je vhodné, je nutné na betónovej podkladnej doske vytvoriť lôžko zo sypkého materiálu.

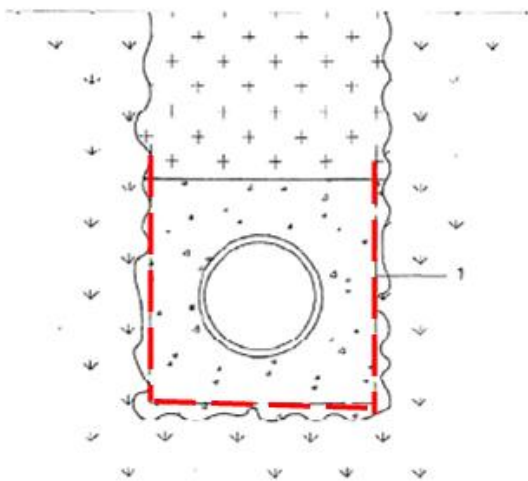
Na stabilizáciu nerovnomerného sadania podložja počas dočasnej konsolidácie zemin (viď Obrázok 15), resp. zabráneniu flotácii (vyplavovaniu) potrubia sa odporúča použiť geotextílie. Pri možnej migrácii materiálu z oblasti potrubia je možné použiť filtračné textílie viď Obrázok 16-



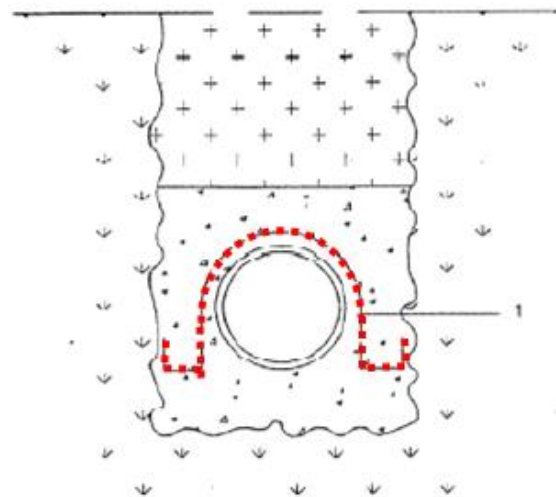
1 - geotextília znižujúca nerovnomerné sadanie v prechodovej oblasti



1 - geotextília tvoriaca úplný nosník a podporu

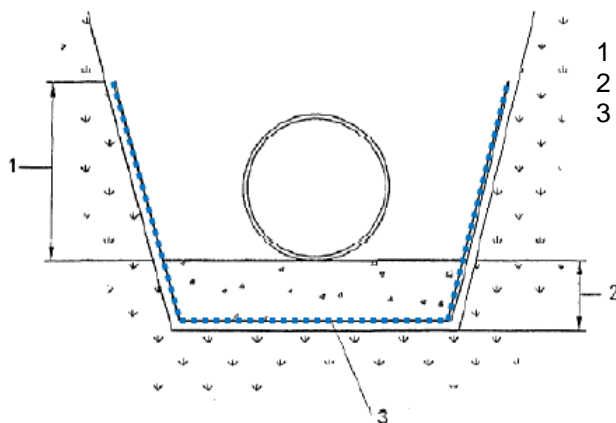


1- geotextília tvoriaca čiastočný nosník a podporu



1 geotextília zabraňujúca flotácii

Obrázok 15: Príklad použitia geotextílie na stabilizáciu potrubia v mimoriadnych podmienkach



1 \geq oblasť potrubia
2 lôžko
3 filtračná tkanina

Obrázok 16: Príklad zabránenia migrácie materiálu z oblasti potrubia do okolitého prostredia

4.4 Montáž potrubného systému

4.4.1 Prípravné práce

Pred montážou potrubia je nutné skontrolovať, či niveleta dna zodpovedá požiadavkám STN 73 6701 . Pri sklone nivelety do 10 % môže byť výšková odchýlka v uložení stoky najviac + 20 mm a pri sklone nad 10 % najviac + 50 mm oproti kóte dna určenej projektom. V žiadnom prípade nesmie v nivelete vzniknúť protispád.

Montáž potrubia môžu vykonávať iba pracovníci, ktorí sú náležite poučení a zapracovaní.

4.4.2 Ukladanie potrubia

Montáž potrubia môžu vykonávať iba pracovníci, ktorí sú náležite poučení a zapracovaní. Pred ukladaním potrubia a súčastí je nutné materiál starostlivo prekontrolovať a prípadné pškodené kusy vyradiť. Potrubie pred montážou musí byť čisté, aby spoje boli dokonale vodotesné. Do výkopu sa rúry a tvarovky spúšťajú za pomoci takých pomôcok, ktoré vylučujú poškodenie rúrového materiálu. Nie je povolené používať kovové laná, reťaze a háky. Potrubie sa spravidla ukladá od najnižšieho miesta s hrdlom proti sklonu stoky. Maximálne dovolené vychýlenie konca rúry alebo zasunutej tvarovky v hrdlovom spoji je 2°.

Rúry a tvarovky sa musia uložiť tak, aby po celej dĺžke doliehali na dno ryhy, resp. na lôžko vytvorené na uloženie potrubia. V mieste hrdla sa vyhlíbi primeraná priehlbina, aby nedošlo k bodovému podopretiu.

Pri ukladaní musí byť vnútro potrubia zabezpečené proti znečisteniu a upchatiu zaslepením nepripojených odbočiek a koncov potrubia.

Pri križovaní potrubia so železnicou a cestnými komunikáciami je potrebné dodržať ustanovenia STN 75 6230 ^[36].

4.4.2.1 Osobitné inštrukcie pre montáž potrubí pri nízkych teplotách:

Ukladanie potrubia v zimnom období si z titulu krehkosti PVC-U pri nízkych teplotách (pod teplotou 1°C) vyžaduje zvláštnu opatnosť a dôsledné dodržiavanie technologických požiadaviek. Pri teplotách pod -15°C sa ukladanie potrubia neodporúča. Potrubie z PP materiálu je možné ukladať do teploty -20°C.

V prípade nutnosti montáže pri nižších teplotách je nutné dodržať nasledovné inštrukcie:

- vyvarovať sa akýmkoľvek prudkým nárazom, zhutňovanie prevádzať ručne, alebo len ľahkými vibračnými doskami,
- pri zhutňovaní sa vyvarovať kontaktu s rúrou,
- ryhu kopať bezprostredne pred ukladaním a obsypom potrubí, aby nepremrzlo podložie pod rúrou. t.j. chrániť podkladové vrstvy pod rúrou proti premrznutiu,
- zásyp zamrznutou zeminou je neprípustný, nutné je používať sypký štrk a piesok
- rúry zasýpať ručne, alebo strojne z max. výšky 1m nad potrubím
- na mazanie tesniaceho krúžku používať mazacie prípravky na báze glycerínu a rúry sa odporúča spájať pákovými montážnymi prípravkami,
- prijať také opatrenia, aby sa zabránilo padaniu predmetov do ryhy s rúrou.

