

4. kapitola

Instalace



Užitečné informace k technologiím pokládky

- aktuální podklady k bezvýchopovým technologiím
- praktické zkušenosti z reálných staveb

Obsah

Užitečné informace k technologiím pokládky	186
Pokládka do otevřeného výkopu	188
Pokládka do pískového lože	189
Pokládka bez pískového lože	194
Sanace – obnova potrubních systémů	195
Bezvýkopová výměna mimo trasu	196
Bezvýkopová výměna v trase	199
Renovace	200
Reference Compact Pipe	203

Instalace

➤ pokládka do otevřeného výkopu

- pokládka do pískového lože
- pokládka bez pískového lože

➤ bezvýkopová výměna mimo trasu

- pluhování
- frézování
- řízené vrtání HDD

➤ bezvýkopová výměna v trase

- výměna rozbitím (Berstlining)
- výměna vytažením (Hydros)

➤ renovace

- Relining
- Close-Fit na stavbě (Swagelining, DynTec)
- Close-Fit ve výrobě (Compact Pipe)

Pokládka do otevřeného výkopu

Chování potrubí uloženého v zemi a vystavenému účinku zatížení závisí na tom, zda je tuhé nebo pružné (poddajné). Plastová potrubí jsou pružná. Zatížené pružné potrubí se prohýbá (deformuje) a vtlačuje do okolní zeminy. Vyvolává to reakci v okolním materiálu, který opačným způsobem reguluje vtlačení potrubí. Konečná hodnota ovality potrubí je důsledkem odpovídající volby materiálu a pečlivého provedení podsypu a obsypu. Proto chování pružných (plastových) potrubí pod zatížením závisí na správném provedení podsypu a obsypu.



Doporučení použití PE potrubí pro různé způsoby pokládky

	Otevřený výkop do pískového lože	Otevřený výkop bez pískového lože	Relining	Frézování	Pluhování	Řízené vrtání HDD	Berstlining
PE 100 DL	★★★★★	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
PE 100 RC (Safe Tech RC)	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	☆☆☆☆☆
PE 100 RC + DOQ (Wavin TS)	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★☆

Doporučené bez výhrad ★★★★★, velmi vhodné ★★★★☆, vhodné ★★★☆☆, přípustné s podmínkou ★★☆☆☆, nedoporučované ☆☆☆☆☆

V případě tuhých potrubí jsou všechna zatížení přenášena přes potrubí samostatně, a pokud překročí kritickou hodnotu, potrubí praskne. V souvislosti s tím obvykle normy, které se týkají tuhých potrubí, zahrnují pevnostní zkoušky, na jejichž základě je určena kritická hodnota zatížení, a na základě této hodnoty se určuje hodnota zatížení nad instalované potrubí.

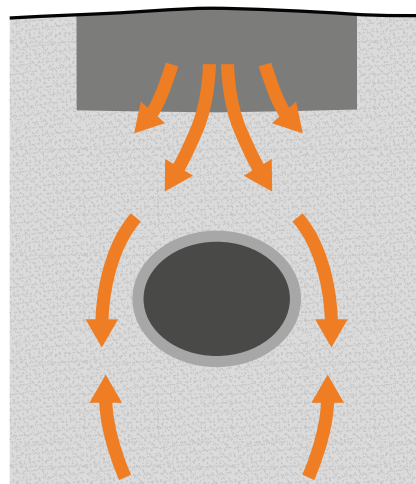
Na rozdíl od tuhých se pružné potrubí pod zátěží deformují, vzniká u nich ovalita, ale neprasknou. Ovalita může dosahovat značných hodnot. Velikost ovality plastového potrubí uloženého v zemi závisí především na vlastnostech okolního materiálu a pouze v daleko menším měřítku na kruhové tuhosti potrubí. V posledních letech jsme často svědky, že se u kanalizačních potrubí bezhlavě preferuje co největší kruhová tuhost SN bez ohledu na cenu, přičemž daleko důležitější správné provedení zemních prací a hutnění, zůstává v pozadí.

Pružná trubka, instalovaná a obsypaná půdou, se deformuje. Naměřená hodnota příčné deformace se nazývá krátkodobá ovalita. Následně ovalita potrubí pomalu narůstá a po jisté době dosahuje koncové hodnoty. Použitím správných postupů při instalaci, které jsou podrobně popsány v následující kapitole, lze dosáhnout minimálních hodnot ovality potrubí – jak krátkodobé, tak koncové.

Pokud po ukončení instalace potrubí provedete měření příčné deformace potrubí, deformace by neměla překročit hodno-

tu 6 %, (měření se provádí v časovém úseku 1 až 3 měsíce po ukončení instalace potrubí). Další měření příčné deformace se provádí po 2 letech. Pokud tato deformace nepřesáhne hodnotu 10 %, je instalace v pořádku.

Pokud připustíme, že potrubí splňující požadavky systémové normy může být dodáno s deformacemi (ovalitou) již na stavbu, např. trubky dodané v návinech, pak je nutné tuto skutečnost zohlednit a k průměrné hodnotě měřené ovality potrubí je nutné přičíst hodnotu této ovality.



Pokládka do pískového lože

Pokládka do otevřeného výkopu, kde je pro podsyp a obsyp potrubí použit písek, patří mezi nejstarší způsoby pokládky PE potrubí. Pískový obsyp a zásyp chrání potrubí zejména před vznikem bodového namáhání, a pokud bychom starší typy PE potrubí (PE 80 a PE 100), které nemají zvýšenou odolnost proti mechanickému namáhání, neuložili do pískového lože, snížila by se jejich očekávaná životnost více než pětkrát.

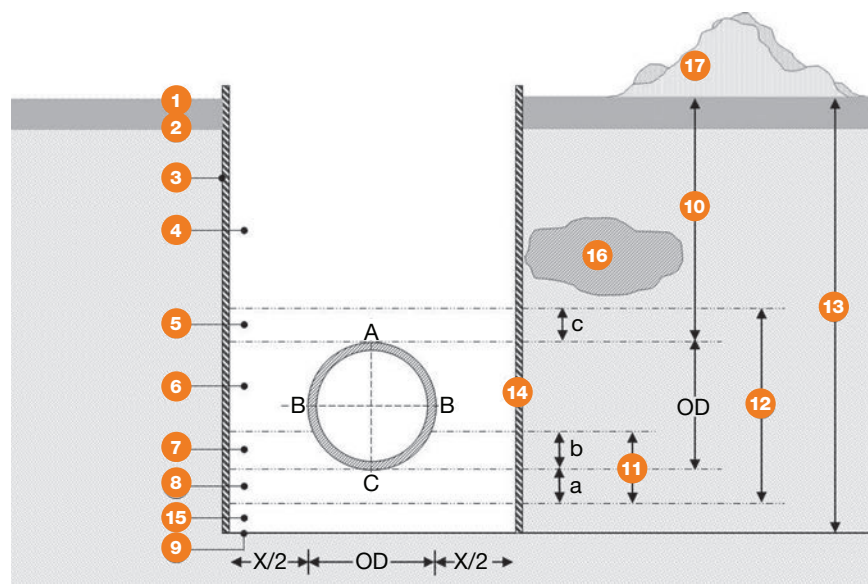
Úhly sklonu šikmých svahů ve výkopech

Zemina	Úhel sklonu svahu β [°]
prachovitá hlína, jílovitý štěrk	75
hlína, jíl, jílovitá hlína	63-75
jílovitý písek	63
hlinitý písek, písčitá hlína, písčitý štěrk	45

Zhotovení výkopu

Výkop je nutno projektovat a vyhloubit tak, aby byl dodržen předepsaný spád a tím i hloubka dna. Stěny výkopu musí mít zkosení odpovídající soudržnosti zeminy nebo musí být odborně podepřeny pažením. Rýhy se svislými stěnami, které nejsou vykopány v rostlé skále nebo v půdě, jejichž soudržnost se dá srovnat se skálou, se musí v každém případě opatřit pažením

v případě, že hloubka výkopu je větší než 1,25 m. Na obou krajích svislé rýhy nebo rýhy se šikmými stěnami je nutno nechat minimálně 50 cm široký ochranný pás. Nemůže-li se šířka ochranného pásu dodržet z důvodu nedostatku místa, je nutno uskutečnit dodatečná opatření, jako např. zesílení pažení v horní části výkopu, zesílení rozpěr apod.