4.4.3 Spájanie rúr a tvaroviek

4.4.3.1 Spájanie rúr a tvaroviek - hladký systém

Pre rúry a tvarovky (hladký systém), ktoré majú tesnenie vložené do drážky hrdla platí:

- krúžok sa vkladá do drážky tak, aby jazýček krúžku tvoril nábeh pre zasúvanú rúru a po jej zasunutí pôsobil proti vytiahnutiu,
- je neprípustné používať potrubie bez tesniacich krúžkov, odstraňovať tesniace krúžky z hrdiel (PVC-U sa síce dá lepiť, ale konštrukcia hrdla neumožňuje vodotesné nalepenie hladkého konca rúry po vytiahnutí krúžku). Nedoporučuje sa vytváranie hladkého konca rúry ako hrdla. Zvyšné rúry sa odporúča spájať presuvkami alebo spojkami,
- nedoporučuje sa používať iné tvary tesniacich krúžkov, ako je výrobcom doporučené pre konštruované hrdlo alebo drážku korugovanej rúry, zvlášť u rúr iných výrobcov – nie je zaručená vodotesnosť spoja,

- hrdlo, driek aj tesnenie natrieme vrstvou klzného prostriedku (mazľavé mydlo, glycerín), je zakázané použitie tukov a olejov. Na tesniacich krúžkoch nesmie byť ľad,
- namazaný driek rúr alebo tvaroviek neukladáme na zem, a chránime ho pred nalepením nečistôt na mazivo,
- Koniec rúry zasunieme do hrdla na doraz, hĺbku zasunutia označíme. Pritom je nutné dávať pozor, aby nedošlo k vytlačeniu tesniacich krúžkov mimo drážku hrdla, ani k posunutiu ostatných trubiek. Použitie väčších tvaroviek vyžaduje väčšiu silu, a niekedy je potrebné použiť pomôcky, ako napr. páku alebo montážny prípravok. Nie je dovolené posúvať tvarovky údermi ťažkým predmetom. Poškodeniu trubiek zabránime vložением dreveného trámu medzi páku a plastovú rúru,
- na skracovanie rúr použijeme nôž na rúry alebo pílkou s jemnými zubami. Drsný okraj a ďalšie nerovnosti sa zahľadia nožom, brúsnym papierom alebo pilníkom. Rez rúrou musí byť vykonaný kolmo na pozdĺžnu os rúry a hrana rúry zrazená pod uhlom 15° a začistená (viď. Obrázok 17).



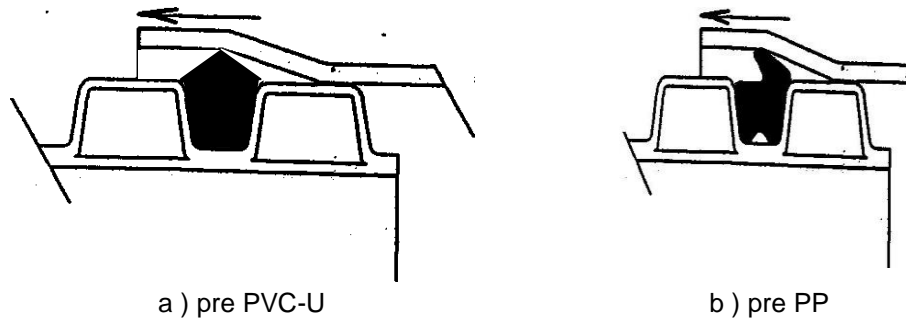
Obrázok 17: Skracovanie a úprava konca hladkej kanalizačnej rúry

- V žiadnom prípade nesmieme skracovať tvarovky! Pri akejkoľvek úprave tvaroviek alebo tesniacich prvkov systému nepreberá výrobca zodpovednosť za kvalitu spojov

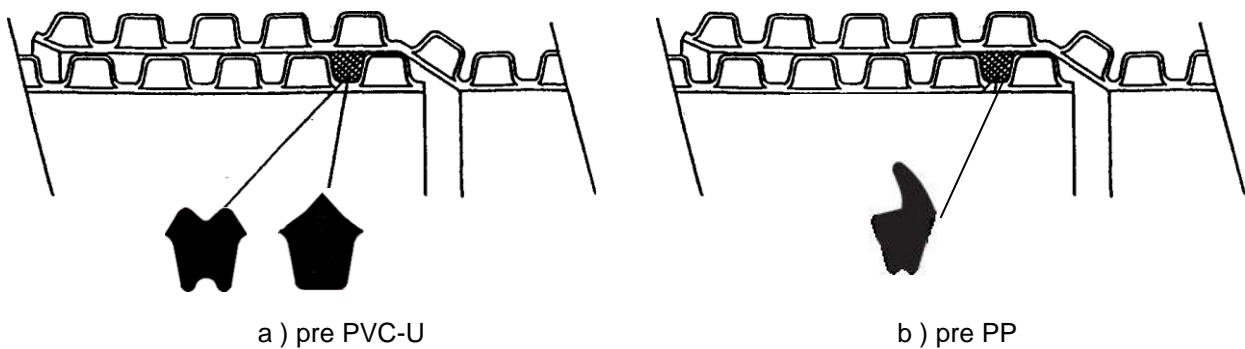
4.4.3.2 Spájanie rúr a tvaroviek - korugovaný systém

Pre rúry a tvarovky (korugované), ktoré majú tesnenie vložené do drážky rovnej časti (drieku) rúr alebo tvaroviek platí:

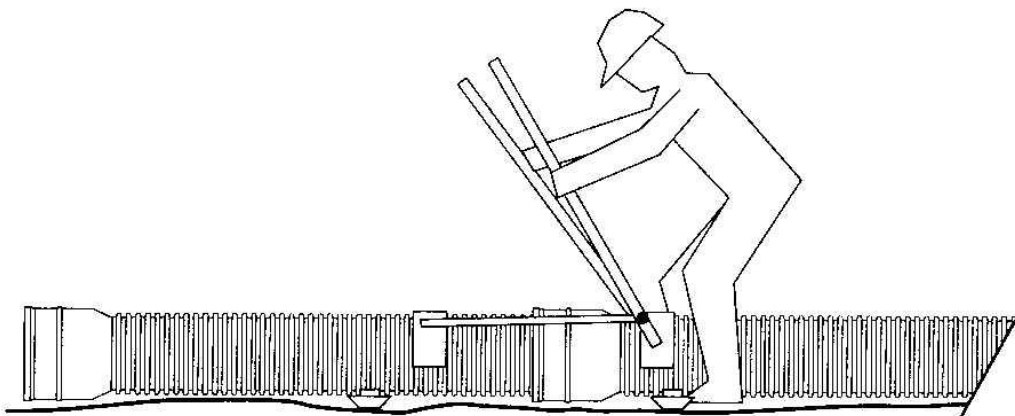
- drážka na potrubí alebo tvarovky, do ktorej sa umiestňuje tesniaci krúžok, musí byť pred vykonaním spojenia bez defektov a dokonale očistená od piesku a zeminy,
- tesniaci krúžok sa osadí na vonkajšom povrchu rovného konca rúry viď. Obrázok 19,
- pred nasunutím ďalšieho kusu (hrdla rúry alebo tvarovky) sa vonkajší povrch tesniaceho krúžku a vnútro hrdla sa celom obvode natrú tenkou vrstvou klzného prostriedku pre tento účel alebo roztokom mazľavého mydla s vodou a v prípade montáže za mrazu glycerínom,
- na začiatku fázy nasúvania spoja kontrolujeme umiestnenie tesniaceho krúžku viď. Obrázok 18.
- v prípade zvláštnych požiadaviek na tesnosť spoja možno voľné vlny v úseku presahu hrdla vyplniť ďalšími tesniacimi krúžkami,
- k montáži potrubia, t. j. k zasúvaniu rovného konca potrubia, resp. tvarovky do nasledujúceho hrdla sa odporúča používať montážne prípravky. Konštrukcia týchto prípravkov musí byť taká, aby pri montáži nemohlo dôjsť k poškodeniu spájaných častí. Pákové prípravky veľmi jednoduchej konštrukcie (viď. Obrázok 20.) môže zapožičať aj Plastika pipes s.r.o., prípadne dodať výkresovú dokumentáciu. Návod a spôsob použitia je súčasťou dodávky prípravkov,
- skracovanie rúr sa vykonáva pílkou s jemnými zubami alebo s elektrickou kotúčovou pílkou, prípadne uhlovou brúskou. Rúra sa vždy skracuje v strede údolia medzi vlnami a kolmo na os rúry. Drsný okraj a ďalšie nerovnosti sa zahľadia nožom, pilníkom alebo elektrickým hoblíkom.



Obrázok 18 Umiestnenie tesniaceho krúžku na začiatku fázy nasúvania pre PVC-U a PP koruované potrubia.



Obrázok 19 Konštrukcia spoja koruovaných PVC-U pre dimenzie DN 300, 400, mm a PP rúr pre dimenzie DN 250, 300, 400, 500 a 600 mm a poloha tesniaceho krúžku



Obrázok 20 Montáž spoja rúr pomocou montážneho prípravku

Pákové prípravky sú veľmi jednoduchej konštrukcie. V prípade požiadavky môžu byť dodané výkresy pre výrobu a návod so spôsobom použitia montážnych prípravkov.

4.4.4 Zmena smeru potrubia

Zmena smeru potrubia pri neprielezných profiloch do DN 600 sa robí vo vstupných šachtách, alebo v sútokovej komore prípadne v spádovisku.

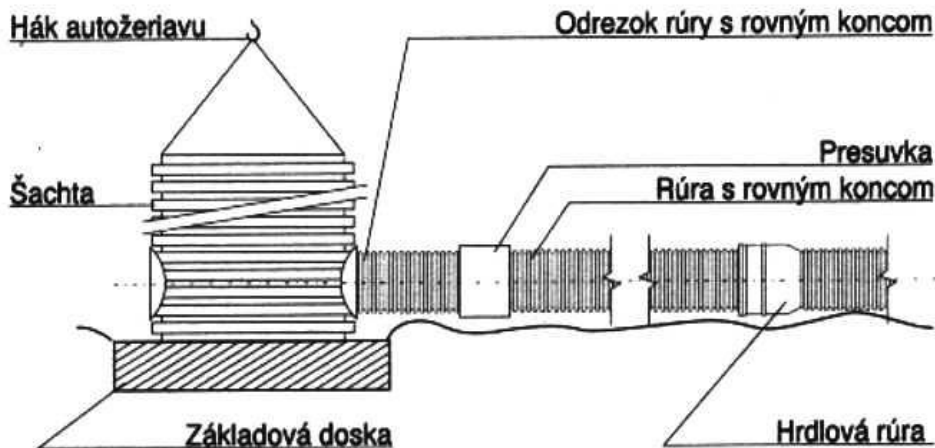
Zmena smeru potrubia prielezných stôk nad DN 600 sa robí pomocou tvaroviek -oblúkov, ktoré sa v mieste lomu trasy namontujú do potrubia. Na začiatok alebo koniec oblúka sa osadzuje vstupná šachta.

4.4.5 Napojenie potrubia na šachty

Napájanie potrubia na šachty sa vykonáva pomocou násuvných spojov s tesniacim krúžkom ako na potrubí. Pri šachtách s prítokovým a odtokovým potrubím profilu DN 600 a viac sa napojenie robí presuvkou alebo spojkou. Ak sa potrubie napája na plastové šachty, tak výstavba šachtiet musí prebiehať zároveň s postupom montáže potrubia.

V prípade, že sa potrubie napája na betónové šachty, odporúča sa aby tieto mali zabudované šachtové vložky pre príslušný typ a svetlosť napájaného potrubia, Pri murovaných šachtách alebo iných stavebných objektoch je potrebné použiť šachtové vložky alebo presuvky, ktoré sa zabetónujú do steny stavebnej konštrukcie alebo šachty. Pri prevedení rúry cez betónovú šachtu sa do ryhy dvojstennej rúry umiestni gumový tesniaci krúžok. Do polovice prierezu rúry s gumovým tesniacim krúžkom sa pripraví betónová výplň, a po vyzretí betónu sa horná polovica rúry vyreže.

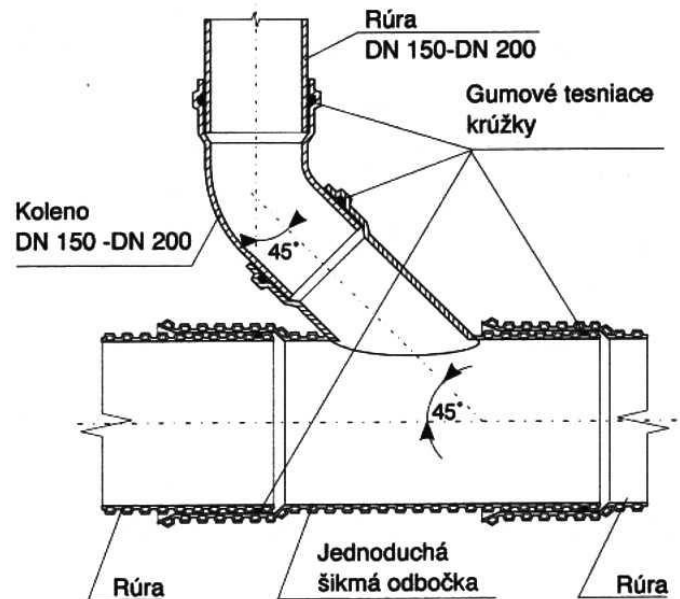
Poznámka: PVC-U a PP korugovaná rúra je aj sama spoľahlivo zabudovateľná do betónových konštrukcií. Na zabezpečenie vodotesnosti je však potrebné umiestnenie gumového tesniaceho krúžku. Postup montáže pri napojení potrubia do šachty vid'. Obrázok 21.