- a tloušťka spodní vrstvy lože
- b tloušťka horní vrstvy lože
- c tloušťka krycího obsypu ($b = k \times OD$)
- OD d – vnější průměr potrubí v mm
- x minimální pracovní prostor v závislosti na OD

Doplnění

Výkop: sestávající z 3 a 9

Účinná vrstva: sestávající z 5, 6, 7, 8 a příp. 15

Vrchol potrubí: vrchní vnější stěna (A) uložené potrubí

Bok potrubí: boční vnější stěny (B) uložené trouby

Dno potrubí: dolní vnější stěna (C) uložené trouby

- 1 Povrch
- 2 V daném případě spodní hrana konstrukce vozovky
- 3 Stěny výkopové rýhy (pažení/svahování)
- 4 Hlavní zásyp
- 5 Krycí obsyp
- 6 Boční obsyp
- 7 Horní vrstva lože
- 8 Spodní vrstva lože
- 9 Dno rýhy
- 10 Výška krytí
- 11 Tloušťka lože
- 12 Tloušťka účinné vrstvy

- 13 Hloubka rýhy (výkopu)
- 14 Pažení výkopu
- 15 V daném případě základová vrstva
- 16 Neporušená (stávající) zemina
- 17 Výkop uložený stranou

Pokládka do pískového lože

Šířka výkopu

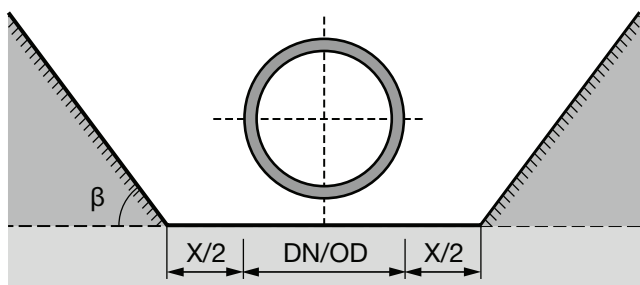
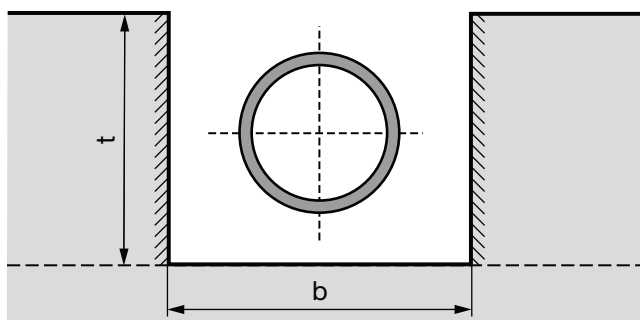
Šířku výkopu obvykle řeší projekt v návaznosti na podmínky statického posouzení. Nejlepší je co nejužší, protože rostlý terén podepře potrubí nejlépe (norma ovšem pamatuje na bezpečnou a přesnou práci, což výkop rozšíří minimálně na OD + 40 cm, běžně ovšem více). Přílišné snížení neumožní hutnit po stranách trubky a „úspora“ se většinou projeví v nežádoucí deformaci trubky.

Od minimální šířky výkopu je možné se odchýlit v případě, že pracovníci nevstupují do výkopu nebo jestliže nevstupují do prostoru mezi potrubím a stěnou výkopu. Toto je u PE potrubí, které běžně svařujeme nad výkopem a až následně ukládáme, velice častým případem.

Nejmenší šířka rýhy (dle ČSN EN 1610)

DN	Minimální šířka rýhy $b = d_e + x$ [mm]		
	Pažená rýha	Nepažená rýha	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	$b = d_e + 400$	$b = d_e + 400$	
$> 225 \leq 350$	$b = d_e + 500$	$b = d_e + 500$	$b = d_e + 400$
$> 350 \leq 700$	$b = d_e + 700$	$b = d_e + 700$	$b = d_e + 400$
$> 700 \leq 1200$	$b = d_e + 850$	$b = d_e + 850$	$b = d_e + 400$

d_e = vnější průměr trubky OD, β = úhel sklonu stěny nepažené rýhy



Nejmenší šířka rýhy v závislosti na hloubce rýhy (dle ČSN EN 1610)

Hloubka rýhy [mm]	Nejmenší šířka rýhy b [mm]
< 1000	nevyžaduje se
$\geq 1000 \leq 1750$	800
$\geq 1750 \leq 4000$	900
> 4000	1000

Dno výkopu

Ověřte, je-li dno výkopu dostatečně ztuhlé (přirozené ztuhnutí okolní zeminy vzniklé mnohaletým usazováním). Toto ztuhnutí musí odpovídat hodnotě minimálně 88 % standardní Proctorovy hustoty (pro pojezd středně těžkými mechanismy typu LKW 12 nebo SLW 30 minimálně 90 %, popř. 92 %, pro těžké mechanismy typu SLW 60 minimálně 95 %).

Pokud je tato hodnota nižší (např. z důvodu navážky zeminy, ve které se dodatečně zhotovuje výkop), je nutné toto dno výkopu ztuhnout na požadovanou hodnotu, jinak se vystavujete nebezpečí vzniku podélné a příčné deformace uloženého potrubí. Hutnění dna výkopu se provádí za pomoci hutnicích mechanismů.

Pískové lože

Zhotovte pískové lože na dně výkopu a řádně vyrovnejte do požadované nivity (identické s předepsaným spádem potrubí). Výška tohoto pískového lože musí být minimálně 10 cm + 1/10 vnějšího průměru potrubí v cm, v kamenitém podloží a na skále minimálně 15 cm + 1/10 vnějšího průměru potrubí v cm. V pískovém loži nesmí být přítomny žádné ostré předměty či kameny (pro zhotovení lože je možné použít výkopový materiál v případě, že struktura okolní zeminy, ve které se provádí výkop, je svým charakterem podobná písku – písčité jíly, popř. jílovitý písek, obecně nesoudržný materiál).

Maximální povolená velikost zrna v pískovém loži nesmí překročit hodnoty

1. 10 % vnějšího průměru v cm (pro potrubí DN 100 až DN 200)
2. 6 % vnějšího průměru v cm (pro potrubí DN 250 až DN 400)
3. 4 % vnějšího průměru v cm (pro potrubí DN 500 až DN 550)

Trubky musí na terénu ležet v celé délce, je nutné zabránit vzniku bodových styků, např. na výčnělcích horniny.