Obrázok 21: Všeobecná schéma napojenia potrubia na šachtu

4.4.6 Napájanie prípojok

Kanalizačné prípojky do svetlosti DN 200 včítane prípojok od uličných vpustov sa na stokovú sieť napájajú priamo do potrubia pod uhlom 45° alebo výnimočne 90°. Na napojenie prípojok do DN 200 sa počas výstavby stoky na miesto zaústenia prípojky namontuje jednoduchá šikmá odbočka, na ktorú sa napojí koleno a prípojkové potrubie. Príklad napojenia prípojky pomocou jednoduchej šikmej odbočky vid'. Obrázok 22. Dodatočné napojenie prípojky do DN 200 na stoku sa môže taktiež vykonávať pomocou jednoduchej šikmej odbočky, cca 0,5 - 1m rúry podľa priemeru a dvoch spojok.



Obrázok 22 Schéma napojenia šikmej odbočky na stokovú sieť

Na dodatočné napojenie prípojok DN 160 a 200 na stoky od DN 300 sa odporúča použiť navrtávaciu odbočku typu "Easy Clip" od firmy REDI. Pred vŕtaním je potrebné potrubie najskôr obkopať do hĺbky min. 0,9*de od vrcholu potrubia na dĺžke min. 0,5 m po oboch stranách rúry od miesta vŕtania otvoru, aby sa v potrubí pred vŕtaním uvoľnilo napätie, spôsobené tlakom zeminy na potrubie. Taktiež sa odporúča vŕtať do potrubia pri teplotách nad 10°C. Prehľad typových označení tvaroviek od firmy REDI pre dodatočné napojenie prípojok DN160, 200 na korugované rúry pod uhlom 90° vid' Tabuľka 20.

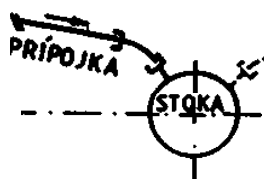
Tabuľka 20 Prehľad typových tvaroviek Easy Clip pre dodatočné napojenie do stoky pre PVC-U korugované potrubia

Vnútorý priemer rúr DN/ID	300	400
Easy Clip Ø160	1Y16058	1Z16058
Easy Clip Ø200	1Y20058	1Z20058

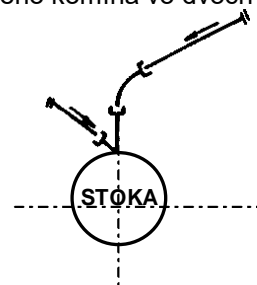
Zemné práce - ryha pre prípojku sa robí od zhutnenej pláne diaľnice resp. komunikácie. V prípade, že kanalizácia - stoka je uložená hlbšie ako 2,5 m, prípojka sa uloží v sklone 2% a napojenie prípojky sa urobí vložím kolena v tesnej blízkosti stoky so zaústením do hornej časti stoky. Detailné riešenie je závislé od hĺbky stoky. Ukončenie prípojky môže byť riešené pri napojení do stoky zvisle, alebo šikmo vid' Obrázok 23..

Prípojky od vpustov pod vozovkami sa obetónujú ak je krytie prípojky menšie ako 0,75 m.

Plytko uložená stoka so zaústením v dvoch úrovniach



Hlboko uložená stoka so zaústením zo zvislého komína vo dvoch úrovniach



Obrázok 23: Schémy možností napojenia ul. kanalizačných prípojok na stoku.

4.4.7 Uličné vpusty

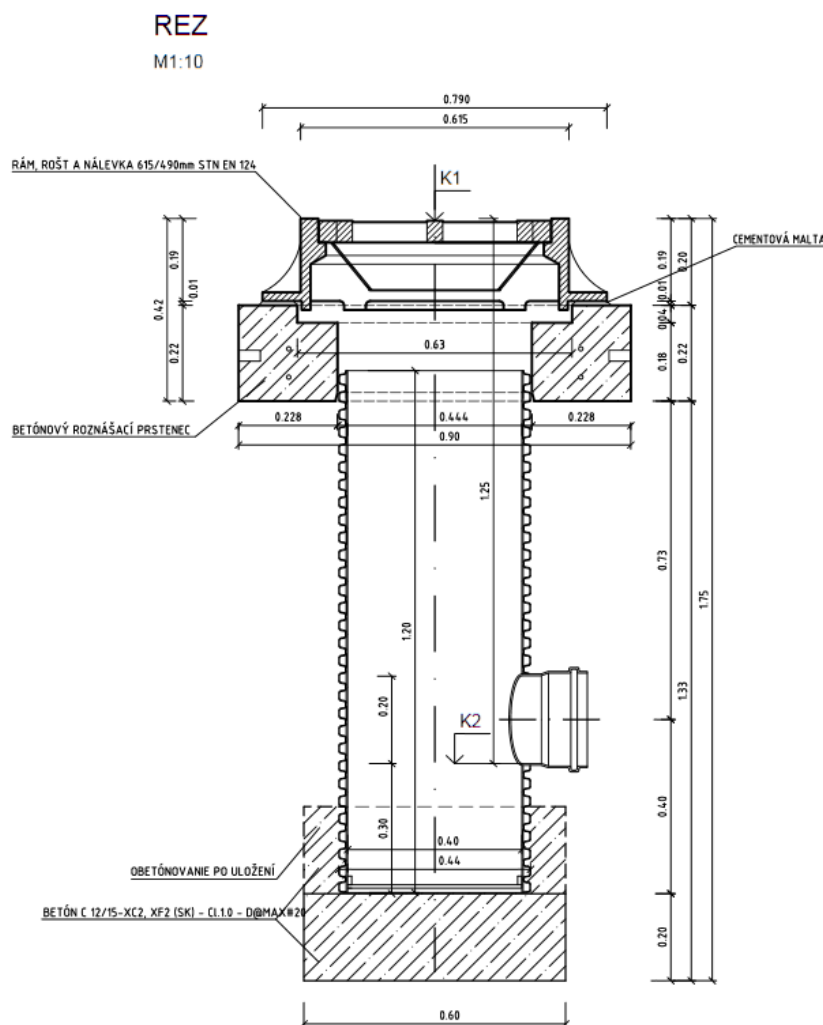
Pre zjednotenie materiálu na kanalizačnej sieti z korugovaných rúr PVC-U, výrobca Plastika pipes s.r.o vyvinul aj uličný vpust z korugovaných rúr. Materiál a rozmery vid'. Obrázok 24. Mreža sa osadí na roznášací prstenec.

4.4.7.1 Stavba uličných vpustov

Pri výstavbe uličných vpustov sa postupuje obdobne, ako pri stavbe šacht. Zemné práce - jama pre vlastný vpust sa robia od zhutnenej pláne diaľnice resp. komunikácie. Teleso vpustu sa osadí na betónové lôžko hr. 200 mm rozmerov 600 x 600 mm. Po uložení sa obetónuje do výšky 200 mm. Obsyp sa urobí so zhutnením .

Prípojky od vpustov pod vozovkami sa obetónujú ak je krytie prípojky menšie ako 0,75 m. Spätný zásyp ryhy sa musí zhutňovať malými vibračnými zhutňovacími mechanizmami, aby nedošlo k porušeniu prípojky.

Mreža vpustu včítane roznášacieho prstenca sa osadia po presnom výškovom vytýčení odvodňovacieho žľabu alebo pruhu.



Obrázok 24: Tvar a rozmery uličného vpustu DN400 z PVC-U

4.4.8 Skúšanie

4.4.8.1 Skúška tesnosti

Skúšku tesnosti vykonávajú odborní pracovníci v zmysle STN EN 1610 ^[24] (skúšanie vzduchom - metóda L alebo skúška vodou – metóda W) za účelom zistenia tesností, vylúčenia poruchových

úsekov a možnosti využitia jestvujúcich rozvodov. Iba tesná potrubná sieť plní svoju funkciu bez zaťaženia životného prostredia. Pri uložení potrubí do výkopu sa skúška tesnosti vykonáva zvyčajne pred zásypom potrubia, avšak možno ju vykonať aj po zásype, aby sa zistilo prípadné poškodenie, ku ktorému môže dôjsť po skončení montáže potrubia.

Tlaková skúška vodárenských a kanalizačných nádrží STN 75 0905 ^[37].

4.4.9 Zásyp potrubia

Najdôležitejšou časťou stavby potrubného systému je spätný zásyp potrubia. Obzvlášť dôležitá je zóna potrubia (viď. Obrázok 14), ktorú tvoria lôžko, bočný zásyp a krycí zásyp. V celej zóne potrubia sa nesmie použiť zemina, ktorá je agresívna voči materiálu potrubia, obsahujúca veľké ostrohranné častice (kamene, sklenené črepiny,...).

Poznámka: Mimoriadne starostlivo je potrebné vyberať materiál zóny potrubia v cestných komunikáciách, kde sú rúry vystavené nielen zvýšenému statickému zaťaženiu, ale aj prenosu dynamického pôsobenia vozidiel. V okolí potrubia nesmú vznikať dutiny – preto sa v zásype nesmú používať materiály, ktoré môžu po istom čase meniť objem alebo konzistenciu (zemina obsahujúca kusy dreva, kamene, ľad, premočená zemina, organické alebo rozpustné materiály, zemina zmiešaná so snehom alebo kusy zamrznutej pôdy).

Plastová rúra dosahuje optimálne vlastnosti iba pri spolupôsobení zeminy, ktorá jej pomáha optimálne rozložiť pôsobiace sily - rúra je tak chránená pred dlhodobým prekročením povolenej deformácie. Treba znovu poznamenať, že čím kvalitnejšie sa vykoná zhutnenie (90-95% Proctor; vyššia hodnota modulu pretvárnosti zeminy E), tým z dlhodobého hľadiska bude deformácia potrubia menšia.

Bočný zásyp - zhutnenie sa vykonáva po vrstvách cca 10-15 cm vždy po oboch stranách rúry. Pri zhutňovaní je potrebné kontrolovať, či sa jednotlivé rúry výškovo alebo smerovo neposunuli. Šírka bočného zásypu po stranách rúry je min. 25 cm.

Krycí zásyp - nad vrcholom rúry sa zemina nezhutňuje až do výšky 30 cm (z dôvodu pružnosti rúry, aby sa narušil zhutnený materiál lôžka a bočného zásypu), zhutňuje sa iba nad úrovňou bočného zásypu.

Horný zásyp - 30 cm nad vrcholom rúry - zhutňovanie sa vykonáva celoplošne.

Ak sa úsek kanalizácie s malým krytím nachádza mimo komunikácie v zelenom páse, nie sú tu žiadne limity. Jediné obmedzenie by bolo uloženie potrubia v poli, kde sa musí uvažovať o hĺbke orby cca 60 cm. Tu je odporúčané min 75 cm krytie nad potrubím.

Pri výstavbe cesty je nevyhnutné dodržať minimálnu hrúbku zásypu najmenej 0,75 m.

Vo výnimočných prípadoch, keď podmienky realizácie si vyžadujú aj menšiu hĺbku zásypu ako 0,75 m, je nutné, aby bolo potrubie zabezpečené *ochranou* (pri nedostatočnom zásype nevyhnutne treba počítať s prípadným poškodením potrubia pri výstavbe cesty).

4.4.10 Spôsoby ochrany potrubia:

4.4.10.1 Obetónovanie potrubia

Obetónovanie plastových potrubí volíme len v krajnom prípade (napr. ak výška krytia bude menšia než 75 cm alebo z priestorových dôvodov nebude možné dostatočne zabezpečiť zhutnenie bočného zásypu).

Obetónovanie navrhujeme len bodovým spôsobom na určitých miestach. V prípade obetónovania dlhších úsekov potrubia by potrubie stratilo priaznivé silové vlastnosti. Pri úplnom obetónovaní potrubia treba klásť zvlášť veľký dôraz na napätie, a podľa toho dimenzovať betónovú konštrukciu.

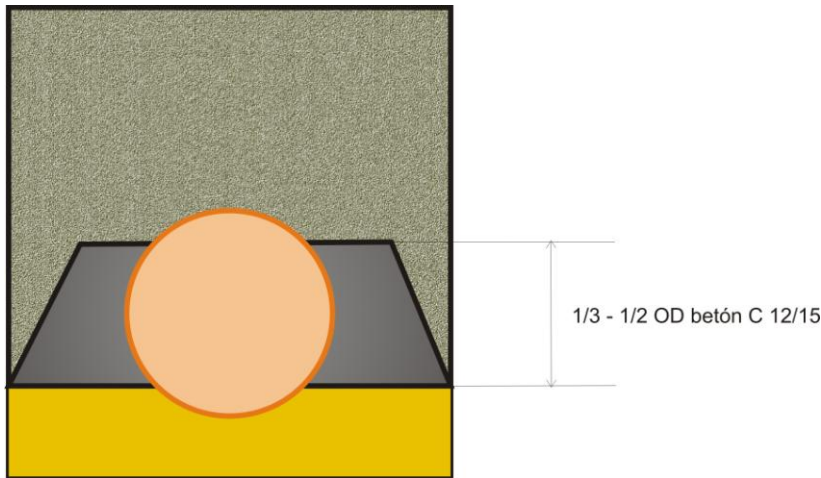
Obetónovanie potrubia nevykonávame pri vysokých teplotách (vyšších než 25 °C) z dôvodu veľkej tepelnej rozťažnosti plastových potrubí.

Na obetónovanie je vhodné použiť suchú zmes, aby nedochádzalo k vztlakovým silám na potrubí. V prípade použitia tekutej zmesi je nutné potrubie pred obetónovaním ukotviť po 2 m.

Na zabránenie popraskania betónového bloku a následnej možnosti poškodenia potrubia je vhodné najprv vytvoriť pod potrubím dosku vystuženú kari sieťou Ø 6 mm s okami 150 x 150 mm.