Stupně zhutnění půdy podle standardní Proctorovy metody

Třída zhutnění	Popis		Skupina půdy použité na obsyp			
			G4	G3	G2	G1
	Anglicky	Česky	SPD [%]	SPD [%]	SPD [%]	SPD [%]
N	Not	Nízká	75 - 80	79 - 85	84 - 89	90 - 94
M	Moderate	Střední	81 - 89	86 - 92	90 - 95	95 - 97
W	Well	Vysoká	90 - 95	93 - 96	96 - 100	98 - 100

Obsyp a zásyp potrubí a hutnění

Potrubí postupně obsypávejte pískem popř. materiálem bez kamenů (zrnitost částic může být maximálně 5 % vnějšího průměru použitého potrubí), který je svým charakterem obdobný písku do výše jednotlivých vrstev:

1. max. 5 cm u potrubí s vnějším průměrem do 125 mm včetně
2. max. 10 cm u potrubí s vnějším průměrem od 160 do 200 mm
3. max. 15 cm u potrubí s vnějším průměrem od 250 do 800 mm

Postupné obsypávání a hutnění vrstev provádějte tímto způsobem a s tímto materiálem až do výše minimálně 30 cm nad vrchol potrubí. V celé zóně bočního obsypu i v zóně krycího obsypu se nehtují nad vrcholem potrubí.

Jakmile dosáhnete výšky 30 cm nad vrcholem potrubí, je možno pro zhotovení zásypu použít již výkopový materiál, jehož zrnitost není omezena. Je ovšem dobré použít takový materiál, který je možno bez potíží zhutnit – přednostně hrubozrnný materiál nebo materiál se smíšeným zrnem. Jestliže je zaručeno pečlivé zhutnění a jestliže to přinese ekonomické přednosti, smí se při dodržení určitého obsahu vody v tomto materiálu použít i materiál s vazným zrnem nebo jemnozrnný materiál.

Klasifikaci typu obsypového a zásypového materiálu a způsob jeho hutnění musí specifikovat příslušný zodpovědný projektant.

Pevnost vrstvy obsypu trubky zásadně závisí na skupině zeminy použitého k jejímu zhotovení a získaném stupni zhutnění. Různých stupňů zhutnění lze dosáhnout použitím různých zařízení a příslušného počtu vrstev. Stupně zhutnění půdy, určené podle Proctorovy metody (SPD z ang. Standard Proctor Density), dosahované ve třech třídách zhutnění „W“, „M“ a „N“, v závislosti na skupině použité zeminy jsou v tabulce výše dle DIN 18127.

Provádějte hutnění vždy po obou stranách trubky. Hutní se ručně, nožním dusáním nebo lehkými strojními dusadly tak, abyste dosáhli stupně zhutnění:

1. pro plochy bez zatížení („Zelená zóna“)
 - 1.1. u nesoudržných půd 88 % Proctorovy hustoty
 - 1.2. u soudržných půd 85 % Proctorovy hustoty
2. pro plochy se zatížením typu LKW 12
 - 2.1. u nesoudržných půd 90 % Proctorovy hustoty
 - 2.2. u soudržných půd 87 % Proctorovy hustoty
3. pro plochy se zatížením typu SLW 30
 - 3.1. u nesoudržných půd 92 % Proctorovy hustoty
 - 3.2. u soudržných půd 89 % Proctorovy hustoty
4. pro plochy se zatížením typu SLW 60
 - 4.1. u nesoudržných půd 95 % Proctorovy hustoty
 - 4.2. u soudržných půd 92 % Proctorovy hustoty

Pokládka do pískového lože

Příklady, jak v praxi dosáhnout vybraného stupně zhutnění nesoudržné zeminy

Druh a zóny zhutňovacích strojů		Provozní hmotnost [kg]	Třída zhutnitelnosti VI půdy s hrubou a smíšenou zrnitostí (nepojivě nebo slabě pojivě)			Třída zhutnitelnosti VII půdy se smíšenou zrnitostí (slabě pojivě až pojivě)			Třída zhutnitelnosti VIII jemnozrnné půdy (pojivě)		
			Vhodnost stroje	Výše zásypu [cm]	Počet přechodů	Vhodnost stroje	Výše zásypu [cm]	Počet přechodů	Vhodnost stroje	Výše zásypu [cm]	Počet přechodů
1. Lehké hutnicí stroje (zejména pro účinnou vrstvu)											
Vibrační pěchy	lehké	25	+	15	2-4	+	15	2-4	+	15	2-4
	střední	25-60	+	20-40	2-4	+	15-30	2-4	+	10-30	2-4
Explozivní pěchy	lehké	100	○	20-30	3-4	+	15-25	3-5	+	20-30	3-5
Vibrační desky	lehké	100	+	20	3-5	○	15	4-6	–	–	–
	střední	100-300	+	20-30	3-5	○	15-25	4-6	–	–	–
Vibrační válce	lehké	600	+	20-30	4-6	○	15-25	5-6	–	–	–
2. Střední a těžké hutnicí stroje (zejména od 1 m nad vrcholem roury)											
Vibrační pěchy	střední	25-60	+	20-40	2-4	+	15-20	2-4	+	10-30	2-4
	těžké	60-200	+	40-50	2-4	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4
Explozivní pěchy	střední	100-500	○	20-30	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
	těžké	500	○	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Vibrační desky	střední	300-750	+	30-50	3-5	○	20-40	4-5	–	–	–
	těžké	750	+	40-70	3-5	○	30-50	4-5	–	–	–
Vibrační válce	těžké	600-8 000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	–	–	–
+ doporučený ○ většinou vhodný, ale v jednotlivém případě nutné prověřit – nevhodný											

+ doporučený

○ většinou vhodný, ale v jednotlivém případě nutné prověřit

- nevhodný

Po provedení dalších dvou vrstev je možné provést hutnění pomocí středních a posléze i těžkých pěchovacích mechanismů (pěchovačky s výbušným motorem nad 100 kg; deskové vibrátory s hmotností nad 100 kg; od výšky zásypu 1,5 m nad vrcholem potrubí je možno rovněž využít i pojezdu kolovými vozidly). Výšku hutněné vrstvy udržujte nadále na hodnotě maximálně 20 až 30 cm (v závislosti na hmotnosti pěchovacího zařízení).

Vrchní část výkopu je tvořena nezávisle na materiálu, jmenovitě průměru a třídě potrubí dle využití povrchu terénu (parkoviště, vozovka, zemědělsky využitá půda apod.).

Kontrolu kvality zhutnění lze provést třemi způsoby

1. přísný dozor hutnění na stavbě
2. ověření počáteční krátkodobé ovality trubky
3. zkouškou stupně zhutnění na staveništi

Ideální je třetí způsob, který se provádí během obsypu, zásypu a hutnění průběžným měřením hustoty jednotlivých vrstev dle Proctora, a to vždy minimálně po 50m úsecích.

Pečlivé uložení potrubí, především dokonalé zhutnění obsypu v účinné vrstvě, podstatně ovlivňuje rozložení jeho zátěže. Plastové potrubí dosahuje optimálních vlastností pouze při spolupůsobení okolní zeminy, která mu pomáhá vhodně roznášet působící síly. Potrubí je tak chráněno před dlouhodobým překročením dovolené deformace, jež může mít negativní vliv na jeho životnost. V okolí trubky nesmí vzniknout dutiny. Proto se pro zásyp nedají použít materiály, jež mohou během doby měnit objem nebo konzistenci – zemina obsahující kusy dřeva, kameny, led, promočená soudržná zemina, organické či rozpustné materiály, zemina smíchaná se sněhem nebo kusy zmrzlé zeminy. Není-li vytěžená zemina vhodná pro zásyp potrubí, musí projekt předsat zásyp zeminou vhodnou.