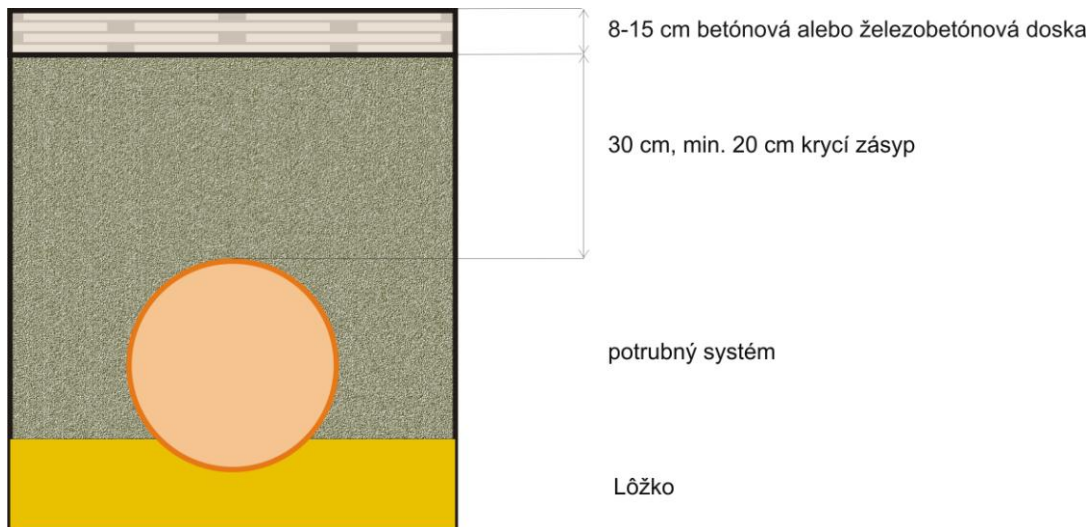
Pre spolupôsobenie betónu s výstužou je nutné použiť pre dosku triedu betónu aspoň C 12/15 v zmysle STN EN 206-1 ^[38].

4.4.10.2 Bočné obopieranie



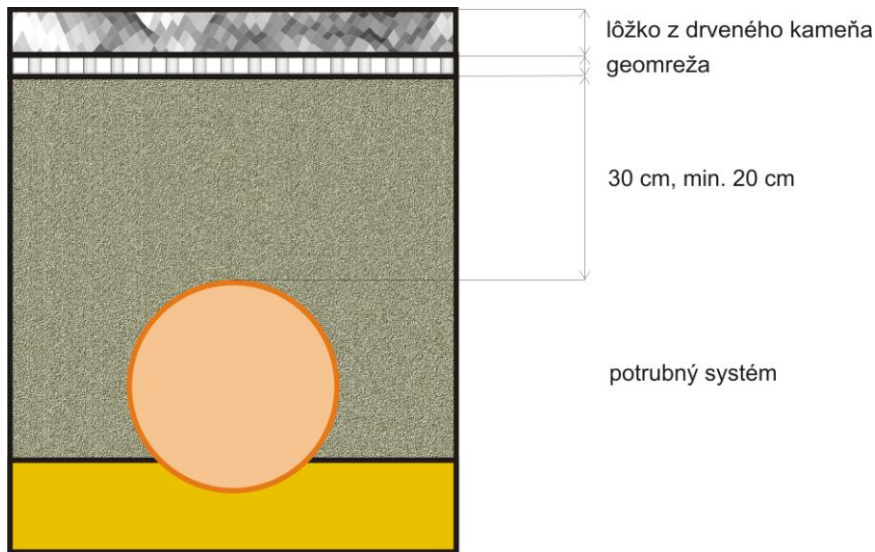
Obopieranie zabráni pretláčaniu potrubia, ale neprekáža neskorším konsolidačným vlastnostiam. Obopieranie mozaikovými prasklinami betónu bez zlomu sa prispôsobí posunom, pružnej zmene tvaru potrubia.

4.4.10.3 Doska na rozdelenie záťaže



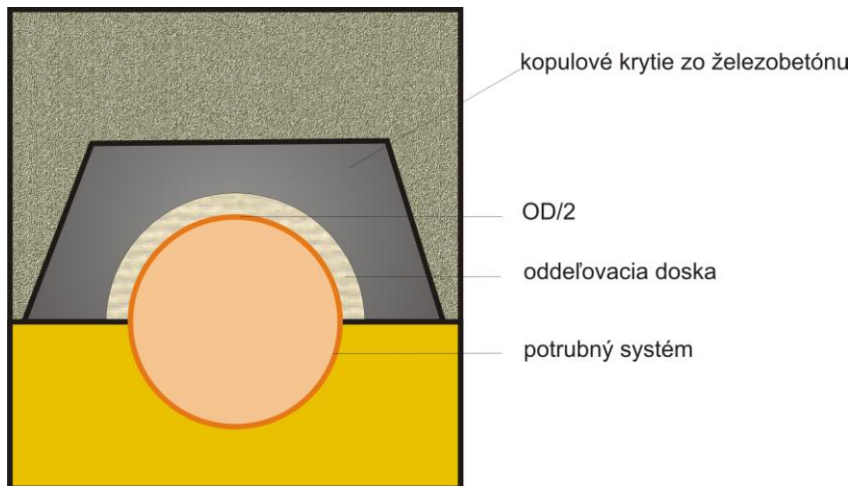
Sily pôsobiace na prierez potrubia sa rovnomerne prenesú na betónovú, resp. železobetónovú dosku na rozdelenie záťaže, čím sa silové pôsobenie rozdelí na väčšiu plochu.

4.4.10.4 Mreža na rozdelenie záťaže



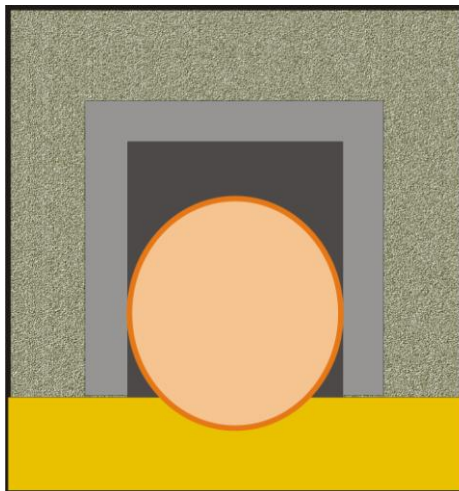
Sily pôsobiace na prierez potrubia sa rovnomerne prenesú na lôžko z drveného kameňa a geomrežu, podobne ako v predchádzajúcom spôsobe s tým rozdielom, že pre tento typ ochrany je charakteristické rozdelenie dynamického zaťaženia, oslobodenia od záťaže. Geomreža a lôžko z drveného kameňa navzájom pôsobia veľkými súdržnými silami.

4.4.10.5 Kopulová ochrana



Na ochranu potrubia s uhlom uloženia $\alpha = 180^\circ$ je pripravené kopulové krytie zo železobetónu. Medzi železobetón a kanalizačné potrubie sa ešte umiestňuje oddeľovacia doska, ktorá bráni vzájomnému pôsobeniu týchto dvoch materiálov. Železobetónové krytie rozdelí zaťaženie na väčšiu plochu. Potrubie tak svojou pružnosťou môže vykonávať konsolidačné pohyby.

4.4.10.6 Vytvorenie negatívnej deformácie



OD 2-4% deformácia

Negatívna deformácia sa po dokončení výstavby potrubia vplyvom síl postupne znižuje, čo z dlhodobého hľadiska nie je nepriaznivé.

4.4.10.7 Ochranná rúra

Ak potrebujeme zabezpečiť ochranu kanalizačnej rúry pod základmi budov a inými miestami, kde sa neuvažuje o vyhlbení ryhy alebo nie je možné zabezpečiť dostatočné krytie, používame ochrannú rúru.

Funkciu ochrannej rúry môže plniť iná kanalizačná rúra väčšieho priemeru.

Potrubie treba zaviesť do ochrannej rúry pomocou nástrojov na posúvanie. Potrubie musí byť zabezpečené proti pohybu pomocou najmenej 3-bodových strediacich objímok. Strediace objímky musia prekryť najmenej 2 vlny po celom povrchu rúry.

Na prostredných úsekoch sa rúra nemôže ohnúť ani v prípade odvádzania vody plným prierezom.

Vzdialenosť medzi jednotlivými podloženiami závisí od priemeru rúr, odporúčané sú nižšie uvedené údaje:

DN 200	100 cm
DN 300, 250	110 cm
DN 400,500	120 cm
DN 600	130 cm

4.5 Údržba, čistenie, početnosť čistenia

Korugovaný potrubný systém s hladkou vnútornou stenou má výhodu oproti betónovým a kameninovým rúram nakoľko majú veľmi malý koeficient drsnosti a tým sa aj minimálne zanáša.

Pre potrebu čistenia stôk je potrebné robiť kontrolu stavu stoky na jar po skončení zimného posypu vozovky, ako aj na jeseň po spáde lístia. Ak sa zimný posyp z piesku, drobného štrku alebo škvary opakuje viackrát, tak treba venovať zvýšenú pozornosť čisteniu resp. kontrole stavu kalového priestoru uličných vpustov.

4.5.1 Opravy potrubia

PVC sa dá dobre lepiť a zvärať s prídavným materiálom. Lepidlo musí vyhovovať musí byť špecifikované výrobcom rúr a tvaroviek. PP potrubie nie je možné lepiť, iba zvärať.

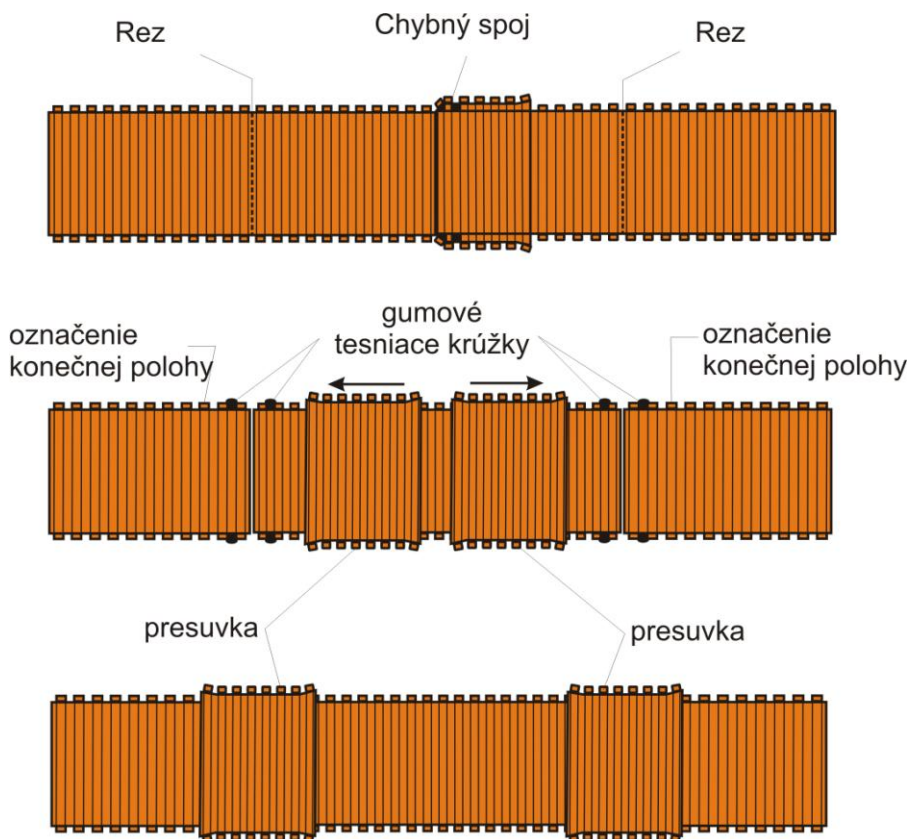
Pri opravách potrubí menších priemerov (DN300, DN400) najčastejšie poškodenú časť potrubia odkryjeme, rúru vyrežeme a nahradíme za pomoci vhodnej tvarovky - presuvky.

Pri oprave potrubí za pomoci presuviiek je potrebné dodržať tieto požiadavky:

- vyrežeme celú chybnú časť potrubia,
- skracovanie rúr sa vykonáva pílkou s jemnými zubami alebo s elektrickou kotúčovou pílkou, prípadne uhlovou brúskou. Rúra sa vždy skracuje v strede údolia medzi vlnami a kolmo na os rúry. Drsný okraj a ďalšie nerovnosti sa zahľadia nožom, pilníkom alebo elektrickým hoblíkom. tak, že sa rúra skrúti na potrebnú dĺžku odrezaním pílkou na drevo alebo uhlovou brúskou,
- dĺžka vkladanej rúry závisí od dĺžky vyrezanej časti potrubia a volí sa tak, aby bola menšia o cca 40 mm (dve vlny u potrubia DN300, resp. jedna vlna u potrubia DN400 na vonkajšom povrchu rúry),
- vkladáný kus rúry sa uloží medzi odrezané konce potrubia na vhodne upravené lôžko a napojí sa na existujúce potrubie pomocou presuviiek. Presuvky sa na odrezané konce potrubia alebo vkladanej rúry nasunú po celej dĺžke, a po uložení vkladaneho kusa rúry na lôžko sa presunú do konečnej polohy (pozri Obrázok 25). Konečnú polohu presuviiek je potrebné vyznačiť na rúrach ešte pred ich vlastnou montážou centروفixou.
- spätný obsyp a zásyp opraveného potrubia sa vykoná podľa ustanovení v stati [Zásyp potrubia](#).

Opravu PVC-U potrubí môžeme realizovať aj technológiou bez odkrytia, napr. s metódou PAKER.

Poznámka: Metóda „PAKER“ - špeciálna tkanina nasýtená živinicou fixovaná na gumový flexibilný paker zodpovedajúci dimenzii opravovaného potrubia sa cez revíznú šachtu zavedie na opravované miesto, kde za stálej kontroly pomocou TV kamery dôjde k nafúknutiu pakra, a tým i k pritlačeniu nasýtenej tkaniny na opravované miesto. Po vytvrdení tkaniny sa inštalovaný paker vypustí a vytiahne z potrubia. Vznikne pevný kompozitný prstenec, ktorý má dlhšiu trvanlivosť, než je životnosť opravovaného potrubia. Oprava je zakončená kontrolou jej kvality pomocou kamerového systému.