Příklady, jak v praxi dosáhnout vybraného stupně zhutnění nesoudržné zeminy

Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 88% st. SPD

1. 2× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 10 cm („dusání“ zeminy nohama z obou stran instalovaného potrubí).
2. 2× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 20 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg) s dvojitou vibrační deskou za současného hutnění zeminy z obou stran instalovaného potrubí.
3. 2× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 15 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 25 cm.
4. 2× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 20 cm za použití deskového vibrátoru (100 - 200 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 40 cm.

Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 92% st. SPD

1. 3× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 8 cm („dusání“ zeminy nohama z obou stran instalovaného potrubí).
2. 3× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 15 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg) s dvojitou vibrační deskou za současného hutnění zeminy z obou stran instalovaného potrubí.
3. 3× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 10 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 25 cm.
4. 3× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 15 cm za použití deskového vibrátoru (100 - 200 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 40 cm.

Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 90% st. SPD

1. 3× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 10 cm („dusání“ zeminy nohama z obou stran instalovaného potrubí).
2. 3× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 20 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg) s dvojitou vibrační deskou za současného hutnění zeminy z obou stran instalovaného potrubí.
3. 3× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 15 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 25 cm.
4. 3× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 20 cm za použití deskového vibrátoru (100 - 200 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 40 cm.

Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 95% st. SPD

1. 4× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 8 cm („dusání“ zeminy z obou stran instalovaného potrubí).
2. 4× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 15 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg) s dvojitou vibrační deskou za současného hutnění zeminy z obou stran instalovaného potrubí.
3. 4× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 10 cm za použití deskového vibrátoru (50 - 100 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 25 cm.
4. 4× provést hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 15 cm za použití deskového vibrátoru (100 - 200 kg). Minimální výška ochranné vrstvy zeminy nad vrcholem potrubí musí být 40 cm.

Pokud při provádění výkopu v soudržné zemině dovolí projekt její použití pro opětovný zához, je dobré chránit ji před navlhnutím.

Při použití pažení je pro kvalitu uložení důležitý způsob jeho vytahování. Je-li vytahováno až po zhutnění příslušné vrstvy, způsobí opětovné uvolnění zeminy. Proto je nejlépe vytahovat pažení po částech – vždy jen o výšku vrstvy, která se následně bude hutnit.

Instalace potrubí v přítomnosti spodní vody

Po vykopání anebo i před započatím provádění výkopu snižte hladinu spodní vody minimálně 30 cm pod základovou spáru. Dále do takto provedeného výkopu pokládejte jednotlivé vrstvy materiálu dle výše uvedeného návodu na instalaci až po zásyp potrubí včetně hutnění. Proveďte zásyp zeminou včetně hutnění minimálně 50 cm nad ustálenou hladinu spodní vody, případně 50 cm nad šterkový zhutněný zásyp potrubí. Teprve po takto uložení potrubí je možno nechat znovu nastoupat spodní vodu. Neprovádějte žádné betonové podklady, ani žádná jiná, než v této pasáži popsaná, opatření.

Pokládka bez pískového lože

Potrubí PE 100 i v dvouvrstvém provedení je nutné ukládat do pískového lože dle předchozí kapitoly. Potrubí z novějšího materiálu PE 100 RC už odolává mechanickému namáhání a pískové lože pro pokládku není nutné. Stále však platí, že se musí pečlivě provádět zemní práce a hutnění z hlediska statiky potrubí a jeho případné ovality.

Schéma uložení potrubí bez pískového lože ve volném terénu



V minulosti jsme se mohli setkat s nejrůznějšími definicemi a pravidly pro pokládku bez pískového lože, které se lišily u každého výrobce. Vznikem technického předpisu PAS 1075, který popisuje testování PE 100 RC potrubí, došlo i ke sjednocení požadavků na obsyp a zásyp potrubí. Toto sjednocení je zároveň zjednodušením, protože znamená, že potrubí certifikované dle PAS 1075 a označované jako PE 100 RC může být obsypáno a zasypáno vykopanou zeminou bez omezení zrnitosti při splnění následujících podmínek. Obsyp a zásyp se provádí a hutní po vrstvách a jeho provádění neovlivní ovalitu potrubí. Tímto požadavkem je částečně definována i použitelnost vykopané zeminy pro obsyp a zásyp. Pokud nejsme schopni vykopanou neupravenou zeminu dostatečně ztuhnět, musíme ji nahradit nebo upravit příměsí pojiva, popř. mechanicky mísením s jinou granulometricky odlišnou zeminou tak, abychom dosáhli lepších mechanických vlastností zeminy a lepší zpracovatelnosti. Doporučené hodnoty míry ztuhnutí zeminy najdete v předchozí kapitole.

Potrubí se ukládá na vyrovnané a zpevněné dno rýhy. Při výskytu spodní vody by měla být provedena drenáž, nebo by mělo dojít k jejímu odčerpání. Znalost geologických poměrů a fyzikálně-mechanických vlastností zemín, hornin a druhotných materiálů se získávají geotechnickým průzkumem, který by měl být součástí přípravy každého projektu. U jednotlivých zemín je stanoveno, jakým způsobem je prováděna těžba i s ohledem na úzké rýhy pro inženýrské sítě.

Specifické podmínky

Pokud se trasa potrubí nachází v oblastech, kde se vyskytují zeminy nebo horniny, které jsou pro potrubí velmi rizikové (například zvětřalé skalní horniny) nebo pokud není součástí projektu geotechnický průzkum a výskyt rizikových zemín nebo hornin se dá v některých částech trasy potrubí očekávat, doporučujeme i přes úpravu vytěžené zeminy mísením s jinou granulometricky odlišnou zeminou použití potrubí Wavin TS (PE 100 RC

+ DOQ). Potrubí Wavin TS, díky způsobu testování a kontroly kvality a díky jejímu dokumentování PE 100 RC + DOQ, nabízí v porovnání s ostatními materiály PE 100 RC větší bezpečnost a eliminuje tak možná rizika poškození. Pro změny směru trasy doporučujeme použít univerzální PE 100 RC oblouky, které umožňují dodržet pokládku bez pískového lože i v lomech.

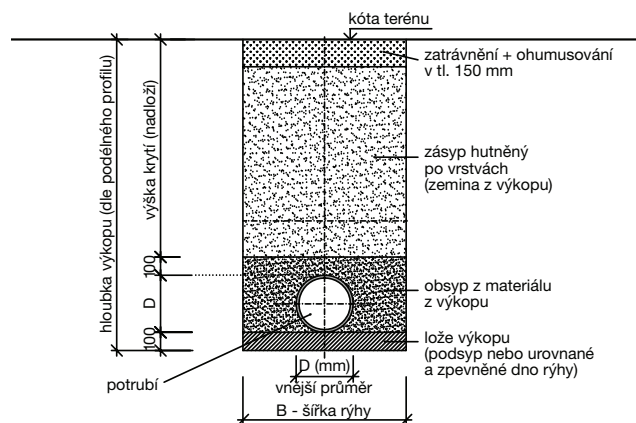


Schéma uložení potrubí bez pískového lože ve volném terénu

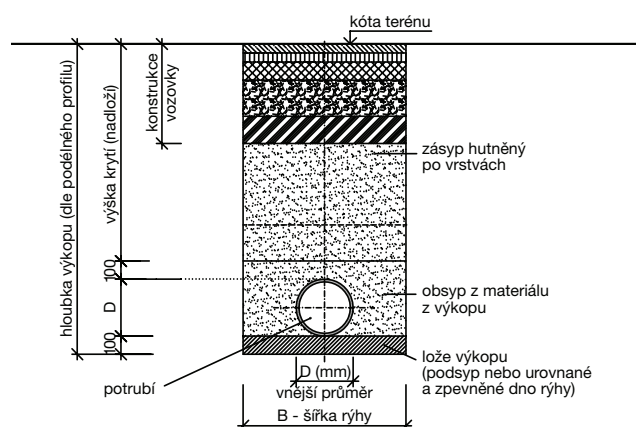


Schéma uložení potrubí bez pískového lože ve volném terénu

Sanace – obnova potrubních systémů

Bezvýkopové sanace starých potrubí

Abychom správně pochopili rozdělení jednotlivých bezvýkopových sanací, musíme si nejprve sjednotit pojmy a názvosloví. Jako podklad můžeme použít normu ČSN EN ISO 11295 – Směrnice pro klasifikaci a konstrukci plastových potrubních systémů používaných pro sanaci (2010).

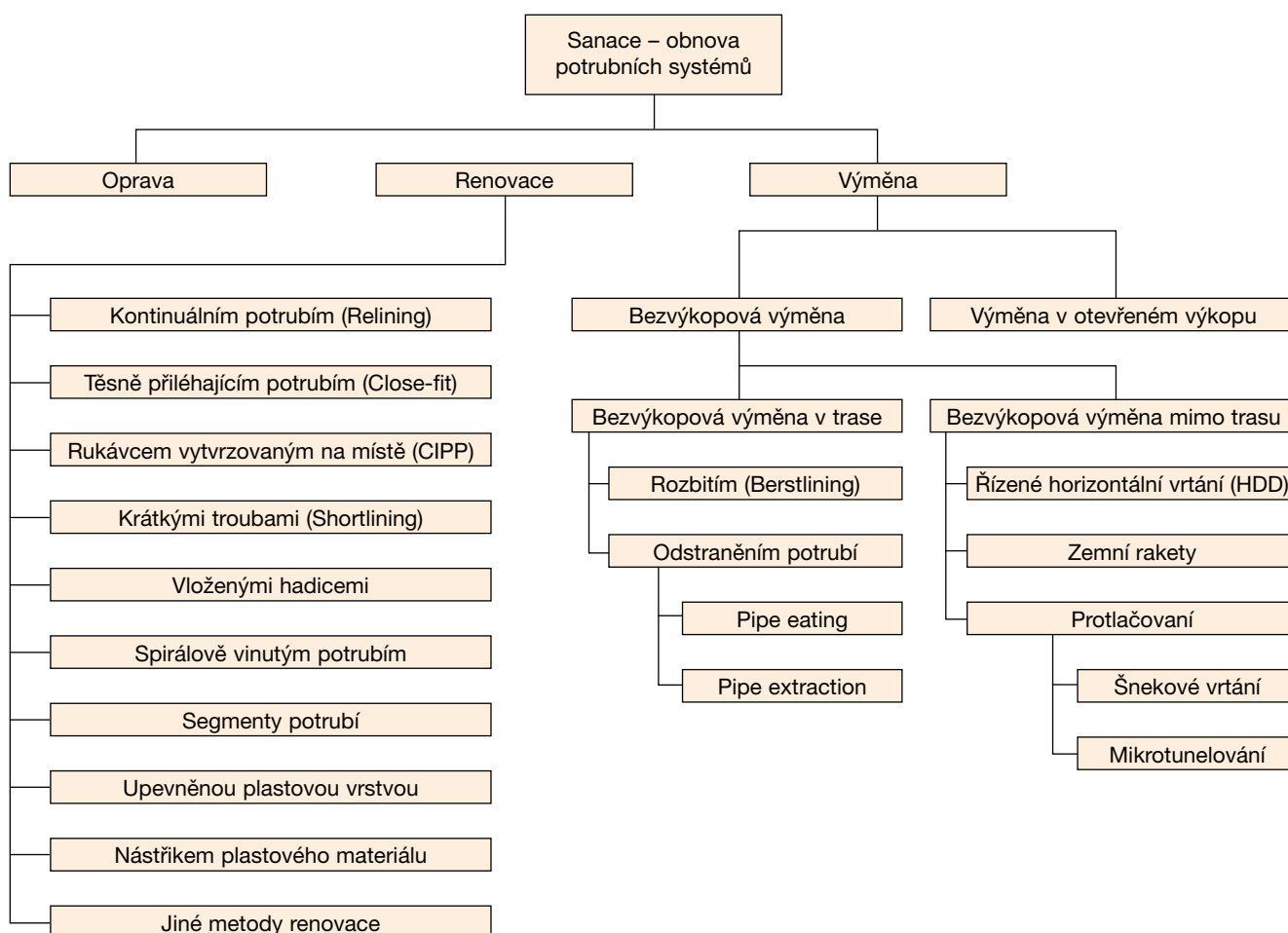
Sanace neboli obnova (rehabilitation) – všechny prostředky pro obnovení nebo zlepšení funkce stávajícího potrubního systému.

Renovace (renovation) – činnost týkající se celé původní konstrukce potrubí nebo jeho části, kterou se dosahuje zlepšení stávající funkce.

Výměna (replacement) – sanace (obnova) stávajícího potrubního systému instalací nového potrubního systému bez využití původní konstrukce.

V další části této kapitoly se budeme věnovat technologiím, které využívají PE potrubí a které patří do skupin Bezvýkopová výměna a Renovace dle ČSN EN ISO 11295.

Rozdělení sanace (obnovy) potrubí do skupin dle ČSN EN ISO 11295



Bezvýkopová výměna mimo trasu

Nekonečné pluhování

Při pokládce pluhováním dochází k vytváření rýhy pro potrubí speciální pluhovací sestavou, která je dlouhá 18,5 m a skládá se z výkonného tahače, jenž nese lanový naviják, a opěrné radlice, která slouží jako kotva při přitahování pluhového pokladače nosoucího zaváděcí zařízení. Každé z kol pokladače může být umístěno v jakémkoliv úhlu a výšce vzhledem k rovině terénu, což stroji zajišťuje obrovskou manévrovatelnost a prostupnost i v nepříznivém terénu. Nekonečným pluhováním se dá pokládat potrubí do maximálního průměru d315 až do hloubky 2,2 m, přičemž podél trasy lze hloubku uložení průběžně měnit, a vytvořit tak požadovaný podélný profil.



Pluh bývá umístěn buď do předem vybagrované startovací jámy – tento způsob je využíván při okamžité potřebě pokládky do požadované hloubky – nebo je postupně zatlačován z povrchu až na určenou hloubku instalace vedení. Současně s instalací potrubí se nad potrubí vkládá i výstražná fólie a signalizační vodič. Po instalaci potrubí pluhováním je na povrchu patrný pouze zářez v zemině, který pak lze snadno rekultivovat například pásovým bagrem. Po finální úpravě zářezu se prostor nad položenou trubkou či kabelem uzavře a zemina nad ním vytvoří „klenbu“ s dostatečnou tuhostí, rozkládající vnější síly do okolní zeminy. Hlavní výhodou technologie pluhování je velká rychlost pokládky, za jeden den lze tímto způsobem položit 4 až 5 km potrubí, což se projeví i na ceně prací.

Při nekonečném pluhování není potrubí v zemině taženo, ale do rýhy se pokládá. Úseky vybrané pro pokládku potrubí pluhem by neměly být z důvodu rentability kratší než 1 000 m. Díky laserem řízenému údaji o hloubce pokládky potrubí, který se na přání objednatele dodatečně nainstaluje na pluhový pokladač, je umožněna stálá kontrola hloubky v rozmezí centimetrů.



Raketové pluhování

Při tomto způsobu pokládky je potrubí namontováno přímo na vytlačující rydlo a vtahováno do rýhy, která je tímto rydlem vytvářena. Největším vytlačujícím rydlem je možné vytvářet dutiny až do průměru 600 mm. Při raketovém pluhování jsou pokládány svařené kusy PE potrubí s maximální délkou do 300 m před startovací výkop a za současného ražení rýhy zataženy za raketou do vzniklého výkopu.

Výhodou raketového pluhování je úzký zářez v zemině i u pokládky velkých průměrů potrubí – viz obrázek. Raketovým pluhováním je možná pokládka PE potrubí do průměru 500 mm.



Frézování

Při pokládce potrubí tzv. frézováním se využívá možnosti položit potrubí do užší rýhy, než je tomu při klasické pokládce do otevřeného výkopu. Zařízení pro tuto pokládku je uzpůsobeno typu zeminy a lze také volit hloubku uložení potrubí. Pokládat lze nekonečným způsobem i potrubí větších průměrů. Frézovací pásový stroj má vlastní pohon a je ho možné nasadit i do složitějších terénů, kde by se pluhovací sestava nedostala. V porovnání s pluhováním nepokládáme potrubí takovou rychlostí a po provedení frézování následuje větší rozsah zemních prací. Výstražnou pásku lze uložit až dodatečně a zajistit tak její správnou vzdálenost od potrubí. Pokládka frézováním při teplotě nižší než 0 °C se nedoporučuje. Při teplotě 20 °C a vyšší se hodnoty krátkodobého poloměru ohybu R nemění. Pro teploty mezi 0 °C až 20 °C lze určit hodnotu R lineární interpolací.



Krátkodobě přípustné minimální poloměry ohybu pro pluhování nebo frézování

Teplota při pokládce	Minimální krátkodobý poloměr ohybu R	
	SDR 17	SDR 11
0 °C	35 × d	21 × d
20 °C	14 × d	9 × d



Pokládka kanalizačního potrubí SafeTech RC d140 mm a Wavin TS d140 frézováním v Friedrichsbrunn Harz a Strassberg Harz

Bezvýkopová výměna mimo trasu

Řízené horizontální vrtání HDD

Řízené horizontální vrtání (Horizontal Diameter Drilling) je v současné době asi nejvíce rozšířený způsob bezvýkopové pokládky nových potrubních systémů.

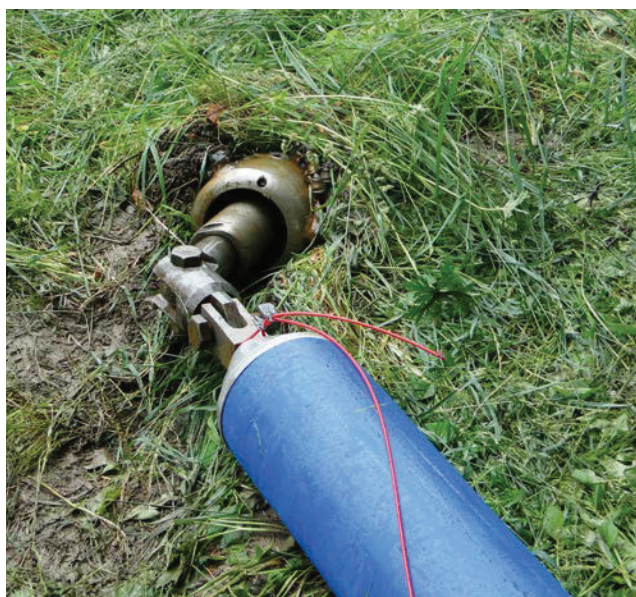
Princip technologie je založen na vhánění směsi vody a bentonitu přes vysokotlaké trysky vrtné hlavy do zeminy. Její rozplavování a rozrušování roztláčuje zeminu a vrtná hlava postupuje vpřed. Změna směru je umožněna kombinováním způsobů vrtání (rotační pro přímý postup vrtu a hydraulický pro vychylování vrtné hlavy do požadovaného směru). Tímto způsobem se provede pilotní vrt ze startovací jámy až do koncové. Díky řízení pilotního vrtu dokáže realizační firma dodržet minimální spád 1 %. Podle potřeby a konkrétní situace je možné pilotní vrt rozšiřovat v několika postupných technologických krocích.

Při rozšiřování, opět s podporou výplachové směsi, dochází k roztláčení zeminy a zvětšení průměru původního pilotního vrtu až na požadovanou velikost, podle průměru vtahovaného potrubí. Posledním krokem zatažení PE potrubí do rozšířeného vrtu. Vtahování potrubí probíhá opět s podporou bentonitové směsi, která snižuje tření a umožňuje zatahovat větší délky potrubí v jednom úseku. Směs navíc vyplní a utěsní prostor mezi potrubím a okolní zeminou.



Úseky PE potrubí zatahované touto technologií musí být svařeny metodou na tupo, v jeden celek. Společně s potrubím se zatahuje i signalizační vodič, který musí mít dostatečnou pevnost v tahu, aby nedošlo při zatahování k jeho přetržení.

Výhodou HDD je cena srovnatelná s klasickou pokládkou do výkopu, která v kombinaci s rychlostí a zachováním povrchu nad trasou potrubí dělá tento způsob pokládky nejpoužívanějším z bezvýkopových pokládek nových potrubí.



Pokládka vodovodního potrubí SafeTech RC d225 pro společnost Kofola a.s. v Krnově

Bezvýkopová výměna v trase

Mezi technologie bezvýkopové výměny v trase, které využívají PE potrubí, patří například technologie Berstlining nebo technologie Hydros. Obě tyto technologie využívají trasu starého potrubí, avšak po instalaci již staré potrubí neplní svoji funkci. U technologie Hydros je původní potrubí po úsecích vytahováno ze země a odváženo. U Berstlingu je původní potrubí roztrháno nebo rozřezáno (Splitting) na kusy a úlomky jsou roztlačeny do stran do okolní zeminy. Obě tyto technologie nabízejí zajímavou možnost zvětšit průtočný profil až o jednu dimenzi potrubí.

Sanace ocelo-litínového potrubí DN 400
technologií Berstlining v Kopřivnici



Výměna vytažením starého potrubí

U této technologie je stávající potrubí (ocelové, litinové, azbestocementové, atd.) vytahováno ze země za současného zatahování nového potrubí. Přitom nové potrubí může mít větší průměr než potrubí vytahované. Výhodou této technologie je to, že v zemině nezůstávají žádné úlomky starého potrubí, o které by se nové potrubí mohlo poškodit. Další výhodou je možnost recyklace úlomků, které jsou takto vytaženy. Vytažení potrubí je žádoucí např. u sanace starých azbestocementových nebo olověných potrubí. Tuto technologii můžeme na českém trhu najít pod názvem HYDROS a lze nasadit u potrubí až do průměru 300 mm, nebo pro sanaci vodovodních přípojek. Délka jednotlivých úseků může být až 200 m, přičemž se předpokládá, že na trase budou lokální výkopy malých rozměrů pro osazení armatur, vysazení přípojek nebo dalších objektů, které budou přepojeny na nové potrubí.

Výměnu lze provést na přímých úsecích bez vertikálních a horizontálních lomů. Výkopové práce počítají s třemi typy výkopů:

- výkop pro osazení hydraulického zařízení o rozm. 400 × 150 cm a hloubce rovnající se kótě osy potrubí +70 cm
- výkop pro vkládání potrubí v 6m délkách o rozměrech 700 × 100 cm a hloubce rovnající se kótě osy potrubí +20 cm
- lokální výkopy pro osazení armatur, vysazení přípojek nebo dalších objektů o rozměrech 150 × 100 cm a hloubce rovnající se kótě osy potrubí +30 cm

Do montážního výkopu je osazeno vytahovací zařízení, sestávající ze dvou hydraulických válců, naváděcích nosníků, konstrukce na roznos reakcí od vytahovacích sil na zeminu a trhací kužel k rozrušování vytahovaného potrubí. Stávajícím potrubím se až do koncové jámy provléknou tažné tyče ukončené adaptérem opřeným o konce poslední vytahované trouby. Na něj se

připojí kónická rozšiřovací hlava pro rozšíření otvoru podle průměru zatahovaného nového potrubí.

Výměna rozbitím starého potrubí

Tuto technologii lze najít pod názvy Berstlining, Cracking nebo Splitting. Sanace spočívá ve využití trasy stávajícího potrubí, které se rozruší rozbíjecí hlavou, úlomky potrubí se roztlačí do stran a vytvoří se tunel pro zatažení nového potrubí. Touto technologií lze také docílit zvětšení průměru potrubí po sanaci. Technologií Berstlining je možno vyměňovat pouze přímé úseky potrubí. Délka úseku vyměňovaného během jedné technologické operace závisí na druhu/typu použitých zařízení (například na tahové síle navijáku, maximální délce lana nebo vedení napájení k úderné hlavici). V místech, kde se mění směr potrubí, jsou vyhloubeny montážní výkopy.

Pro nasazení této technologie je nezbytné mít perfektně zmapované křížení s ostatními sítěmi a výskyt všech objektů a armatur na trase. Armaturu, která se nalézá na sanovaném úseku potrubí, je třeba před prováděním prací demontovat (současně s výměnou potrubí je třeba vyměnit i armaturu). Domovní přípojky je třeba odpojit. Zde je také nutné provedení lokálních výkopů. Úseky PE potrubí zatahované do starého potrubí musí být svařeny metodou na tupo v jeden celek. Po připojení všech vyměněných úseků je třeba provést zkoušku těsnosti celého potrubí.

Technologie Berstlining představuje, i při dodržení všech opatření, velké riziko a proto je nutné vybrat správné potrubí. Pro technologii Berstlining se doporučuje použít potrubí s dodatečným bezpečnostním faktorem PE 100 RC + DOQ (Wavin TS).

Renovace

Renovace jsou typické využitím stávajícího potrubí k zlepšení funkce potrubního rozvodu. Mezi renovace, pro které se používá PE potrubí, patří technologie Relining (vyvložkování kontinuálními trubkami), která spočívá v zatažení PE potrubí menšího průměru nebo technologie Close-Fit (vyvložkování těsně přiléhajícími trubkami), u které zatažené PE potrubí těsně dosedne z vnitřní strany ke stávajícímu potrubí a mohou tak spolupůsobit při přenášení vnitřních i vnějších zatížení. Výhoda obou těchto technologií spočívá v možnosti zatažení nového samonosného PE potrubí nezávislého na stávajícím potrubí.

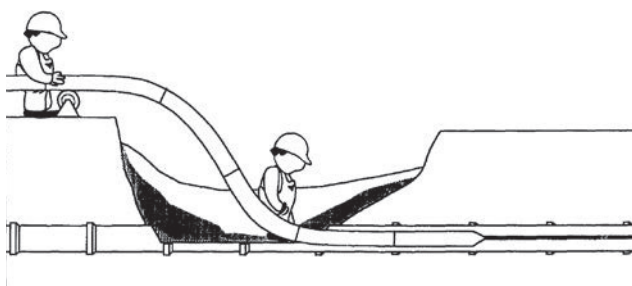
Relining

Nejjednodušší, nejlevnější a nejznámější způsob sanace stávajících potrubních systémů mezi způsoby využívajícími PE potrubí je Relining. Tato technologie spočívá v zatahování PE potrubí s vnějším průměrem menším, než je vnitřní průměr stávajícího potrubí. Relining je vhodný pro sanace potrubí, u kterých lze akceptovat snížení průtočného profilu potrubí. Rozhodnutí o použití Reliningu musí předcházet kamerová prohlídka sanovaného úseku, která potvrdí možnost použití právě této technologie, a ukáže případné překážky k odstranění (návarky, příliš hluboko zapažené trubky přípojek atd.). Sanovaným úsekem lze také protáhnout kontrolní trubku zhotovenou z kusu trubky PE, která má být použita jako vložka.

V závislosti na stavu vnitřní plochy sanovaného potrubí, může před zahájením vlastních renovačních prací vyvstat nutnost potrubí vyčistit. Tento zákrok má zajistit vhodnou průchodnost potrubí a předejít vzniku poškození na vnější straně zatahované trubky.



Sanace ocelového vodovodního potrubí DN 300 technologií Relining ve Štětí



Před samotným zatažením se musí připravit startovací a koncový výkop. Startovací výkop musí mít dostatečné rozměry, aby bylo možné potrubí svařené v délce celého úseku vtáhnout do stávajícího potrubí. Potrubí lze opatřit středícími prvky. Ty zajistí vystředění polohy nového potrubí uvnitř stávajícího. Podle způsobu provozování a budoucích nároků na potrubí lze také mezikruží mezi novým a stávajícím potrubím vyinjektovat. Pokud se ponechá volné mezikruží, je třeba provést statické posouzení, případně zvážit, zdali nebude docházet k podélným posunům PE potrubí vlivem délkové teplotní roztažnosti.



Fixační body

Umístění nového potrubí na středící prvky nebo injektáž volného mezikruží jsou často velmi nákladné a proto se volí uložení potrubí na dno staré trubky. Pokud během provozu potrubí hrozí náhlá změna teploty média nebo okolí, je nutné u volného uložení zajistit potrubí proti pohybu. To se provádí pomocí tzv. fixačních bodů. Fixační body lze vytvořit například pomocí elektrospojky a nerezového prstenu, nebo pomocí elektrospojky a betonového bloku. V případě nevelkého mezikruží je možné použít svařovací rohož a segment potrubí.

Instalace fixačních bodů pomocí elektrospojky a nerezového prstenu

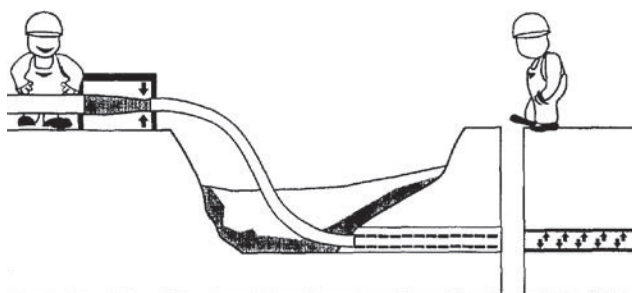


Close-Fit (redukce na stavbě)

Sanace potrubních rozvodů metodou Close-Fit spočívá v zařazení nového PE potrubí takový způsobem, že dojde k těsnému přilnutí nového potrubí ke stěně toho stávajícího. Jako Close-Fit s redukcí přímo na stavbě jsou označovány metody, kdy k redukci průřezu dojde za studena přímo na staveništi, bezprostředně před vtažením. Tímto procesem, kdy se potrubí táhne po délce a zároveň deformuje v průřezu, se PE potrubí vystavuje namáhání na hranici svých možností a nelze s jistotou potvrdit, že nedošlo k jeho poškození. Kritickým místem jsou zejména svary na tupo, u kterých se odstraňuje vnější výronek, a ke kterým bychom se v případě poškození těžko dostávali. Tuto technologii můžeme na českém trhu najít například pod názvem DynTec nebo Swagelining. Tato technologie je velice efektivní, nové potrubí je samonosné a má životnost odpovídající životnosti nového PE potrubí.

Rozsah a použití metody je závislé pouze na prostorových a výškových poměrech dané trasy. Lze počítat s délkou úseku v rozmezí 100 až 300 m. Samotná délka úseku na rovné trase je omezena pouze maximální povolenou tažnou silou potrubí stanovenou výrobcem. PE materiál je možné využívat prakticky všude s ohledem na jeho tlakové řady a v rozsahu průměrů d110 až d1300 mm.

Během sanace dochází k redukci profilu PE potrubí (o cca 10 - 14 %) před vtažením do původního potrubí přes upínací čelist, za působení stálé konstantní tažné síly. Za stálé konstantní tažné síly je potrubí (svařenec) vtaženo přes upínací čelisti až do přijímacího rámu v cílové jámě. Pro usměrnění a přesné vtažení trouby do stávajícího potrubí slouží přítlačný válec. Po dokončení protažení se odížné tažná hlava v dostatečné



vzdálenosti tak, aby nedošlo k následnému vtažení PE za hranu stávajícího potrubí po navrácení PE potrubí do původního tvaru. Jednotlivé trubky z PE jsou metodou „na tupo“ svařeny do tzv. svařence požadované délky úseku sanace. Jednotlivé sanační úseky jsou svařeny pomocí elektrotvarovek. Po uvolnění napětí se potrubí vrátí do původního tvaru a dojde ke Close-Fit efektu.



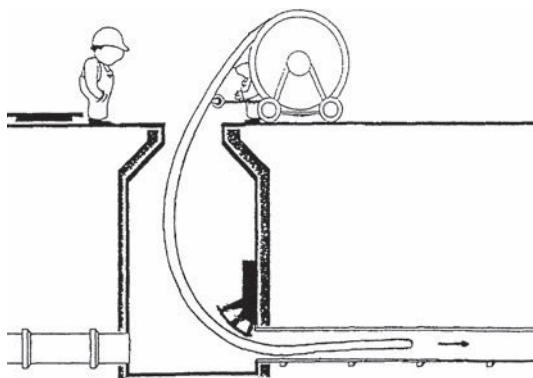
Sanace ocelového vodovodního přivaděče DN 800 v Chrudimi technologií Close-Fit (na stavbě)

Renovace

Close-Fit (redukce ve výrobě)

Technologie Close-Fit s redukcí ve výrobě spočívá také v zatažení nového PE potrubí takový způsobem, že dojde k těsnému přilnutí nového potrubí ke stěně toho stávajícího. U této technologie je potrubí redukováno pod kontrolou přímo ve výrobě během výroby. Takto připravené potrubí eliminuje riziko kombinace namáhání, kterému je vystaveno u Close-Fit s redukcí na stavbě. Navíc po délce celého úseku nejsou žádné svary, protože je potrubí v celé délce z výroby navinuto na bubnech. Tuto technologii můžeme na českém trhu najít například pod názvem Compact Pipe.

Sanace ocelového vodovodního
přivaděče DN 400 v Praze Chuchli – Compact Pipe



Trubka je vyrobena ze standardního PE 100 materiálu, který má výjimečně dobrou tvarovou paměť. Potrubí se vyrábí ve standardním kruhovém průřezu, nicméně bezprostředně po výrobě se při dané teplotě deformuje do průřezu ve tvaru dvojitého písmene „C“. Potrubí se navíjí na bubny a dodává na stavbu, kde je díky zmenšenému průřezu bez problémů zataženo do stávajícího vedení, a tam pomocí páry a tlaku vráceno do původního kruhového tvaru takovým způsobem, že vložka přilne těsně k vnitřní stěně stávajícího potrubí. Výsledkem sanace je nové PE potrubí, které je po ochlazení konstrukčně nezávislé na starém vedení a může být okamžitě zprovozněno.

Potrubí se vtahuje v celé délce jednoho úseku přímo z bubnů a je bez jakýchkoli spojů. Spoje se provádí pouze mezi jednotlivými úseky svařováním pomocí elektrotvarovek nebo svařováním „na tupo“, což zaručuje 100% těsnost celého systému.



Compact Pipe
(PE 100 RC)

Potrubí Compact Pipe se vyrábí v průměrech DN 100 až DN 500 mm. Pro výrobu se používá výhradně nejvyšší kvalita barevných granulátů, protože u této technologie nesmí být o kvalitě materiálu žádné pochybnosti. Touto metodou lze sanovat potrubní vedení z jakéhokoli materiálu. Maximální délka jednoho technologického úseku závisí na maximální délce daného průměru navinutého na bubnu.

Technologii Compact Pipe mohou provádět pouze specializované firmy, které prošly podrobným školením společností Wavin, mají za sebou zkušenosti z realizací touto technologií a vlastní vybavení nezbytné pro správné provedení instalace potrubí Compact Pipe. Takto přísně nastavené podmínky jsou jednou z hlavních výhod této technologie, a proto doporučujeme její specifikaci v zadání výběrového řízení doplnit o požadavek na platný certifikát o udělení licence na provádění technologie Compact Pipe. Více informací najdete v tomto katalogu v kapitole Compact Pipe.

Reference

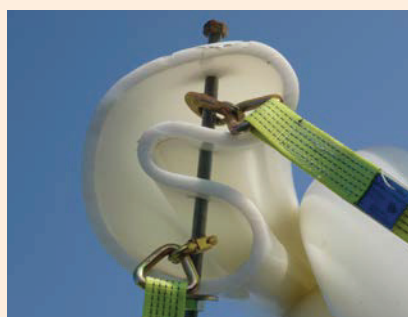
Compact Pipe



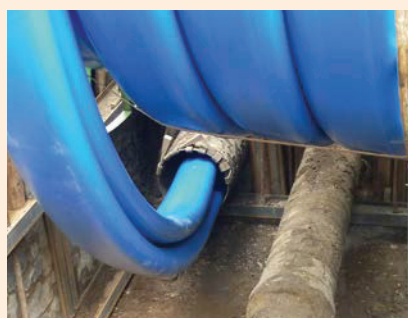
Sanace ocelového vodovodního přivaděče DN 400 v Praze – Chuchli vyřešila časté poruchy a zlepšila kvalitu pitné vody



Sanace plynovodu DN 500 na ulici Nuselské v Praze proběhla za rušného provozu v těsné blízkosti tramvajového pásu



Sanace kanalizačního potrubí DN 300 a DN 400 v Praze Běchovicích probíhala současně s výměnou kanalizačních šachet



Sanace ocelového vodovodu DN 500 v centru na Prašném Mostě v Praze proběhla v extrémně krátké době do zprovoznění