Obrázok 25 Spájanie PVC-U korugovaných rúr pomocou presuviiek

5 Záver

Ak sa počas navrhovania a výstavby kanalizácie z korugovaného potrubného systému vyskytnú okolnosti neuvedené v tomto montážnom predpise, je potrebné vzniknutú problematiku po stránke materiálovej konzultovať s výrobcom rúr.

Pri ďalších riešeniach Vám radi pomôžeme odbornou radou a praktickými skúsenosťami.

Pri tvorbe montážneho predpisu sa použil vypracovaný - ZBORNÍK TECHNICKÝCH RIEŠENÍ pre kanalizáciu s použitím korugovaných rúr od výrobcu Plastika pipes s.r.o., ktorý spracoval Dopravoprojekt a.s Bratislava.

6 Zoznam súvisiacich a citovaných noriem a literatúry

- [1] STN EN 476: 1999 Všeobecné požiadavky na súčasti gravitačných systémov kanalizačných potrubí a stôk (73 6735)
- [2] STN EN 1401-1: 2000 Potrubné systémy z plastov pre beztlakové kanalizácie uložené v zemi. Nemäkčený polyvinylchlorid (PVC-U). Časť 1: Požiadavky na rúry, tvarovky a systém (64 3223)
- [3] STN EN 13476-1: 2007 Potrubné systémy z plastov pre beztlakové kanalizačné potrubia a stoky uložené v zemi. Potrubné systémy so štruktúrovanou stenou z nemäkčeného polyvinylchloridu (PVC-U), polypropylénu (PP) a polyetylénu (PE). Časť 1: Všeobecné požiadavky a funkčné charakteristiky (64 3218)
- [4] STN EN 13476-2: 2007 Potrubné systémy z plastov pre beztlakové kanalizačné potrubia a stoky uložené v zemi. Potrubné systémy so štruktúrovanou stenou z nemäkčeného polyvinylchloridu (PVC-U), polypropylénu (PP) a polyetylénu (PE). Časť 2: Špecifikácie rúr a tvaroviek s hladkým vnútorným a vonkajším povrchom a systému, typ A (64 3218)
- [5] STN EN 13476-3: 2007 Potrubné systémy z plastov pre beztlakové kanalizačné potrubia a stoky uložené v zemi. Potrubné systémy so štruktúrovanou stenou z nemäkčeného polyvinylchloridu (PVC-U), polypropylénu (PP) a polyetylénu (PE). Časť 3: Špecifikácie rúr a tvaroviek s hladkým vnútorným a profilovaným vonkajším povrchom a systému, typ B (64 3218)
- [6] PND 71-63016-1 Potrubný systém s profilovanou stenou z PVC-U. Časť 1 - Rúry
- [7] PND 71-63016-2 Potrubný systém s profilovanou stenou z PVC-U. Časť 2 - Tvarovky
- [8] PND 71-63016-3 Potrubný systém s profilovanou stenou z PVC-U. Časť 3 - Šachty a vpusty
- [9] STN EN ISO 9969: 2008 Rúry z termoplastov. Stanovenie kruhovej tuhosti (ISO 9969: 2007) (64 3066)
- [10] STN ISO 13967: 2001 Tvarovky z termoplastov. Stanovenie kruhovej tuhosti. (ISO 13967: 1998) (64 3074)
- [11] STN EN 14758-1: 2006 Beztlakové systémy kanalizačných potrubí a stôk uložených v zemi. Polypropylén s obsahom minerálnych modifikátorov (PP-MD). Časť 1: Špecifikácie rúr, tvaroviek a systému (64 3048)
- [12] STN EN 1852-1: 2001 Plastové potrubné systémy na beztlakové kanalizácie uložené v zemi. Polypropylén (PP). Časť 1: Požiadavky na rúry, tvarovky a systém (64 3044)
- [13] STN EN 12666-1: 2006 Plastové potrubné systémy na beztlakové kanalizácie uložené v zemi. Polyetylén (PE). Časť 1: Špecifikácie rúr, tvaroviek a systému (64 3047)
- [14] TNI ISO/TR 10358 - Rúry a tvarovky z plastov. Klasifikačné tabuľky kombinovanej chemickej odolnosti (64 3217)
- [15] ISO 7620: 2005 Materiály z gumy. Chemická odolnosť
- [16] STN EN 295-3 1997: Rúry, tvarovky a spoje kameninových potrubí pre drenáže a stoky. 3. časť: Skúšobné metódy (72 5200)
- [17] DIN 19565-1: Rohre und Formstücke aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (UP-GF) für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen; geschleudert, gefüllt; Maße, Technische Lieferbedingungen (03.1989)

- [19] STN 75 6101 2002: Stokové siete a kanalizačné prípojky
- [20] STN EN 752: Stokové siete a systémy kanalizačných potrubí mimo budov. (75 6100).
STN EN 752-1:1999 Časť 1: Všeobecné ustanovenia a definície
STN EN 752-2:1999 Časť 2: Funkčné požiadavky
STN EN 752-3:1999 Časť 3: Návrh
STN EN 752-4:1999 Časť 4: Hydraulický návrh a aspekty ochrany životného prostredia
- [21] Urcikán, P.: K problematike strát trením tlakového prúdenia zmesi dažďových a splaškových vôd. Vodohospodársky časopis 32, č.4, 1984
- [22] Štefan O. : Návrhové tabuľky pre stoky z PVC, MLVH SSR Bratislava, 1983.
- [23] Urcikán P., Imriška L. : Stokovanie a čistenie odpadových vôd. Tabuľky na výpočet stôk, Alfa Bratislava, 1986.
- [24] STN EN 1610 1999: Stavba a skúšanie kanalizačných potrubí a stôk (75 6910)
- [25] STN EN 1295-1 2001: Statický výpočet potrubí uložených v zemi pri rôznych zaťažovacích podmienkach. Časť 1: Všeobecné požiadavky (75 0210)
- [26] STN P ENV 1046 2002 Plastové potrubné a kanalizačné systémy. Systémy na dopravu vody alebo splaškovej vody mimo konštrukcie budov. Postupy na podzemné a nadzemné inštalovanie (64 3232)
- [27] ATV-DVWK-A 127E August/2000 „Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und leitungen“
- [28] STN 73 0035 1986: Zaťaženie stavebných konštrukcií
- [29] STN 73 0037 1990: Zemný tlak na stavebné konštrukcie
- [30] STN 73 1001 1987: Zakladanie stavieb. Základová pôda pod plošnými základmi
- [31] STN 73 6203 1986: Zaťaženie mostov
- [32] DIN18127: 1997: Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Proctorversuch
- [33] BSI BS 5930:1999 Code of practice for site investigations
- [34] DIN 18196 2006: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [35] DIN 1072 1985: Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen
- [36] STN 75 6230 1987: Kanalizačné podchody pod dráhou a pozemnou komunikáciou (75 6230)
- [37] STN 75 0905 1992: Skúšky vodotesnosti vodárenských a kanalizačných nádrží
- [38] STN EN 206-1:2002 - Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda