

# Compact Pipe



#### Výhody systému

- nové PE potrubí, staticky samonosné a zároveň spolupůsobící se stávajícím (těsným usazením se novému PE potrubí zvyšuje tlaková řada i kruhová tuhost)
- kompaktní potrubí vyrobené v celé délce bez spojů (v celém úseku není uvnitř starého potrubí žádný spoj, není riziko poruchy a nevzniká tlaková ztráta)
- materiálové složení se během montáže nemění (realizační firma neovlivní kvalitu PE vložky, kterou pouze zabuduje)
- potrubí je dodáváno na bubnech ve všech průměrech (minimální montážní výkopy a žádná manipulace se svařenými úseky před startovací jámou)

# Obsah

Výhody systému .....	158
Compact Pipe technologie .....	160
Podklady k projektování .....	164
Hydraulické vlastnosti .....	166
Statické vlastnosti u tlakových potrubí .....	168
Statické vlastnosti u netlakových potrubí .....	171
Postup prací při sanaci .....	175
Instalace kanalizačních přípojek .....	178
Produktové portfolio .....	180
Zajištění jakosti .....	181
Katalog výrobků – rozvody vody .....	182
Katalog výrobků – rozvody kanalizace .....	183
Katalog výrobků – rozvody plynu .....	185

## Compact Pipe

Různí vlastníci vodovodních, plynovodních a kanalizačních vedení v současné době stojí před závažnými problémy spojenými s jejich potrubími a studují nejvhodnější způsoby jak vedení opravit. Bezvýkopové technologie jsou vítány v programech pro sanaci potrubí, aby byly minimalizovány výkopy a s nimi spojené práce na silnici. Použití konvenčních výkopových metod má významný dopad na dopravu a na životní prostředí.

Compact Pipe je systém pro sanaci potrubí, který instaluje novou PE trubku tak, že těsně přilne zevnitř k stěnám stávajícího potrubí (Close-Fit). Nové potrubí přitom plně přebírá funkci stávajícího potrubí. Hlavní součástí systému je potrubí vyrobené z běžného, vysoce kvalitního polyethylenu (PE). Zvláštní jsou geometrické podmínky, za kterých je potrubí dodáváno na stavbu: potrubí je složeno po délce do tvaru dvojitého písmene C.

# Compact Pipe technologie

Compact Pipe je technologie, kterou vlastní a nabízí společnost Wavin jako přední evropský výrobce plastového potrubí. Vsazuje do starého stávajícího potrubí nové PE 100 potrubí, které těsně přilne ke stěnám stávajícího (Close-Fit). Nové potrubí přitom plně přebírá funkci stávajícího potrubí. Hlavní součástí systému je potrubí vyrobené z běžného, vysoce kvalitního polyethylenu (PE).

Zvláštní jsou geometrické podmínky, za kterých je potrubí dodáváno na stavbu: potrubí je složeno po délce do tvaru dvojitého písmene C.



## Složení tvar poskytuje řadu výhod

- potrubí je dodáváno v průběžných délkách bez spojů
- potrubí navinuté na bubnech minimalizuje manipulaci
- montážní jámy mají minimální rozměry
- snadné zatahování ohebného potrubí z bubnů
- snadné přizpůsobení lomům na stávající trase

## Minimální poloměry ohybu pro instalaci potrubí Compact Pipe

Úhel změny směru	Minimální poloměr ohybu CP
$\leq 22,5^\circ$	bez omezení
$\leq 45^\circ$	5x DN Compact Pipe
$\leq 90^\circ$	8x DN Compact Pipe

Jakmile je potrubí zataženo, vrátí se do původního stavu pomocí páry. Díky “paměťovému efektu” polyethylenu si potrubí obnoví svůj původní kruhový tvar. Za použití stlačeného vzduchu se v průběhu ochlazování vložka dostane do těsného kontaktu s vnitřní stěnou stávajícího potrubí.



Fáze reverzního procesu

Na rozdíl od jiných systémů pro vložkování se materiálové složení potrubí během montáže nemění; mění se pouze jeho tvar. Instalace nemá na materiál žádný vliv. Zároveň, neboť je potrubí dodáváno v průběžných délkách, neexistuje žádné riziko nefunkčních spojů. Výsledkem instalace je konstrukčně nezávislé potrubí s kvalitou a trvanlivostí nově instalovaného potrubí.

Mírně zmenšený průtočný profil v důsledku těsného vyvložkování (2x tloušťka stěny vložky) je snadno kompenzován díky neexistenci překážek, např. inkrustace, a co je důležitější, díky mnohem hladšímu vnitřnímu povrchu. Ve většině případů se tím zlepší hydraulické vlastnosti, a tudíž i kapacita.

Technologie Compact Pipe prokázala již po celém světě, že je ideální pro bezvýkopovou sanaci poškozených vodovodních, kanalizačních, plynovodních a průmyslových potrubí vyrobených z tradičních materiálů jako je litina, ocel, beton, kamenina nebo azbestocement.

Zvláště u systémů pro vložkování (Close-Fit), kdy se tvar vyrobené trubky mění, nesmí existovat žádná pochybnost o kvalitě potrubí. To je důvod, proč černé potrubí (s barevným pruhem či bez něj) tvoří součást standardního portfolia výrobků a je k dispozici pouze na vyžádání.



Technologie Compact Pipe je zvláště výhodná tam, kde je potrubí obtížně přístupné nebo v místech hustého provozu, kde je téměř nemožné provést otevřený výkop. Stavební práce jsou omezeny na minimální počáteční a koncovou jámu, a i ty mohou být dokonce úplně vynechány v případě sanace kanalizačního potrubí, kde je možno použít stávajících šachet. Široké využití najde zejména v prostředí, kde je třeba pracovat ve stísněných pracovních podmínkách, např. v městských centrech.



Při použití pro sanaci vodovodních řadů s pitnou vodou ukázaly zkoušky provedené dle několika mezinárodních předpisů vhodnost použití. Podobně jako všechny PE potrubí a tvarovky je Compact Pipe netoxický, bez chuti a zápachu. Nepředstavuje tudíž žádné riziko pro lidské zdraví, ani nekaží chuť a kvalitu pitné vody, která jím prochází. Při použití pro sanaci plynovodních potrubí je kvalita PE, pokud jde o vznik trhlin, jakož i při styku s agresivním prostředím, velmi vzácným jevem.

Z hlediska chemické odolnosti nabízí polyetylen vynikající korozní a chemickou odolnost ve všech v přírodě se vyskytujících půdních podmínkách. Mnoho kovů má sklon k plošné korozi (či ještě hůře, důlkové korozi), když přijdou do styku s kyselinami nebo solemi, a taková potrubí potřebují ochranný nátěr. PE potrubí nerezivějí, nekorodují, neplesnivějí a neztrácejí tloušťku stěny chemickou reakcí.

Compact Pipe je odolný vůči působení odpadních vod s pH mezi 2 (kyselé) a 12 (zásadité) a vůči neoxidujícím kyselinám, alkalickým roztokům, vodním roztokům solí a řadě rozpouštědel. Přílohou tohoto manuálu je směrodatná tabulka uvádějící chemickou odolnost PE materiálu.

Z hlediska odolnosti vůči abrazi prokázala široká škála praktických aplikací, že PE potrubí si vedou skvěle. To je například důvod, proč je PE obecně dávána přednost při potahování všech druhů průmyslových odpadních potrubí.

**Pro správnou montáž potrubí Compact Pipe a dosažení správně instalovaného výrobku, jsou podstatné dvě věci**

- ⦿ vyškolený montážní personál
- ⦿ správné instalační vybavení

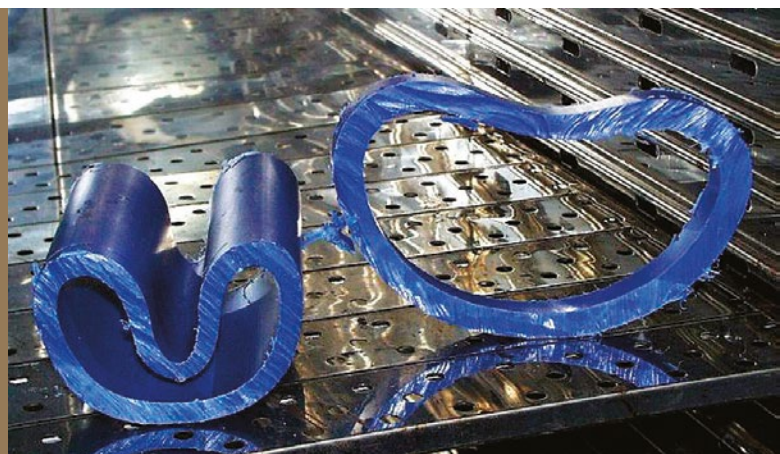


Vozík s bubnem a jednotka pro výrobu páry, sanace ve Štětí



# Compact Pipe technologie

Potrubí se vyrábí v pečlivě kontrolovaných podmínkách, ve výrobním závodě společnosti Wavin. Nejdříve se běžným způsobem vyrobí kruhové PE potrubí. Po dostatečném ochlazení, kdy se kruhový tvar uchová v paměti potrubí, se kruhové potrubí složí po celé délce do tvaru dvojitěho písmene C. V tomto složeném tvaru, je trubka navinuta na masivní ocelové bubny. Kvalita potrubí Compact Pipe je zajištěna přísným dodržováním nejnovějších mezinárodních norem.



Technologii provozuje celosvětová síť cca 40 licencovaných instalačních firem. Tyto firmy byly všechny vyškoleny firmou Wavin a jsou kvalifikovány předefinovat vyrobené potrubí ve složeném stavu na nové potrubí nainstalované uvnitř starého.

**Co se týká instalačního vybavení, jsou zapotřebí dvě speciální jednotky**

- ⌚ jednotka na odvíjení bubnu
- ⌚ jednotka na výrobu páry

Compact Pipe je dodáván navinutý na bubnech, které mohou být upevněny v odvíjecí jednotce, obvykle ve formě vozíku. Odtud je potrubí nataženo přímo ke vstupní jámě. Na jeden zátah lze nainstalovat tyto délky:

- ⌚ DN 125                      300 m
- ⌚ DN 150 a DN 175        500 m
- ⌚ DN 200 a větší        maximální délka na bubnu

Parní jednotka – „srdce“ reverzního procesu – dodává páru pro reverzní proces a obsahuje zařízení pro řízení instalace a ukládání dat. Vše obvykle sestává z mobilního kontejneru o výšce 20 stop. Stlačený vzduch je dodáván do potrubí Compact Pipe prostřednictvím parní jednotky.

Dále jsou pro instalaci Compact Pipe zapotřebí různé standardní nástroje, zařízení a doplňky, např. naviják, kompresor, svařovací nástroje a expandér potrubí.

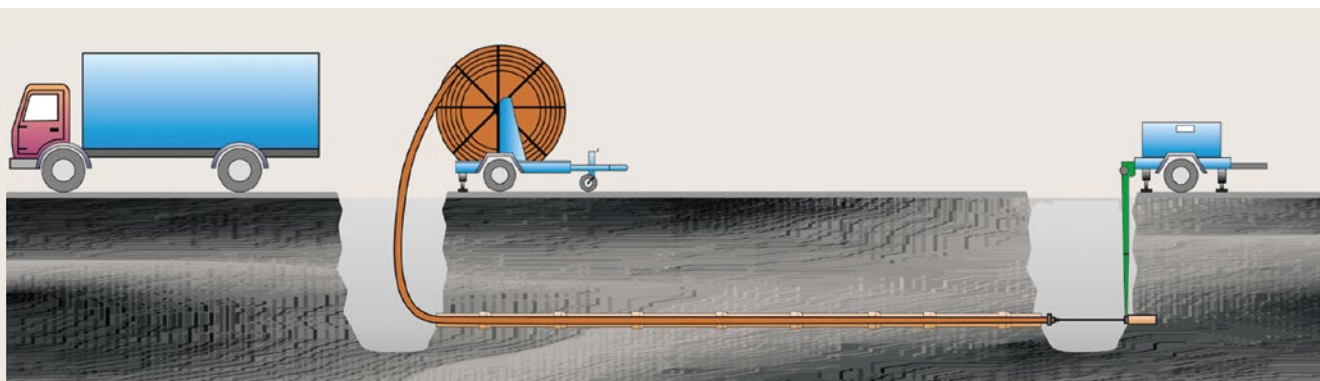
Výkopové práce pro vložkování pomocí Compact Pipe jsou omezeny na malé počáteční a koncové jámy. Je tudíž zapotřebí jen malého prostoru na stavbě a narušení dopravy je minimální. Délka montážní jámy se navrhuje minimálně  $10 \times \text{DN CP}$  + místo pro případné armatury. Šířka montážní jámy se navrhuje minimálně  $1,3 \text{ m} + \text{DN CP}$ .

Compact Pipe neklade vysoké nároky na stav potrubí, které má být sanováno. Stará zanesená a zarostená potrubí se vyčistí vysokotlakým tryskovým čištěním, mechanickými škrabacími a brousícími nástroji nebo frézou, aby se zbavila inkrustací a usazenin. Případné svarové housenky je možno odstranit použitím řezacího robota.

Po vyčištění se může přistoupit k zatažení potrubí, které je v celé délce úseku bez spojů ve tvaru písmene C. Vzhledem k jeho složenému tvaru je zatažení do potrubí velmi snadné. Síla navijáku obvykle nepřesahuje 5 tun. Pouze při práci s největšími průměry v kombinaci s úzkým vstupem bude zapotřebí poněkud větších sil. Potrubí se však nikdy nepřiblíží maximální povolené síle v tahu.

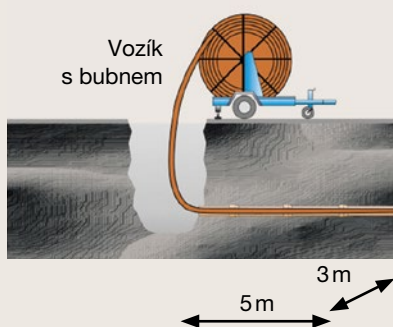
Reverzní proces, který následuje, umožňuje, aby složené potrubí opět získalo svůj původní kruhový tvar. Toho se dosáhne jeho nahřátím horkou párou, následovaným řízeným rozbalením a ochlazením stlačeným vzduchem. Nahřívání potrubí se provádí zavedením nasycené páry o teplotě  $125^\circ\text{C}$  do potrubí. Složený Compact Pipe se díky tvarové paměti vrací do původního kruhového tvaru. Na straně koncové jámy je potrubí při nahřívání otevřeno přes redukční ventil, aby byl umožněn dobrý tah páry potrubím.

Když je potrubí dostatečně nahřáté, je pára nahrazena studeným stlačeným vzduchem. V této fázi nastává expanze, ihned po přechodu z páry na stlačený vzduch. Tlak vzduchu je nastaven dostatečně vysoko, aby to umožnilo kruhové roztahnutí potrubí, a tím těsné přilnutí k vnitřní straně stávajícího potrubí.



Zábor místa během instalace potrubí Compact Pipe

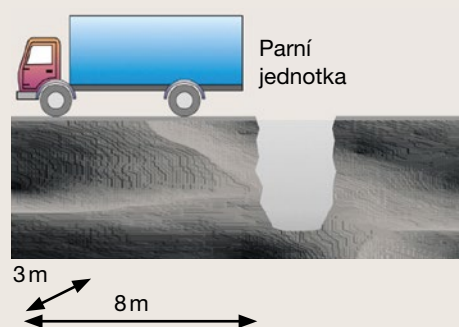
Startovací výkop  
během zatahování potrubí



Koncový výkop  
během zatahování potrubí



Startovací výkop  
během reverze potrubí



Zábor místa u sanace tlakových potrubí

Fáze ochlazení končí, když je dosaženo teploty okolí. Během této doby se složené potrubí přetrafovalo na nové těsně přiléhající kruhové PE potrubí.

#### **Polyethylenové potrubí je možno obecně připojit do potrubní sítě pomocí**

- svarových spojů (svařování na tupo nebo pomocí elektrotvarovek)
- mechanických spojů (přírubové spoje)

Vzhledem k tomu, že je Compact Pipe kompatibilní se všemi druhy polyethylenu HD-PE, obvyklé způsoby spojování jsou plně aplikovatelné i na Compact Pipe.

Aby se zabránilo podélnému pohybu po montáži, je nové potrubí upevněno ve své poloze za použití speciálních fixačních bodů spolehlivě aplikovaných elektrotvarovkami.



# Podklady k projektování

## Návrh vhodné sanace

Při návrhu vhodného řešení sanace je nutné přistupovat k problému ze širšího kontextu a od samého počátku neomezujeme výběr pouze na řešení využívající PE potrubí. Dochází-li na potrubí k častým poruchám, zjevně nastal čas podniknout kroky k jeho sanaci (obnově). Volba odpovídající technologie sanace bude záležet na tom, které výkonové parametry potrubí nesplňuje a proč dochází k poruchám. Pokud zcela neporozumíme problémům, není možné provést správné rozhodnutí k jejich vyřešení.

Podzemí ve městech je přetíženo inženýrskými sítěmi



Posouzení podstaty a četnosti poruch v kombinaci s moderními záznamy prohlídek kamerou obecně vede k jasnějšímu obrazu o stavu konkrétního potrubí. Poté je třeba určit požadovanou budoucí kapacitu potrubí. Očekávaná změna počtu přípojek, napojení nových obyvatel nebo objektů, můžou vést ke konstrukční změně potrubí: může vzniknout potřeba zvětšení nebo zmenšení průměru.

Až tehdy lze určit požadovaný způsob sanace potrubního systému. Tím může být úplné zrušení a náhrada určitých částí potrubí, nebo zlepšení pomocí renovace jeho částí. Mimo jiné je nutno si odpovědět na otázky: Bude tím problém vyřešen? Je budoucí kapacita potrubí vyhovující? Co rušivé vlivy? Existují rizika při instalaci? Dostačuje kvalita? Jaké jsou náklady?

## Sanace stávajícího potrubí vložkováním nabízí mnohem více výhod než výměna potrubí pomocí výkopu

- ⌚ méně společenského nepohodlí (doprava, obchod)
- ⌚ minimální narušení přírody a životního prostředí
- ⌚ minimální riziko vedlejších škod na ostatních inženýrských sítích
- ⌚ menší náklady, úspora peněz a času

V případě rozhodnutí, že je sanace potrubí potřebná a proveditelná, je nyní možno provést předběžný výběr vhodných technologií. Mělo by se tudíž uvažovat a rozhodnout o těchto hlavních parametrech:

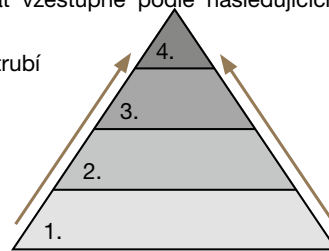
- ⌚ stav stávajícího potrubí
- ⌚ technické aspekty
- ⌚ hydraulické aspekty
- ⌚ statické aspekty

Stav stávajícího potrubí a jeho přístupnost, mohou velmi zúžit množství technologií, které přicházejí v úvahu. Kromě toho je též důležitá situace na staveništi, požadovaný typ technologií, konstrukční stav potrubí, počet přípojek a přítomnost a charakter ohybů. Dále je třeba vzít v úvahu typické charakteristiky možné technologie, zejména její nepřijatelné vedlejší účinky. Také je třeba se zabývat hydraulickými dopady případné technologie. Vyložkování menšího potrubí může být nejlevnější, ale nemusí být ideální pro s ním spojené snížení průtoku. Zároveň je třeba zohlednit konstrukční schopnosti případné technologie a poradit si s možným špatným stavem stávajícího potrubí.

## Postup při projektování

Pokud stojíme před rozhodnutím sanovat staré potrubí, musíme při vyhodnocování postupovat vzestupně podle následujících kroků:

1. Stanovit stav stávajícího potrubí
2. Nastavení požadavků pro nové potrubí
3. Výběr okruhu technicky vhodných řešení
4. Výběr cenově nejvýhodnějšího řešení



V následující části se budeme věnovat krokům 1. a 2., tedy tomu, jak stanovit stav stávajícího potrubí a jak nastavit požadavky pro nové potrubí. Krok 3. – výběr vhodných řešení, lze vyhodnotit z následujících kapitol tohoto katalogu a ke kroku č. 4 – výběr cenově nejvýhodnějšího řešení, je nutné přistoupit až na základě cenových nabídek u vybraných řešení.

### Stanovení stavu stávajícího potrubí

Musíme zjistit základní informace o stávajícím potrubí, přinejmenším:

- materiál potrubí
- typ dalších objektů na trase (armatury, šachty)
- průměry potrubí a objektů
- délky úseků
- přípojky, jejich umístění a průměr
- spád
- charakteristika média

Tyto informace je možné získat z dostupných záznamů a výkresů. Přesto doporučujeme potvrdit si údaje prohlídkou přímo v terénu.

### Fyzický stav potrubí

- změny profilu potrubí, částečná ovalita a vyosení dna
- sedimenty a inkrustace
- vyčnívající přípojky a prorůstání kořenů
- nátok balastních vod a netěsnosti
- statické poruchy, praskliny a zborcení

Tyto informace je možné získat z prohlídky kamerou. Dnes jsou k dispozici moderní kamerové systémy umožňující provádět digitální záznam s 3D zobrazením v každém řezu na trase. Informace o podmínkách v terénu, které mohou ovlivnit instalaci:

- přístup k potrubí jako hloubka, velikost šachet, doprava
- stavební omezení jako spodní voda, délky úseků, stavební podmínky a potřeba náhradního zásobování

Informace z plánů a záznamů by měly být vždy potvrzeny obchůzkou v terénu. Velmi často se objeví nesrovnalosti mezi informacemi ze dvou zdrojů.

### Nastavení požadavků pro nové potrubí

Požadavky na vhodné řešení by měly být obecně nastaveny na očekávanou životnost 50 až 100 let.

### Požadavky na nové potrubí se dělí na dva stěžejní parametry

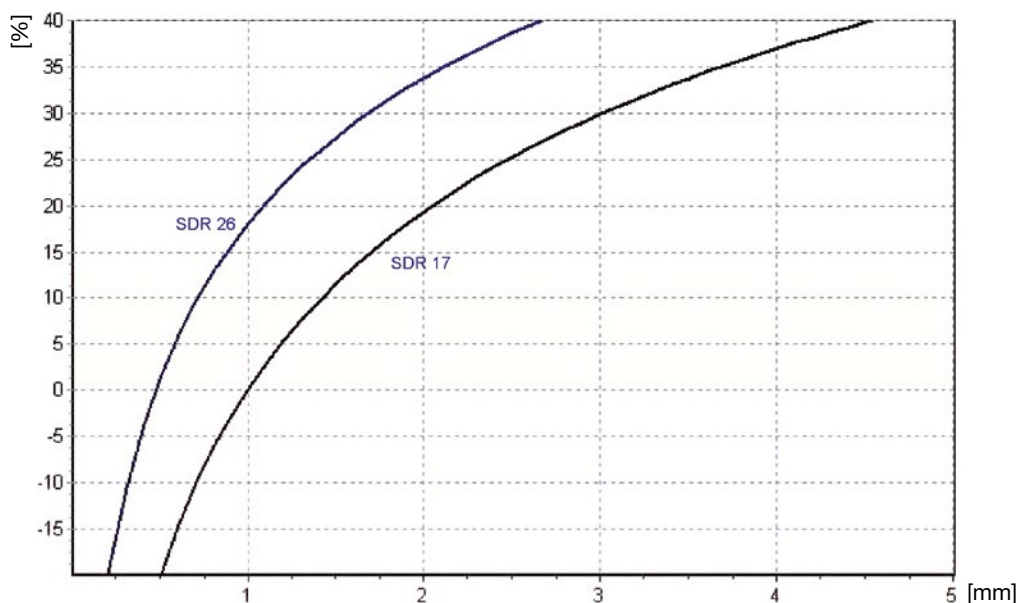
- hydraulické vlastnosti
- statické vlastnosti

### Hydraulický efekt sanace potrubím Compact Pipe

Díky hydraulicky hladkému PE potrubí a překrytí původních spojů po celé délce úseku bez svarů, můžeme u potrubí Compact Pipe počítat s následující změnou v kapacitě před a po sanaci. Následující graf je počítán pro rychlost  $v = 1$  m/s, mezera mezi novým a starým potrubím maximálně 2 % a drsnost PE potrubí je počítána  $k = 0,01$  mm.

### Příklad odečtení dat z grafu

Sanace litinového potrubí s malými nánosy rzi ( $k = 1$  mm) potrubím Compact Pipe SDR 17 neovlivní kapacitu potrubí. Sanace velmi zkorodovaného litinového potrubí ( $k = 2$  mm) potrubím Compact Pipe SDR 17 zvětší kapacitu o 20 %! Graf nám názorně ukazuje, jak je snížení vnitřního průměru o 2× tloušťku stěny v případě sanace potrubím Compact Pipe, snadno kompenzováno hydraulicky hladkým vnitřním povrchem.



Závislost změny kapacity potrubí po sanaci potrubím Compact Pipe SDR 17 a SDR 26 na drsnosti starého potrubí



# Hydraulické vlastnosti

Pro výběr nejekonomičtějšího řešení sanace je nutné si stanovit hydraulickou kapacitu, kterou očekáváme od potrubního systému. Je důležité si uvědomit, že původní potrubí bylo navrhováno v době, kdy byly požadované jiné parametry než dnes.

Požadovaná kapacita je vázána na minimální možný vnitřní průměr nového potrubí. Vnitřní průměr stávajícího potrubí nám dává limit pro maximální vnější průměr vložky. Kapacita potrubí se počítá nebo určuje dle návodu v kapitole hydraulické výpočty v části tohoto katalogu věnovanému projektování. PE vložky kromě ideálních hydraulických vlastností mají v porovnání s jinými materiály také výhodu velmi dobré chemické odolnosti, kterou najdete v přílohách tohoto katalogu.



## Výpočty ověřující kapacitu potrubí po sanaci

Na základě výsledků vstupního vyhodnocení stavu potrubí lze určit hydraulický efekt renovace. Jako pomocné měřítko může posloužit graf umístěný níže. Pokud známe stávající drsnost vnitřní stěny opravovaného potrubí, dá se z grafu vyčíst procentuální změna kapacity potrubí v závislosti na rozměrové řadě SDR použité PE vložky.

Za povšimnutí stojí, že hodnoty uvedené v následující tabulce se týkají samostatných potrubí, bez zohlednění spojů atd. Hodnoty, které počítají se spoji, budou tedy ještě o něco vyšší. Pokud se staré potrubí vyvložkuje trubkou v celku, která tyto spoje kryje a vyhlazuje, pak rozdíl mezi hodnotou starého potrubí a sanovaného potrubí se ještě zvětší. Podobně kladné změny týkající se hydrauliky sanovaného potrubí nastanou v případě gravitačních potrubí. Navíc se zlepší samočisticí schopnost kanalizace. Pokud koeficient drsnosti vnitřní stěny starého potrubí nebyl určen během kamerové prohlídky, můžeme ho odečíst z hodnot v níže uvedené tabulce, nebo z hodnot uváděných v jiných publikacích.

**Pro provedení přesných výpočtů můžeme použít vzorec Colebrooka – White'a**

$$Q = -6,95 \times \log \left[ \frac{0,74}{d_i \times \sqrt{d_i \times I \times 10^6}} + \frac{k}{3,71 \times d_i} \right] \times d_i^2 \times \sqrt{d_i \times I}$$

## Drsnost vnitřní stěny starého potrubí

Typ potrubí a podmínky	k [mm]
Termoplastická potrubí (polyethylen)	0,01
Hladká azbestocementová potrubí	0,02
Nová ocelová, nová hladká betonová potrubí	0,05
Azbestocementová potrubí, nová pozinkovaná potrubí	0,10
Lehce zkorodovaná ocelová potrubí	0,20
Zkorodovaná ocelová potrubí, cementace, nová litinová potrubí	0,50
Značně zkorodovaná ocelová potrubí, litinová potrubí s nánosy rzi	1,00
Hodně zrezivělá ocelová a litinová potrubí, zničená betonová potrubí	2,00
Velmi zkorodovaná ocelová a litinová potrubí	5,00

## Kde

Q – kapacita průtoku [m<sup>3</sup>/s]

d<sub>i</sub> – světlost sanovaného potrubí [m]

I – sklon čáry energie (pokles linie tlaků) [-]; [‰]  
anebo [m vodního sloupce/km] musí se převést na bezrozměrovou hodnotu

k – absolutní drsnost potrubí [m];

k = 0,00001 pro DN ≤ 200 mm

k = 0,00005 pro DN > 200 mm

### Příklad

Chceme sanovat úsek vodovodního potrubí DN 300 o délce  $L = 0,4$  km. Připustný maximální pokles tlaku na tomto úseku je  $\Delta p = 0,3$  bar = 3 m vodního sloupce.

Vložka – trubka Compact Pipe DN 300 SDR 17 zhotovená z PE 100 – nominální tlak 10 bar (PN 10).

### 1. Určení světlosti opravovaného potrubí

$$d_i = D_w - 2 \times t$$

### Kde

$D_w$  – světlost opravovaného potrubí – zde: 298 mm

$t$  – nominální tloušťka úseku trubky Compact Pipe

DN 300 SDR 17 – zde: 17,7 mm

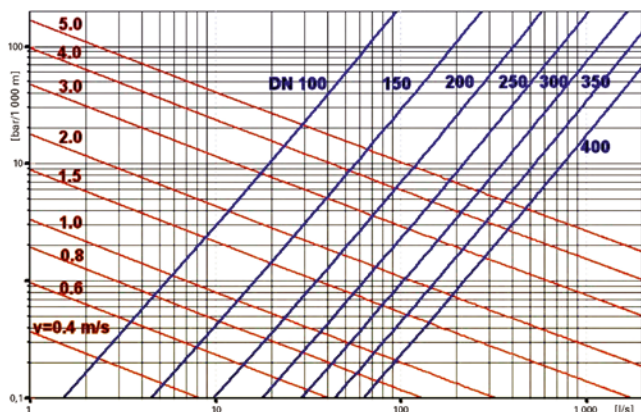
$$d_i = 298 - 2 \times 17,7 = 262,6 \text{ mm} = 0,2626 \text{ m}$$

### 2. Určení hydraulického poklesu

$$I = \Delta p / L = 3 / 0,4 = 7,5 \text{ m vodního sloupce/km} = 7,5 \text{ ‰} = 0,0075$$

$$Q = -6,95 \times \log \left[ \frac{0,74}{0,2626 \times \sqrt{0,2626 \times 0,0075 \times 10^6}} + \frac{0,00005}{3,71 \times 0,2626} \right] \times 0,2626^2 \times \sqrt{0,2626 \times 0,0075}$$

Nomogram potrubí Compact Pipe SDR 17  
uvažující drsnost  $k = 0,01$  a mezeru 2 %



### 3. Výpočet kapacity potrubí

$$Q = -6,95 \times \log [1,1482 \times 10^{-4}] \times 0,06895876 \times 0,044379049$$

$$Q = 0,0838 \text{ m}^3/\text{s} = 83,8 \text{ l/s} = 5,03 \text{ m}^3/\text{min}$$

Takovému průtoku odpovídá průtoková rychlost rovnající se:

$$v = 4 \times Q / \pi d_i^2 = 1,55 \text{ m/s}$$

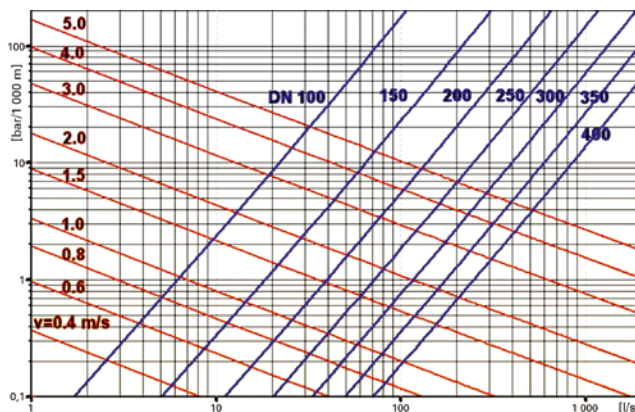
### Nomogramy pro určení kapacity

Následující nomogramy slouží k určení kapacity potrubí Compact Pipe. Křivky jsou pojmenovány podle jmenovitého průměru PE vložky Compact Pipe, nicméně se vztahují k vnitřnímu průměru této vložky a není třeba dále interpolovat mezi křivkami.

### Příklad odečtení dat z nomogramu

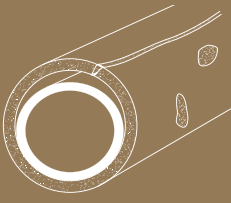
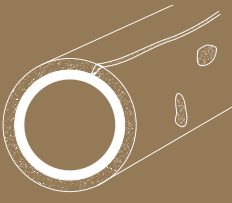
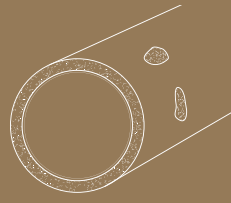
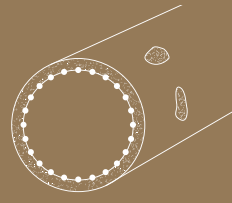
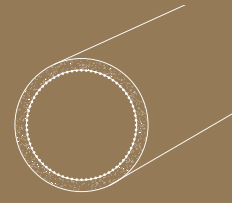
U potrubí DN 250 vyložkovaného potrubím Compact Pipe SDR 17 je požadovaný průtok  $Q = 40$  l/s (= 144 m³/h). Z nomogramu pro Compact SDR 17 můžeme pro tento průtok odečíst rychlost  $v = 1,1$  m/s a tlakovou ztrátu  $I = 0,43$  bar/km.

Nomogram potrubí Compact Pipe SDR 26  
uvažující drsnost  $k = 0,01$  a mezeru 2 %



# Statické vlastnosti u tlakových potrubí

## Konstrukční třídy vložek tlakových potrubí dle ČSN EN ISO 11295

Třída A		Třída B	Třída C	Třída D
				
volná	těsná	vlastní kruhová tuhost	závislá na adhezi	závislá na adhezi
samonosná		částečně nosná		nenosná
nezávislá		interaktivní		

Zde je zřetelný rozdíl mezi kanalizačním (netlakovým) potrubím a tlakovým potrubím.

Při použití tlakového potrubí je nutné se nejprve rozhodnout, jaký typ vložek je potřebný. V normě ISO 11295, vydané v nedávné době, se rozlišují 4 typy vložek pro tlaková potrubí, od nezávislých plně konstrukčních vložek (třída A) až po interaktivní ne-

konstrukční vložky (třída D), jak je znázorněno na následujícím obrázku. Do třídy C a D patří například nástřikové technologie nebo cementace.

Zde je zjevně nejdůležitější konstrukční stav starého potrubí, a zda je potřebné, aby vložka převzala jeho odolnost vůči vnitřnímu tlaku.

### Charakteristika konstrukčních tříd pro tlakové vložky

Charakteristika vložek	Třída A	Třída B	Třída C	Třída D
Dokáže přenést vnitřní i vnější zatížení	✓	—	—	—
Dlouhodobý vnitřní tlak $\geq$ maximální provozní tlak	✓	—	—	—
Vlastní kruhová tuhost <sup>1)</sup>	✓	✓	— <sup>2)</sup>	— <sup>2)</sup>
Dlouhodobě přenáší tlak u mezer a děr	✓	✓ <sup>3)</sup>	✓	—
Dodává vnitřní oddělovací vrstvu <sup>4)</sup>	✓	✓	✓	✓

Poznámky:

1) Minimální požadavek pro vložku je, aby přenesla vlastní zátěž v případě vyprázdnění potrubí

2) Závislé na adhezi ke starému potrubí v případě vyprázdnění potrubí

3) Musí být dostatečně přilnutá při převedení vnitřních tlaků ve starém potrubí jak během instalace, tak i během krátké doby uvedení na provozní tlak

4) Slouží jako vrstva zabraňující korozi, abrazi a/nebo zdrsnění starého potrubí, dále také kontaminaci od starého potrubí a také obecně snižuje drsnost pro zvýšení kapacity.



### Compact Pipe jako interaktivní vložka

Projektování sanací technologií Compact Pipe jako interaktivní vložky vyžaduje zvláštní opatření při propojení jednotlivých úseků a napojení na stávající potrubí. Pokud je Compact Pipe uložen ve stávajícím potrubí jako interaktivní vložka, potom se částečně stará o přenášení vnitřních tlaků. Ve startovací a koncové jámě (případně i v průběžných montážních jámách) musí být provedeno opatření zabraňující příliš velkému vnitřnímu tlaku na Compact Pipe nebo klasické PE potrubí sloužící k propojování jednotlivých úseků. Přijaté řešení musí zabránit poškození polyethylenu vysokým tlakem. To lze provést použitím odpovídající ocelové trubky (chráničky). Pro konkrétní případ sanace ocelového plynovodu o tlaku 25 barů a o průměru DN 400 je řešení uvedeno na následujícím obrázku.

Ukázka propojení potrubí Compact Pipe instalovaného jako interaktivní vložka



### Konstrukční schopnosti uvedených vložek

Pro správný výběr technologie sanace a použití vhodné vložky si musíme položit následující otázky:

#### Samonosná vložka (Třída A)

- Nahrazuje vložka staré potrubí?
- Existují negativní dopady na instalaci?
- Jak se vložka zachová v případě zborcení starého potrubí?

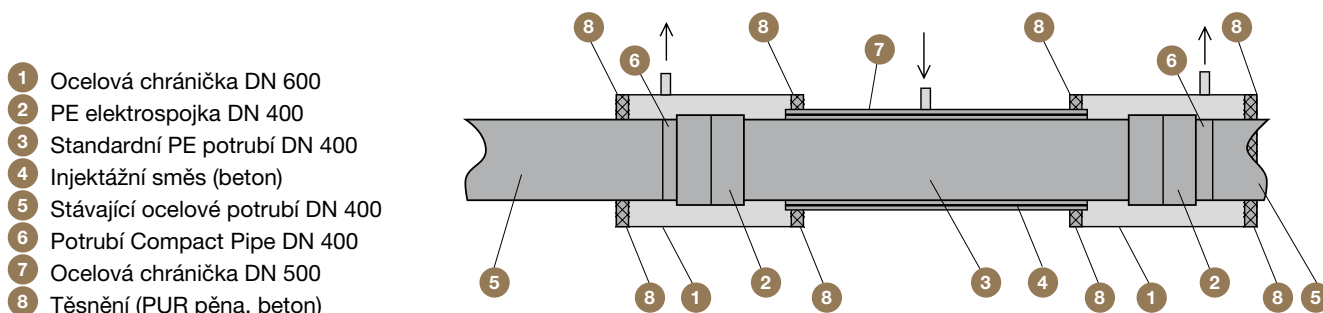
#### Částečně nosná (interaktivní) vložka (třída B, C)

- Má vložka schopnost přenášet tlak v případě mezer a děr ve starém potrubí?
- Jaká bude pravděpodobná životnost sanovaného potrubí?
- Bude úspora použitím částečně samonosného potrubí opodstatněná v porovnání s plně samonosným potrubím zcela nahrazujícím staré potrubí?

Obecně lze Compact Pipe klasifikovat jako PE vložku patřící z konstrukčního hlediska do třídy A. Pouze pokud technologií Compact Pipe používáme pro sanaci vysokotlakých potrubí, například ropovody, je Compact Pipe klasifikován jako třída B, tedy interaktivní vložka.

### Schématické znázornění propojení potrubí

#### Compact Pipe jako interaktivní vložka



# Statické vlastnosti u tlakových potrubí

## Překrytí otvorů a příčných mezer

Jak již bylo zmíněno, potrubí Compact Pipe může být použito jako interaktivní vložka. V takovém případě je třeba provádět do-  
datečné kontrolní výpočty, zda při stávajícím technickém stavu potrubí bude vložka schopná zajistit odpovídající provozní stabilitu (v případě vodovodních řádů se dnes počítá s minimální stabilitou 100 let). Je třeba zkontrolovat, zda v místech, kde je staré potrubí lokálně poškozené, nebude vložka působením vnitřního tlaku zničena. Rozlišujeme dva druhy lokálních poruch:

1. otvory (vzniklé například díky elektro-korozi nebo po nefunkčních přípojkách atd.),
2. příčné mezery (roztážené hrdlové spoje, příčně prasklé potrubí).

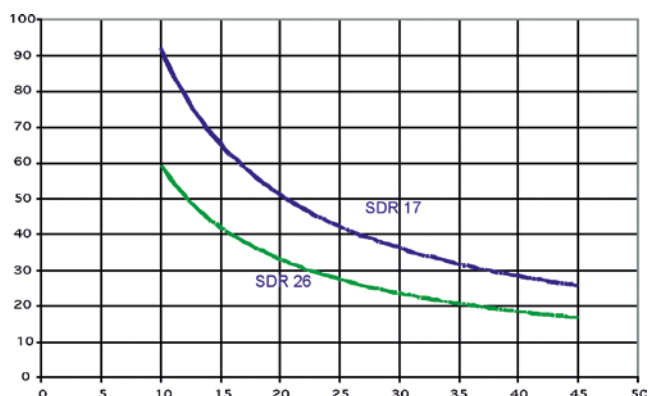
Výskyt větších podélných mezer vyžaduje použití nezávislé vložky.

Výsledky provedených zkoušek ukazují, že v oblastech lokálních poruch starého potrubí je interaktivní vložka schopná odolat zatížení značně přesahující nominální tlak.

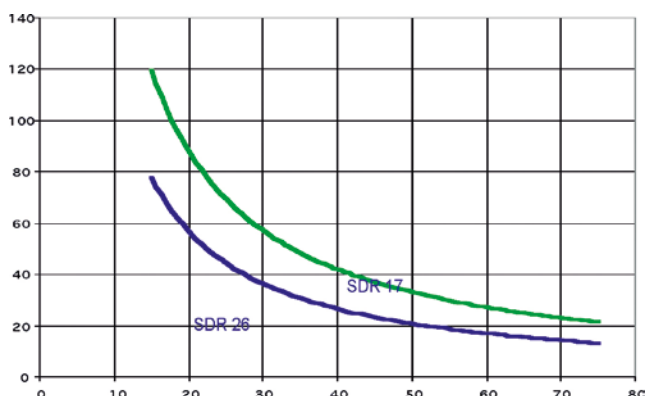
Uvedené grafy pro určení překrytí mezer a otvorů byly sestaveny experimentálně pomocí FEM analýzy, ze které byly odvozeny maximální povolené tlaky.

- ⓘ Maximální povolený tlak jako funkce relativní mezery (šířka mezery/průměr potrubí)
- ⓘ Maximální povolený tlak jako funkce relativního otvoru (velikost otvoru/průměr potrubí)

**Překrytí otvorů – maximální průměr otvoru, který zakryje vložka z materiálu PE 100**

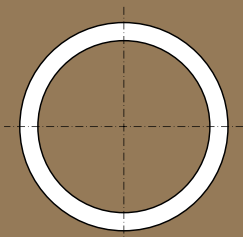


**Překrytí mezer – maximální šířka obvodové mezery, kterou zakryje vložka z materiálu PE 100**



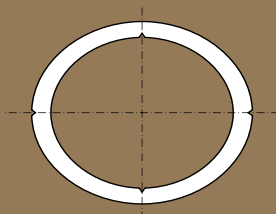
# Statické vlastnosti u netlakových potrubí

Třídy stavu starého potrubí pro kanalizační vložky dle ATV-DVWK-A 127



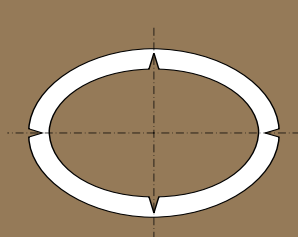
**Stav starého potrubí I**  
Konstrukce potrubí v pořádku

- ⊙ úniky
- ⊙ bez prasklin



**Stav starého potrubí II**  
Stabilní konstrukce potrubí-půda

- ⊙ podélné praskliny
- ⊙ menší deformace
- ⊙ okolní půda dobrá



**Stav starého potrubí III**  
Labilní konstrukce potrubí-půda

- ⊙ zřetelné deformace a praskliny
- ⊙ aktivní zátěž od půdy a dopravy

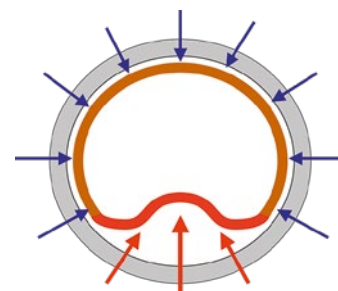
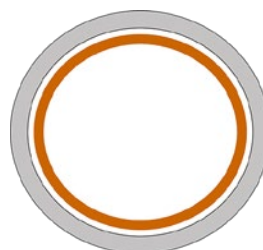
Při použití netlakového (gravitačního) potrubí je rovněž rozhodující konstrukční stav starého potrubí. Avšak vzhledem k tomu, že v tomto případě je hlavní zatížení vložky zvenčí, vyžaduje větší pozornost stávající potrubí obklopující vložku. Německý předpis ATV-DVWK-A 127 popisující statické výpočty pro kanalizační potrubí rozeznává tři stavy (viz obr.). Tato specifikace ATV také obsahuje podrobné konstrukční výpočty kanalizačního potrubí.

Při stavu starého potrubí I a II je zatížení vložky ve skutečnosti omezeno na výraznější tlak spodní vody. Při stavu starého potrubí III je navíc nutné vzít v potaz i zátěž od zeminy a dopravy.

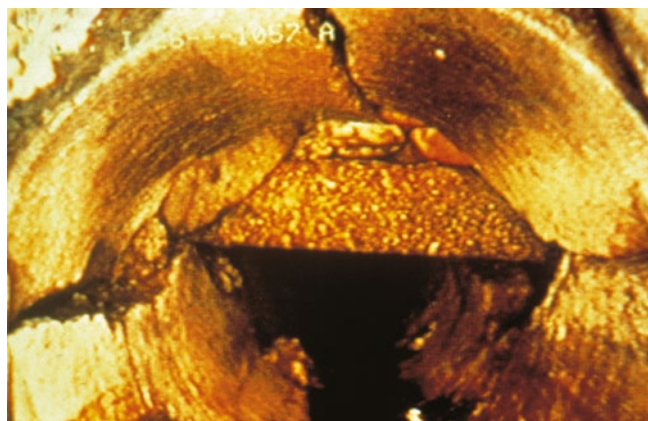
Poznámka: V případech, kdy je vložka potrubí volná a mezikruží se zainjektuje, obvykle u vložek s průběžným potrubím nebo spirálovitě vinutých trubek, musí být nainstalovaná vložka dostatečně silná, aby vydržela i tlaky při injektáži.

Je tudíž možno rozlišovat tyto případy

- ⊙ zátěž spodní vody
- ⊙ zátěž zeminy a dopravy



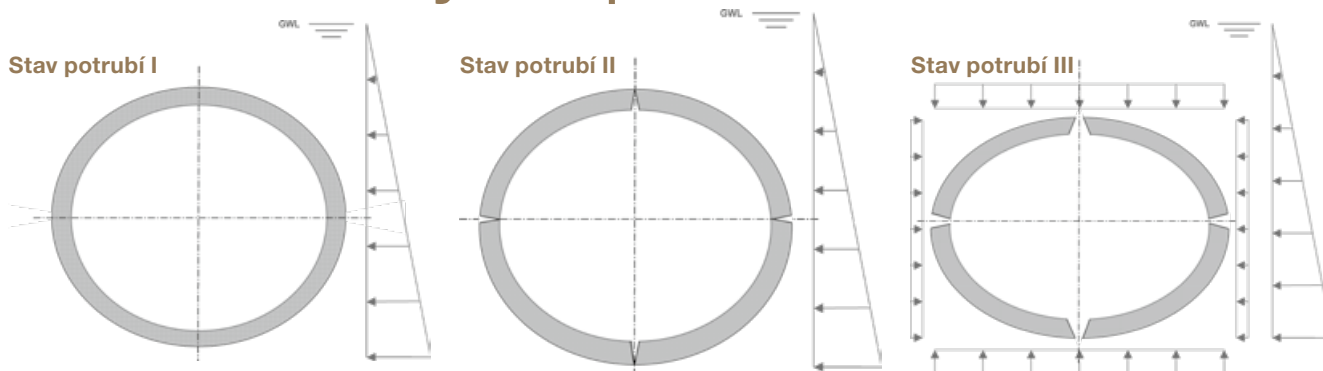
Přílišná zátěž vedoucí ke zborcení



Ukázky kanalizačního potrubí se zřetelnými prasklinami (stav III)



# Statické vlastnosti u netlakových potrubí

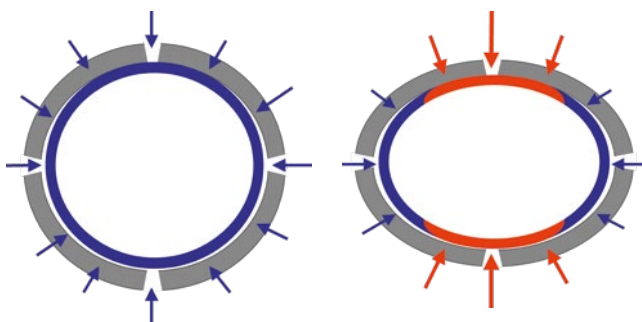


V případě zátěže pouze spodní vody je třeba vzít v úvahu vnější tlak, i když je vložka uzavřena starou trubkou. Je zřejmé, že tento vnější tlak roste s rostoucí výškou spodní vody nad potrubím. V případě přílišné zátěže se může vložka nakonec staticky zborstit.

Vložka musí mít určitou minimální tloušťku stěny, aby k tomu nedošlo. To, že je obklopena stávajícím potrubím, jistě pomáhá vytvářet vnější podporu vložky. Je zjevné, že čím je těsněji zatažena do stávajícího potrubí, tím větší podporu vložka dostává. U technologie Close-Fit (Compact Pipe) lze pro statický výpočet brát v úvahu pouze 1% volné mezikruží.

U stavu starého potrubí III se musí vložka navíc vypořádat s tlakem zeminy a dopravní zátěží.

V porovnání s PE potrubím uloženým přímo do země může být obecně požadovaná kruhová tuhost nižší díky spolupůsobení se stávajícím potrubím. Když se však vnější zátěžová situace po instalaci změní (provoz nebo navážka navíc), může to způsobit, že se staré potrubí (dále) deformuje, a zvýší se vnější tlak na vložku. Vložka může být deformovatelná a nesmí mít příliš silné stěny, aby zvládla tento dodatečný tlak. Toho jsou obecně lépe schopny termoplastické materiály (PE) než termosety (pryskyřice), které se využívají pro sanace rukávem (CIPP).



Vnější zatížení, které se přes stávající potrubí může zvětšovat

Obecně se dá říci, že pro navrhování je kritický tlak spodní vody. Pouze v případě, že staré potrubí je velmi poškozeno, hrají důležitou roli i půdní a dopravní podmínky. Z toho také pro vložku vy-

plývá, že z konstrukčního hlediska je tloušťka stěny vložky zřídka příliš velká. Může však být příliš malá a nevydržet konstantní tlak spodní vody.

Poznámka: V posledních deseti letech v některých zemích vedla tvrdá konkurence mezi sanačními firmami k výraznému poklesu použité tloušťky stěny vložky. To je vzhledem ke statické a životnosti navrhovaného řešení velmi znepokojivá situace.

## Výpočet kritického tlaku

Během provozu vodovodu mohou nastat situace, kdy úsek bude odstaven a bude mimo provoz a uvnitř nebude voda. Pokud by byl vodovod položen níže, než je hladina podzemní vody HPV, a zároveň díky smrštění polyethylenu, který nastává během procesu instalace potrubí Compact Pipe, by vznikla vůle mezi vnějším povrchem vložky a vnitřní stěnou starého potrubí. Pak by mělo potrubí Compact Pipe k dispozici prostor pro návrat do složeného tvaru, což se může projevit během kritického zatížení tlakem podzemní vody následnou deformací. V souvislosti s tímto faktem je třeba provést výpočet stability. Pro výpočty použijeme následující vzorec:

$$p_{\text{krit}} = \frac{K \times E \times \left(\frac{D}{t}\right)^m}{c_b \times (1 - v^2)}$$

### Kde

$p_{\text{krit}}$  kritická hodnota vnějšího tlaku hrozící deformací potrubí [kPa]

$K, m$  bezrozměrové koeficienty závislé na toleranci uložení vložky (kp<sub>w</sub>) uvnitř starého potrubí;  
kp<sub>w</sub> = (světlost stávajícího potrubí – vnější Ø vložky) / vnější Ø vložky

$E$  modul pružnosti materiálu potrubí – dlouhodobá hodnota; pro polyethylen třídy PE 100 uvádíme hodnotu 200 MPa

$D$  vnější průměr vložky [mm]

$t$  tloušťka stěny vložky [mm]

$c_b$  bezpečnostní koeficient pro deformaci; většinou se uvádí hodnota 1,5 [-]

$v$  Poissonův koeficient (pro PE  $v = 0,48$ ) [-]

**Hodnoty koeficientů K, m**

Tolerance uložení vložky (kpw) [mm]	K	m
0,0	1,00	-2,20
1,0	5,17	-2,74
1,5	5,23	-2,77
2,0	5,27	-2,80
2,5	5,36	-2,83
3,0	5,42	-2,86
3,5	5,49	-2,88
4,0	5,55	-2,91
4,5	5,62	-2,94
5,0	5,69	-2,97

**Příklad**

Renovace má být provedena na vodovodu DN 300 položeném v maximální hloubce 2,0m. Hladina podzemních vod dosahuje maximálně 1,5m nad úroveň vodovodního potrubí. V souvislosti s tímto faktem je maximální tlak okolních podzemních vod

0,015 MPa. Pro účely sanace bude použito potrubí Compact Pipe zhotovené z polyethylenu třídy PE 100 patřící do rozměrové řady SDR 17. Předpokládáme, že vložka bude uložena s 1 % vůlí (s vůlí větší než 4 % se prakticky nesetkáváme). Maximální hodnota tlaku podzemních vod, jaký bude na trubku působit a jaký musí trubka snést bez deformace (uvádíme hodnotu bezpečnostního koeficientu na úrovni 1,5) vypočteme z následujícího vzorce pro  $p_{krit}$ :

$$p_{krit} = \frac{5,17 \times 200 \times 17^{-2,74}}{1,5 \times (1 - 0,48)^2} = 0,38 \text{ MPa} = 38 \text{ m H}_2\text{O}$$

Jak je vidět, vložka SDR 17 má vysoký odpor proti propadnutí.

Použijeme-li vzorec pro  $p_{krit}$ , můžeme určit maximální hodnotu SDR potrubí Compact Pipe, jaká musí být použita (čím menší hodnota SDR, tím má potrubí větší kruhovou tuhost), aby pro danou hladinu podzemní vody HPV nad osou vodovodu nedošlo k deformaci trubky.

**Maximální hodnoty SDR vložky z PE 80 a PE 100 tak, aby nedošlo k deformaci**

Výška hladiny podzemní vody HPV nad úrovní vodovodu $H_{krit}$ [m H <sub>2</sub> O]	Maximální přípustná hodnota vložky SDR, pro zamezení propadnutí v situaci, kdy je potrubí prázdné			
	PE 80		PE 100	
	kpw = 1 %	kpw = 4 %	kpw = 1 %	kpw = 4 %
0,5	78	62	83	66
1,0	61	49	64	52
1,5	52	43	55	45
2,0	47	39	50	41
2,5	43	36	46	38
3,0	41	34	43	35
3,5	38	32	41	34
4,0	37	30	39	32
4,5	35	29	37	31
5,0	34	28	36	30
5,5	33	27	35	29
6,0	32	26	33	28
6,5	31	26	33	27
7,0	30	25	32	27
7,5	29	24	31	26
8,0	28	24	30	25
8,5	28	23	29	25
9,0	27	23	29	24
9,5	27	23	28	24
10,0	26	22	28	23

# Statické vlastnosti u netlakových potrubí

Pokud během provozu sanovaného potrubí existuje pravděpodobnost vzniku hydraulických rázů, pak periodicky vznikající podtlak působící spolu s tlakem okolních podzemních vod může také způsobit zánik pevnosti a deformaci vložky. Pro výpočet použijeme vzorec pro  $p_{krit}$  s tím, že pro jev hydraulických rázů, které mají krátkodobé trvání, musíme použít krátkodobé hodnoty modulu pružnosti (pro polyethylen PE 80 je třeba použít hodnotu 700 MPa a pro polyethylen PE 100 je třeba použít hodnotu 900 MPa).

V následující tabulce jsou uvedeny maximální hodnoty SDR potrubí Compact Pipe jaké se musí použít, aby během maxi-

málního podtlaku (1 bar pod normálním tlakem) a pro danou úroveň hladiny podzemní vody HPV nad osou potrubí nedošlo k deformaci vložky.

Detailní statický výpočet je možné provést podle metodiky ATV M127-2. Lze říci, že kritickým místem pro statický výpočet je tlak od spodní vody. Jen ve výjimečných případech hraje roli zatížení zeminou nebo zatížení od dopravy.

Z bezpečnostního hlediska není rozumné vybrat minimální možnou tloušťku stěny vložky Compact Pipe a později zjistit, že vložka není schopna přenášet vnější tlak od spodní vody v delším časovém úseku.

## Maximální hodnoty SDR vložky z PE 80 a PE 100 tak, aby nedošlo k deformaci

Výška hladiny podzemních vod HPV nad úrovní vodovodu $H_{krit}$ [m H <sub>2</sub> O]	Kritický rozdíl tlaků způsobující propadnutí vložky $p_{krit}$ [bar]	Maximální přípustná hodnota vložky SDR, pro zamezení propadnutí v situaci, kdy je trubka prázdná			
		PE 80		PE 100	
		kpw = 1 %	kpw = 4 %	kpw = 1 %	kpw = 4 %
0,0	1,00	44	36	48	39
0,5	1,05	43	35	47	38
1,0	1,10	42	35	46	38
1,5	1,15	41	34	45	37
2,0	1,20	41	34	45	37
2,5	1,25	40	33	44	36
3,0	1,29	40	33	43	36
3,5	1,34	39	32	43	35
4,0	1,39	39	32	42	35
4,5	1,44	38	32	42	34
5,0	1,49	38	31	41	34
5,5	1,54	37	31	41	34
6,0	1,59	37	31	40	33
6,5	1,64	36	30	40	33
7,0	1,69	36	30	39	33
7,5	1,74	36	30	39	32
8,0	1,78	35	29	39	32
8,5	1,83	35	29	38	32
9,0	1,88	35	29	38	31
9,5	1,93	34	29	38	31
10,0	1,98	34	28	37	31



# Postup prací při sanaci

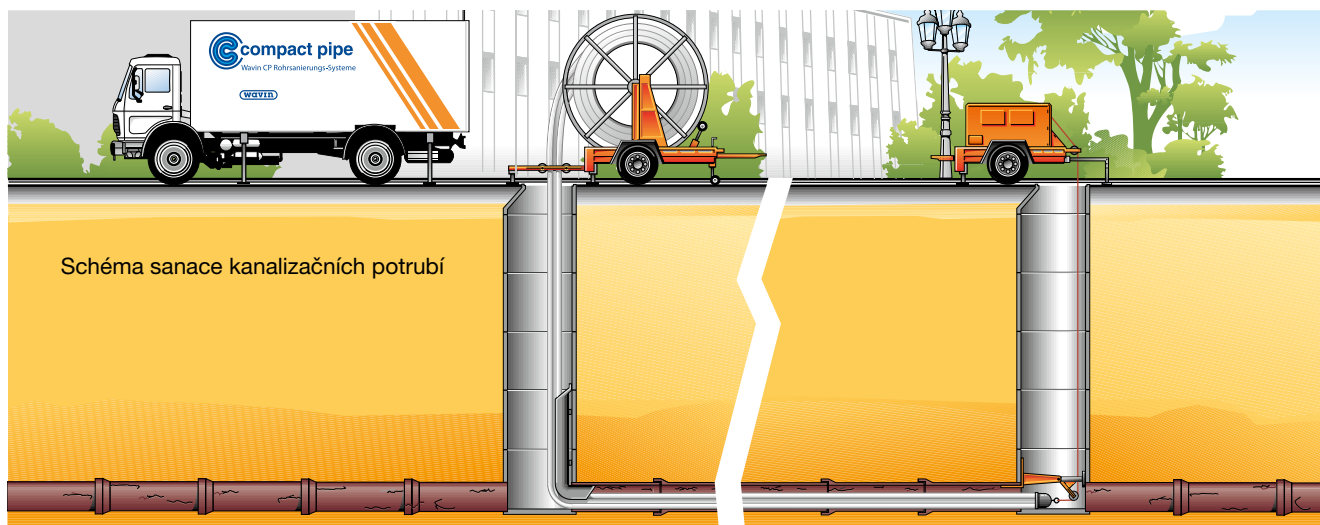
## Postup prací

1. Montážní výkopy – startovací, průběžné a cílové jámy
2. Odstavení stávajícího potrubí z provozu – náhradní zásobování, doba možné odstávky
3. Čištění potrubí – mechanické, tlakové, VVP
4. Prohlídka kamerou – monitoring potrubí
5. Při zjištění překážky (deformace na potrubí, výstupek zasahující dovnitř profilu, svar atd.) pro zatažení CP, následuje důkladnější čištění – frézování, případně se musí provést lokální výkop a překážka odstranit
6. Kalibrace – ověření průchodnosti a kvality čištění, protažení zkušebního kusu
7. Zatažení potrubí Compact Pipe
8. Propaření s následným ochlazením jednotlivých úseků
9. Propojení úseků - relaxace potrubí, fixační body
10. Monitoring sanovaného potrubí – průkaz správné instalace
11. Provedení napojení na stávající potrubí, montáž armatur – bez napětí PE potrubí
12. Dezinfekce, proplach, tlaková zkouška
13. Kontrola a dokumentace – protokoly k výkonům a použitým materiálům
14. Předání stavby

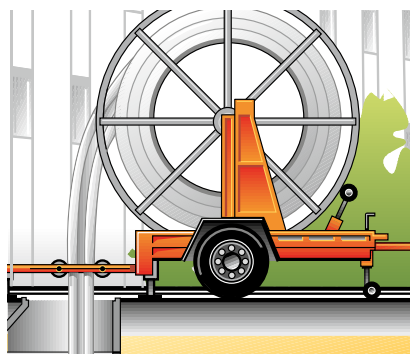
Celkový čas instalace závisí na průměru vložky Compact Pipe nebo přesněji na tloušťce jeho stěny.

## Orientační čas jednotlivých kroků sanace pro vybrané průměry

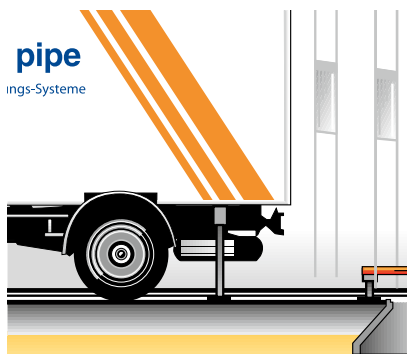
	Zatažení	Příprava pro reversi	Reverse	Přepojení	Celkem
400 m DN 150	1 hodina	1,5 hodiny	4 - 5 hodin	1,5 hodiny	8 - 9 hodin
200 m DN 250	1 hodina	2 hodiny	5 - 6 hodin	2 hodiny	10 - 11 hodin
100 m DN 400	1 hodina	3 hodiny	6 - 7 hodin	3 hodiny	13 - 14 hodin



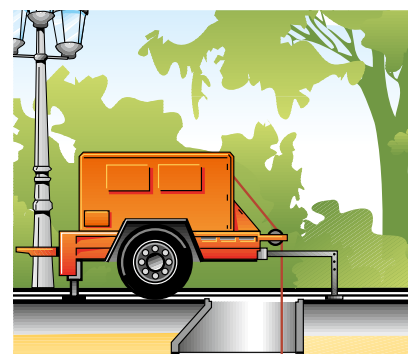
Compact Pipe



Bubnový vůz



Parní jednotka

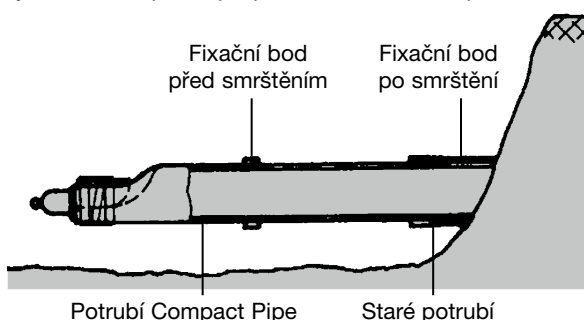


Naviják

# Postup prací při sanaci

## Spojování úseků Compact Pipe

Propojení sanovaných úseků se provádí pomocí standardního PE potrubí. Aby se zabránilo délkovým změnám vlivem teplotní roztažnosti, provádí se před montážními pracemi instalace fixačních bodů. Ideální je spojovat úseky po cca 24 hodinách od odříznutí konce potrubí. Během této doby může nastat změna délky potrubí vlivem teplotní roztažnosti. Pokud se nainstalované fixační body po této době opřou o čelo stěny starého potrubí, pak lze přistoupit k navazujícím pracím. Pokud se fixační body neopřely o čelo stěny starého potrubí, pak je třeba nainstalovat nový fixační bod přilehající přímo k čelu starého potrubí.



Příklad instalace fixačních bodů na potrubí Compact Pipe

Dalším krokem je přechod na standardní rozměrovou řadu PE potrubí. Ten se provádí redukční tvarovkou nebo roztažením konce potrubí expandérem. K samotnému propojení se používají elektrospojky.

Místo montážního výkopu, kde dochází k propojení jednotlivých úseků, je zároveň ideální místo pro vysazení přípojek nebo armatur, které se provádí pomocí standardních PE tvarovek.

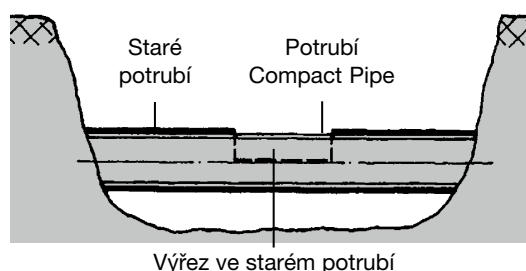
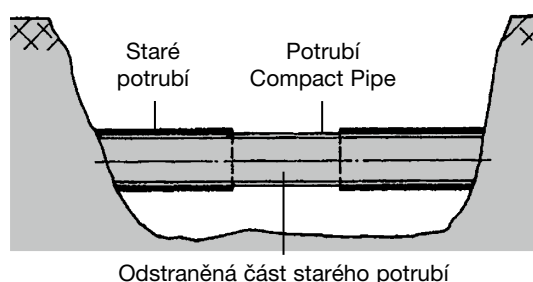


Napojení potrubí Compact Pipe na segmentový oblouk pomocí elektrospojky

## Provedení přípojek u tlakových potrubí

Přípojky se provádí také pomocí standardních PE tvarovek. Výměna existujících přípojek během sanačních prací. Pokud je před zahájením sanačních prací známo, že bude nutná výměna existující přípojky, pak je třeba v místě jejího výskytu otevřít potrubí. V závislosti na průměru je třeba odříznout úsek starého potrubí nebo v něm vyříznout otvor výškou odpovídající minimálně polovině průměru trubky.

Vysazení přípojek se provádí pomocí sedlových tvarovek přímo na potrubí Compact Pipe.



Příklady vyříznutí okna na starém potrubí pro instalaci odboček

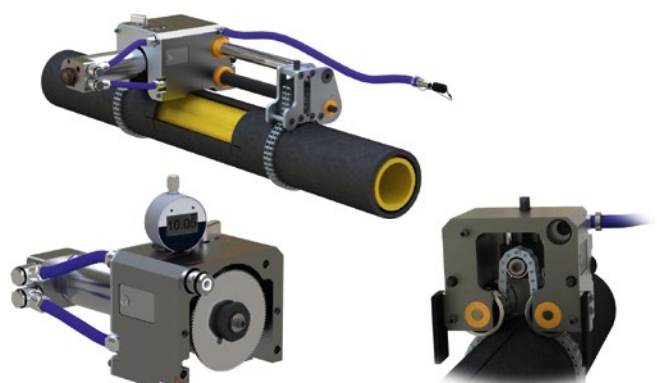


Vysazení přípojky pomocí sedlové tvarovky

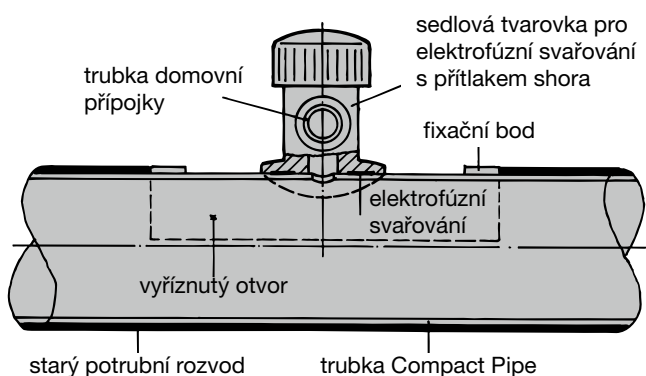
### Montáž dodatečné přípojky

Pokud vyvstane nutnost zhotovit přípojku v určité době od ukončení sanace, je nutné provést lokální výkop. Ve starém potrubí je třeba vyříznout otvor výškou odpovídající polovině průměru potrubí.

- Pokud je staré potrubí zhotoveno z křehkého materiálu (např. azbestocement, kamenina atd.), pak lze požadovaný výřez provést do 2/3 tloušťky stěny a poté fragment potrubí rozbít kladivem, avšak je třeba dávat pozor, aby nedošlo k poškození trubek Compact Pipe.
- V případě ocelových nebo litinových potrubí je třeba otvor vyříznout pomocí vhodného nářadí. Na základě dosavadních zkušeností lze konstatovat, že nejvhodnější z tohoto hlediska je nářadí Window cutter, které prořízne stěnu potrubí, aniž by zasáhlo potrubí Compact Pipe.



Nářadí Window Cutter od firmy Pipe Equipment Specialists Ltd.



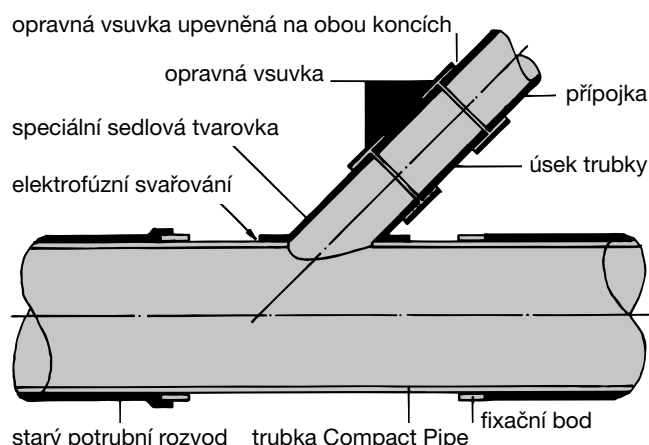
Vysazení domovní přípojky na tlakovém potrubí Compact Pipe

### Provedení přípojek u gravitačních potrubí

Existující domovní přípojky nebo dešťové vpustě mohou být připojeny k potrubí Compact Pipe z vnějšku (využitím lokálního otevřeného výkopu) nebo z vnitřku pomocí dálkově ovládaných robotů.

### Práce v lokálním výkopu

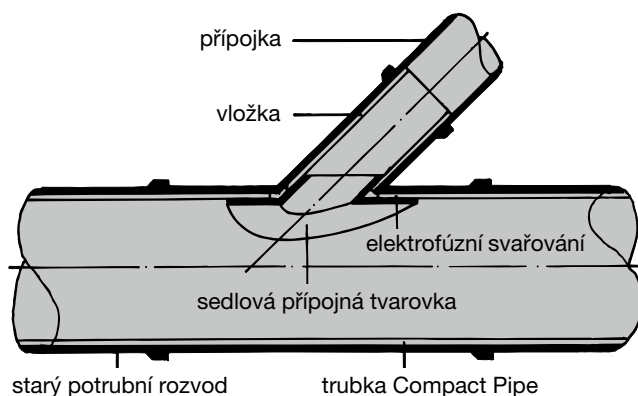
V oblasti připojení domovní přípojky je třeba provést lokální výkop. Trubku domovní přípojky je třeba uříznout ve vzdálenosti cca 0,5 m od ústí do hlavního řadu. V trubce starého potrubí hlavního řadu vyříznout příslušně velký otvor (výškou odpovídající polovině průměru trubky) nebo odstranit celý úsek trubky. Pro připojení domovní přípojky k potrubí Compact Pipe je třeba použít úsek standardního PE potrubí.



Vysazení odbočky v montážní jámě pomocí sedlové tvarovky

### Práce prováděné bezvýkopovou technikou

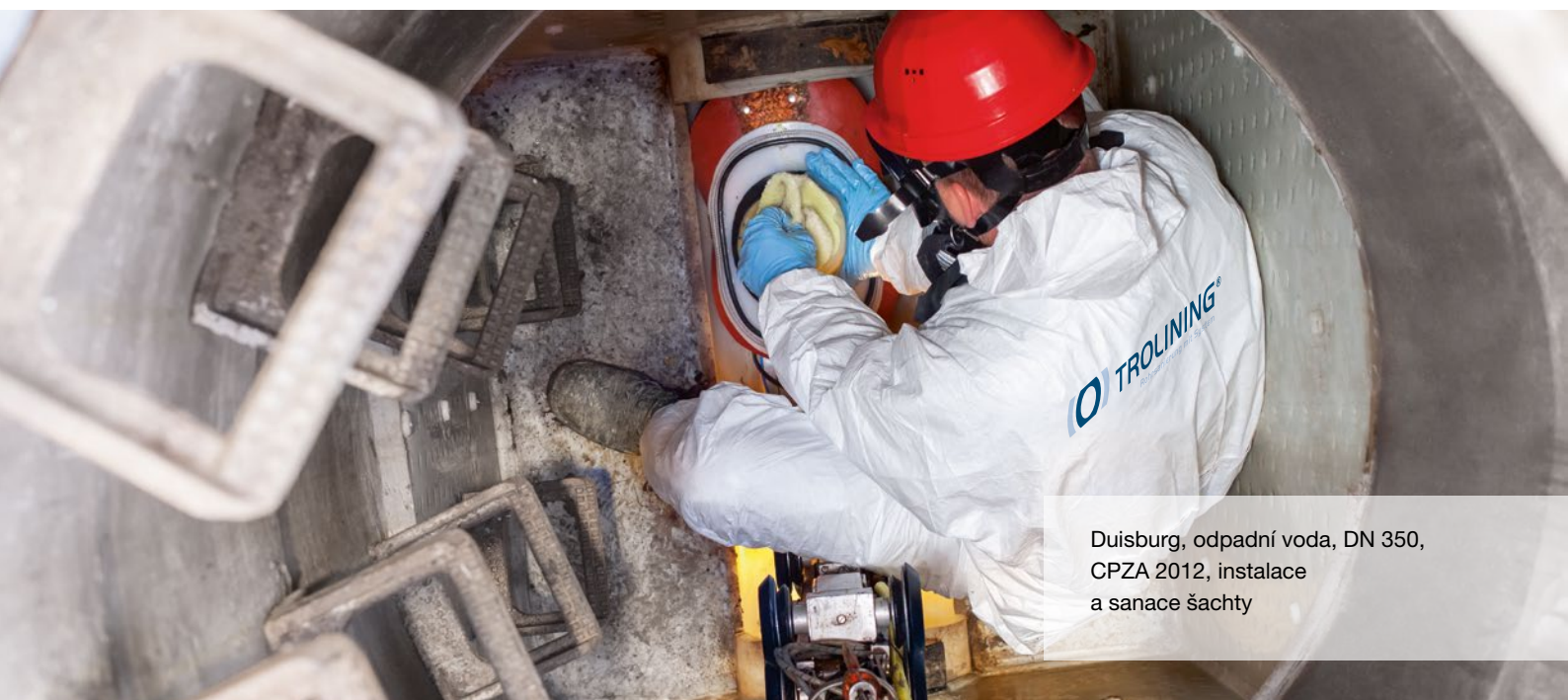
Při použití této metody je třeba určit polohu domovní přípojky před zahájením sanace. Po odříznutí koncovky trubek Compact Pipe v kanalizační šachtě se v místě umístění domovní přípojky vyřízne malý otvor pomocí dálkově ovládaného robota vybaveného frézovací hlavici, což zabraňuje hromadění splašků v domovní přípojce. Další práce lze provádět až následující den. Po úplném otevření profilu domovní přípojky se dovnitř vyfrézovaného otvoru pomocí robota vkládá přípojková tvarovka z PE. Tvarovky se svaří s potrubím Compact Pipe.



Vysazení kanalizační přípojky, bezvýkopově, pomocí robota



# Instalace kanalizačních přípojek



Duisburg, odpadní voda, DN 350,  
CPZA 2012, instalace  
a sanace šachty

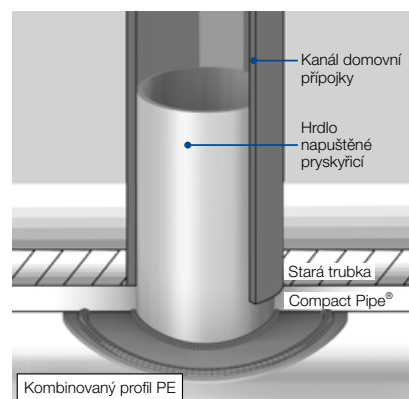
## Bezvýkopové kanalizační přípojky CPZA® 2012

Po instalaci potrubí Compact Pipe do poškozených, beztlakých kanalizačních potrubí se mohou napojit přípojky bezvýkopově pomocí systému CPZA 2012 (napojení přípojek Compact Pipe). Na míru upravený systém CPZA 2012 se spojí s PE vložkou za definovaných podmínek.

CPZA 2012 je kombinovaný profil z PE a hrdla ošetřeného pryskyřicí pro bezvýkopové napojení domovních přípojek. PE profil je přitom vybaven zesíleným připojovacím prvkem pro napojení svařováním na PE vložku a dodatečným těsněním proti tlačící se vodě. Doplnková vnější fólie v oblasti hrdla o délce cca 30 cm zaručuje definované množství pryskyřice a zamezí rozředění v oblasti podzemní vody.

Mohou se napojit běžné přípojky DN 100 až DN 200 na potrubí Compact Pipe DN 250 až DN 500.

Dále je možné napojení přívodů zalisováním s příslušnou reakční pryskyřicí.



CPZA 2012, schéma napojení





### Napojení stávajících přípojek v otevřeném výkopu

Někdy je vzhledem k dodatečným přípojkám nebo speciálním podmínkám nutné napojit domovní přípojky otevřeným výkopem. K dispozici jsou speciální navařovací sedla. Z odchozího hrdla se potom může navařit trubka PE, resp. pomocí adaptéru se může připojit jakýkoli jiný materiál. Takzvaná sedla Top loading jsou k dispozici od DN 200.



### Napojení na PE šachtové systémy

Jestliže se sanované betonové zděné šachty nahrazují šachtami PE (Wavin Tegra), může se Compact Pipe navařit bezprostředně na hrdla PE na šachtě. V případě tohoto použití se nejprve nainstaluje Compact Pipe. Následně se demontuje stará šachta a umístí se nová šachta PE. Standardní hrdla se pomocí elektrospojek připojí na PE šachtu do nové potrubní trasy Compact Pipe.



### Napojení při sanaci šachty PE

Při sanaci šachty PE se stará šachta z libovolného materiálu sanuje buď ve dně šachty kompletně s PE, nebo se žlab adekvátně srovná s korytky PE. V tomto případě se použití potrubí Compact Pipe zafixuje v šachtě pomocí fixačního bodu. Žlabová korytka se nakonec navaří na potrubí Compact Pipe pomocí extrudovaných svarů tak, aby vznikl kompletně těsný systém.



### Napojení pomocí fixačních bodů

Za účelem zajištění polohy v konečných šachtách a mezišachtách se v šachtě na Compact Pipe navaří pevné body. Jako pevné body přitom slouží potrubní segmenty. Jsou spojeny pomocí svařovacích, resp. topných rohoží podélně s potrubím Compact Pipe. Pevné body se přitom umístí uvnitř šachty bezprostředně na vnitřní stěně šachty na přecházející potrubí Compact Pipe. Fixační body nabízejí také přední výrobci tvarovek.



# Produktové portfolio



## Gravitační kanalizace a výtlačky

Pro bezvýkopovou pokládku gravitační kanalizace a výtlačků je k dispozici nová varianta produktů Compact Pipe v kvalitě PE 100. Nový produkt se vyrábí v souladu se zadáním EN ISO 11296-3 a EN ISO 11297-3. Compact Pipe® se může zatáhnout přes stávající šachty a nainstalovat ve starém poškozeném potrubí. Zelená barva je vhodná pro TV inspekci a zajišťuje lepší viditelnost pro analogovou a digitální inspekci TV (viz certifikát IBAK o vhodnosti pro inspekci). Svařování jsou možná neomezeně dle DVS 2207 ve skupinách tavného indexu 003 až 010.

**NOVINKA:** Dle jakostní směrnice SKZ/TÜV-LGA (trubky, šachty a stavební díly) ze září 2013 prokazuje potrubí Compact Pipe® z PE 100, zelené barvy, požadovanou hodnotu FNCT > 1600 h.

**NOVINKA:** Nadále je k dostání Compact Pipe v kvalitě PE 80, barva natur/bílá. Použitý materiál PE 80 RT (Raised temperature – vyšší teplota) splňuje požadavky ISO 24033, PE-RT typ 2 pro trvalou teplotu 70 °C při průtoku horkého média.





# Zajištění jakosti

## Rozsáhlé řízení jakosti

Obdobně jako u výroby standardního potrubí PE se na materiálu provádějí všechny zkoušky potřebné pro monitorování kvality, jako například tahové zkoušky nebo stanovení hustoty a obsahu vlhkosti. Na hotovém potrubí Compact Pipe se kvalita kontroluje pomocí dlouhodobé zkoušky.

Na vývojovém diagramu (vpravo) jsou znázorněny stupně zajištění jakosti v časovém sledu. U zkoušky „M produktu“ (manufactured – vyrobeno) se bezprostředně po extruzi testuje stávající tvarová paměť potrubí. U zkoušky „I produktu“ (installed – nainstalováno) se v laboratoři simuluje reverse potrubí Compact Pipe (zkouška šarže). Potrubí Compact Pipe se vyexpeduje pouze tehdy, pokud tento test absolvuje úspěšně.

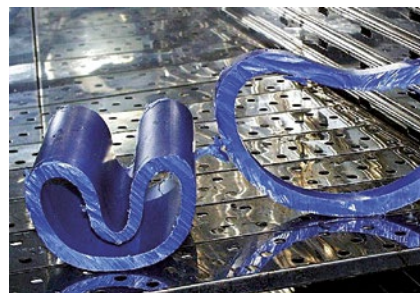
## Kvalitní materiál

Potrubí Compact Pipe se vyrábí v souladu s předpisy 11296-3 až 11299-3. Tyto předpisy zahrnují média: odpadní vodu, průmyslovou odpadní vodu, pitnou vodu a plyn. V normách je specifikován stav M (manufactured – vyrobeno) a stav I (installed – nainstalováno). Pro výrobu potrubí Compact Pipe se používá výhradně PE 80/PE 100/PE 100 RC. Již při dodání se provádějí první kontroly materiálu. Potrubí Compact Pipe se nejprve extruduje jako standardní potrubí PE a následně se provede předběžné tvarování. Aby se dosáhlo požadované tvarové paměti, má velký význam teplota materiálu. Na základě zkušebních dílů se kontroluje, zda je tato tvarová paměť v požadované míře. Až po úspěšné zkoušce se potrubí navíjí na buben (stav M). Při závěrečné zkoušce reverse v laboratoři se simuluje instalační proces na stavbě. Lze tak zaručit, že finální produkt vyrobený v závodě vyhovuje vysokým jakostním standardům.

Zadavatel dostane při přípravě instalace s potrubím Compact Pipe statický výpočet. Při převímce se kromě běžných inspekcí TV a tlakových zkoušek používají speciální protokoly, které poskytne dodavatel.

## Chemická odolnost

Chemická odolnost potrubí Compact Pipe je dána na základě vlastností materiálu PE pro komunální odpadní vodu u hodnot pH od 2 (kyselá) do pH 12 (zásaditá). U průmyslových odpadních vod se musí dodržovat tabulka chemické odolnosti, kterou vydala společnost Wavin. Dle SKZ/TÜV-LGA jakostní směrnice „Trubky, šachty a stavební díly“ ze září 2013, prokazuje potrubí Compact Pipe z PE 100, zelené barvy, požadovanou hodnotu FNCT > 1.600 h.

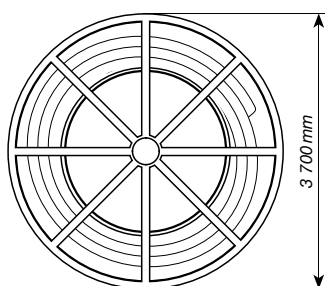


Tvarová paměť



# Katalog výrobků

## Rozvody vody



**Předtvarované potrubí PE 100 RC**  
Jednovrstvé, celé modré.

**Compact Pipe – voda – PE 100 RC – modrá – SDR 21, SDR 26 – PN 8, PN 6**

DN mm	Rozsah expanze vložky mm	Nový vnitřní průměr mm	Tloušťka stěny DN/SDR mm	Maximální délka návinu m
150	145 – 152	138	5,8	600
200	194 – 204	185	7,7	440
250	241 – 253	231	9,6	370
300	289 – 306	277	11,5	210
350	340 – 357	323	13,5	160
400	385 – 404	369	15,4	135
450	436 – 458	403	23,3	93
500	485 – 509	448	25,8	90

**Compact Pipe – voda – PE 100 RC – modrá – SDR 17 – PN 10**

DN mm	Rozsah expanze vložky mm	Nový vnitřní průměr mm	Tloušťka stěny DN/SDR mm	Maximální délka návinu m
150	145 – 152	132	8,8	600
175	175 – 180	154	10,3	600
200	194 – 204	176	11,8	400
225	217 – 228	199	13,2	330
250	241 – 253	221	14,7	330
280	280 – 294	247	16,5	250
300	289 – 306	265	17,6	190
350	340 – 357	309	20,6	150
400	385 – 404	353	23,5	93



# Katalog výrobků

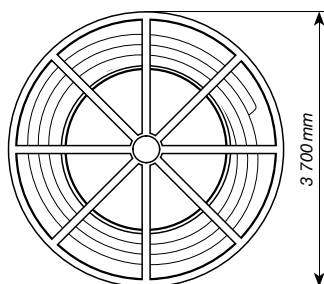
## Rozvody kanalizace



### Compact Pipe – kanál – PE 80 RT – bílá – SDR 21, SDR 26

Materiál PE 80 RT odolává vyšším teplotám.

DN mm	Rozsah expanze vložky mm	Nový vnitřní průměr mm	Tloušťka stěny DN/SDR mm	Maximální délka návinu m
150	145 – 155	138	5,8	600
200	194 – 208	185	7,7	440
250	241 – 258	231	9,6	370
300	289 – 309	277	11,5	210
350	340 – 364	323	13,5	160
400	385 – 412	369	15,4	135
450	436 – 467	415	17,3	93
500	485 – 519	450	24,9	90



Předtvarované potrubí PE 80 RT  
Jednovrstvé, celé bílé.

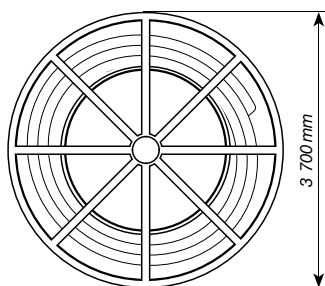
# Katalog výrobků

## Rozvody kanalizace



Compact Pipe – kanál – PE 100 – zelená – SDR 21, SDR 26

DN mm	Rozsah expanze vločky mm	Nový vnitřní průměr mm	Tloušťka stěny DN/SDR mm	Maximální délka návinu m
150	145 – 155	138	5,8	600
200	194 – 208	185	7,7	440
250	241 – 258	231	9,6	370
300	289 – 309	277	11,5	210
350	340 – 364	323	13,5	160
400	385 – 412	369	15,4	135
450	436 – 467	415	23,3	93
500	485 – 519	461	24,9	90



Předtvarované potrubí PE 100  
Jednovrstvé, celé zelené.

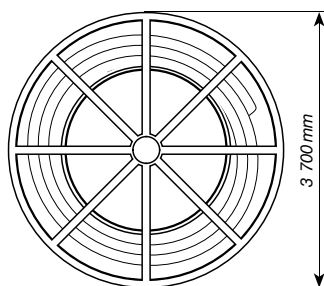
# Katalog výrobků

## Rozvody plynu



Compact Pipe – plyn – PE 100 RC – oranžovožlutá – SDR 17, SDR 21 – PN 6, PN 5

DN mm	Rozsah expanze vložky mm	Nový vnitřní průměr mm	Tloušťka stěny DN/SDR mm	Maximální délka návinu m
150	145 – 152	133	8,5	600
175	175 – 180	154	10,3	600
200	194 – 204	177	11,4	400
250	241 – 253	221	14,2	330
300	289 – 303	266	17,0	190
350	340 – 357	310	19,9	150
400	385 – 404	354	22,7	93
450	436 – 458	415	23,3	93
500	485 – 509	461	24,9	90



Předtvarované potrubí PE 100 RC  
Jednovrstvé, celé oranžovožluté.



## Užitečné informace k technologiím pokládky

- ▶ aktuální podklady k bezvýkopovým 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.

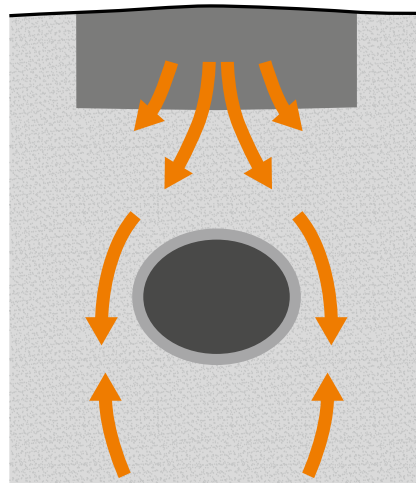
Na rozdíl od tuhých se pružné potrubí pod zátěží deformují, vzniká u nich ovalita, ale neprasknou. Ovalita může dosahovat značných hodnot. Velikost ovality plastového potrubí uloženého v zemi závisí především na vlastnostech okolního materiálu a pouze v daleko menším měřítku na kruhové tuhosti potrubí. 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 hodnotu 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.

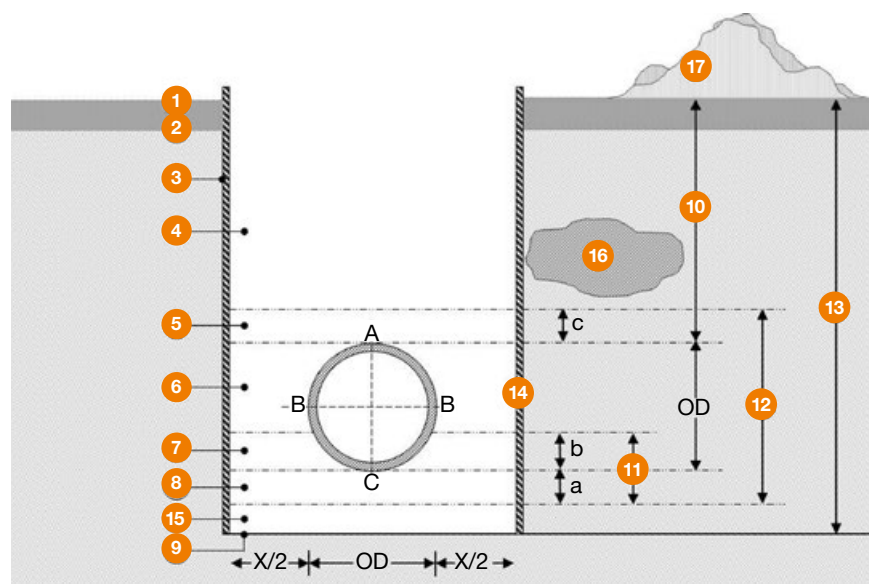
Úhly sklonu šikmých svahů ve výkopech

Zemina	Úhel sklonu svahu $\beta$ [°]
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) uloženého 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

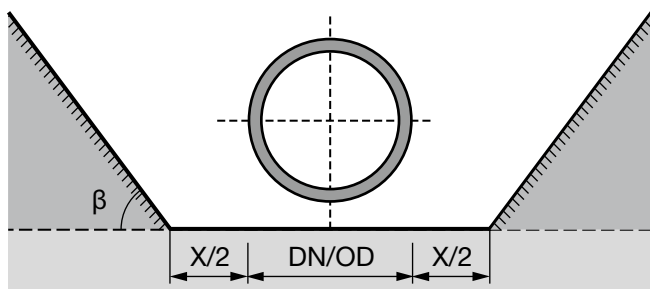
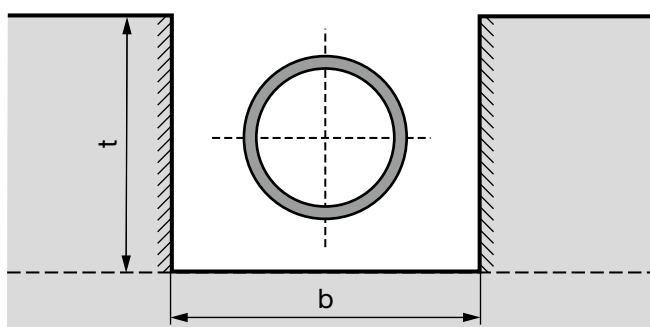
Šířku výkopu obvykle řeší projekt v návaznosti na podmínky statického posouzení. Nejlepší je co nejužší, protože rostlý terén podepře potrubí nejlépe (norma ovšem pamatuje na bezpečnou a přesnou práci, což výkop rozšíří minimálně na  $OD + 40$  cm, běžně ovšem více). Přílišné snížení neumožní hutnit 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 ještě méně 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	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
$\leq 225$	$b = d_e + 400$	$b = d_e + 400$	
$> 225 \leq 350$	$b = d_e + 500$	$b = d_e + 500$	$b = d_e + 400$
$> 350 \leq 700$	$b = d_e + 700$	$b = d_e + 700$	$b = d_e + 400$
$> 700 \leq 1200$	$b = d_e + 850$	$b = d_e + 850$	$b = d_e + 400$

$d_e$  = vnější průměr trubky OD,  $\beta$  = 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 ztuhnit na požadovanou hodnotu, jinak se vystavujete nebezpečí vzniku podélné a příčné deformace uloženého potrubí. Ztuhnutí dna výkopu se provádí za pomoci hutnicích mechanismů.

## Pískové lože

Zhotovte pískové lože na dně výkopu a řádně vyrovnejte do požadované nivelity (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 (zrnatost 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 nehutní nad vrcholem potrubí.

Jakmile dosáhnete výšky 30 cm nad vrcholem potrubí, je možno pro zhotovení zásypu použít již výkopový materiál, jehož zrnatost 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

		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)		
Druh a zóny zhutňovacích strojů	Provozní hmotnost [kg]	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 50 m 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 předepsat zásyp zeminou vhodnou.

### Příklady, jak v praxi dosáhnout vybraného stupně zhutnění nesoudržné zeminy

Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 88% st. SPD	Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 90% st. SPD
1. 2× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 10 cm („dusání“ zeminy nohama z obou stran instalovaného potrubí).	1. 3× 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.	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. 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.	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. 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.	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 92% st. SPD	Příklady hutnění obsypu a zásypu k dosažení 95% st. SPD
1. 3× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 8 cm („dusání“ zeminy nohama z obou stran instalovaného potrubí).	1. 4× provést manuální hutnění jednotlivých vrstev zeminy o výšce 8 cm („dusání“ zeminy 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.	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. 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.	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. 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.	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. Provedte zásyp zeminou včetně hutnění minimálně 50 cm nad ustálenou hladinu spodní vody, případně 50 cm nad šterkový zhutněný zásyp potrubí. Teprve po takto uloženém 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 zemínou 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 zhutnit, musíme ji nahradit nebo upravit příměsí pojiva, popř. mechanicky mísením s jinou granulometricky odlišnou zemínou tak, abychom dosáhli lepších mechanických vlastností zeminy a lepší zpracovatelnosti. Doporučené hodnoty míry zhutnění 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 zvětralé 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 zemínou 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 porov-

nání 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.

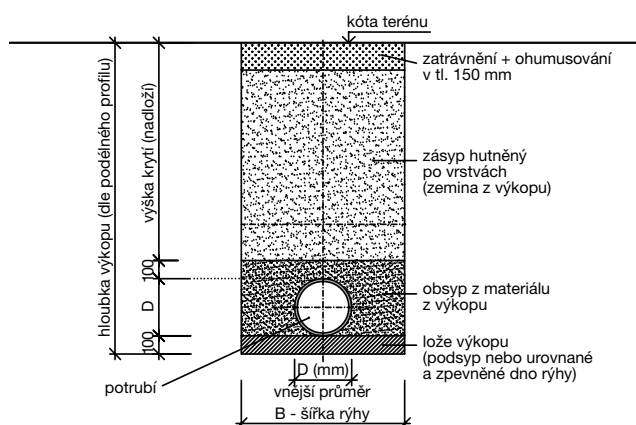


Schéma uložení potrubí bez pískového lože ve volném terénu

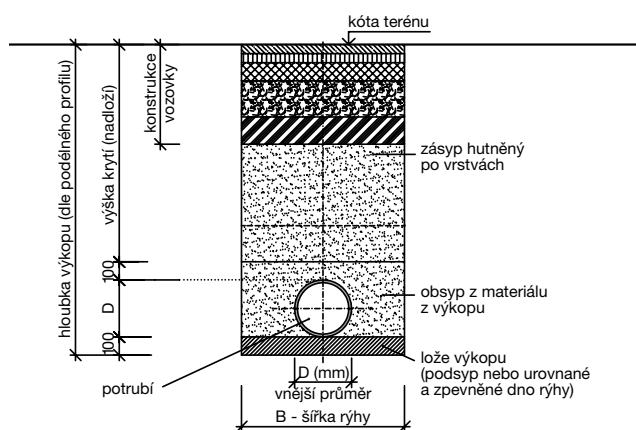


Schéma uložení potrubí bez pískového lože ve volném terénu



# 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).

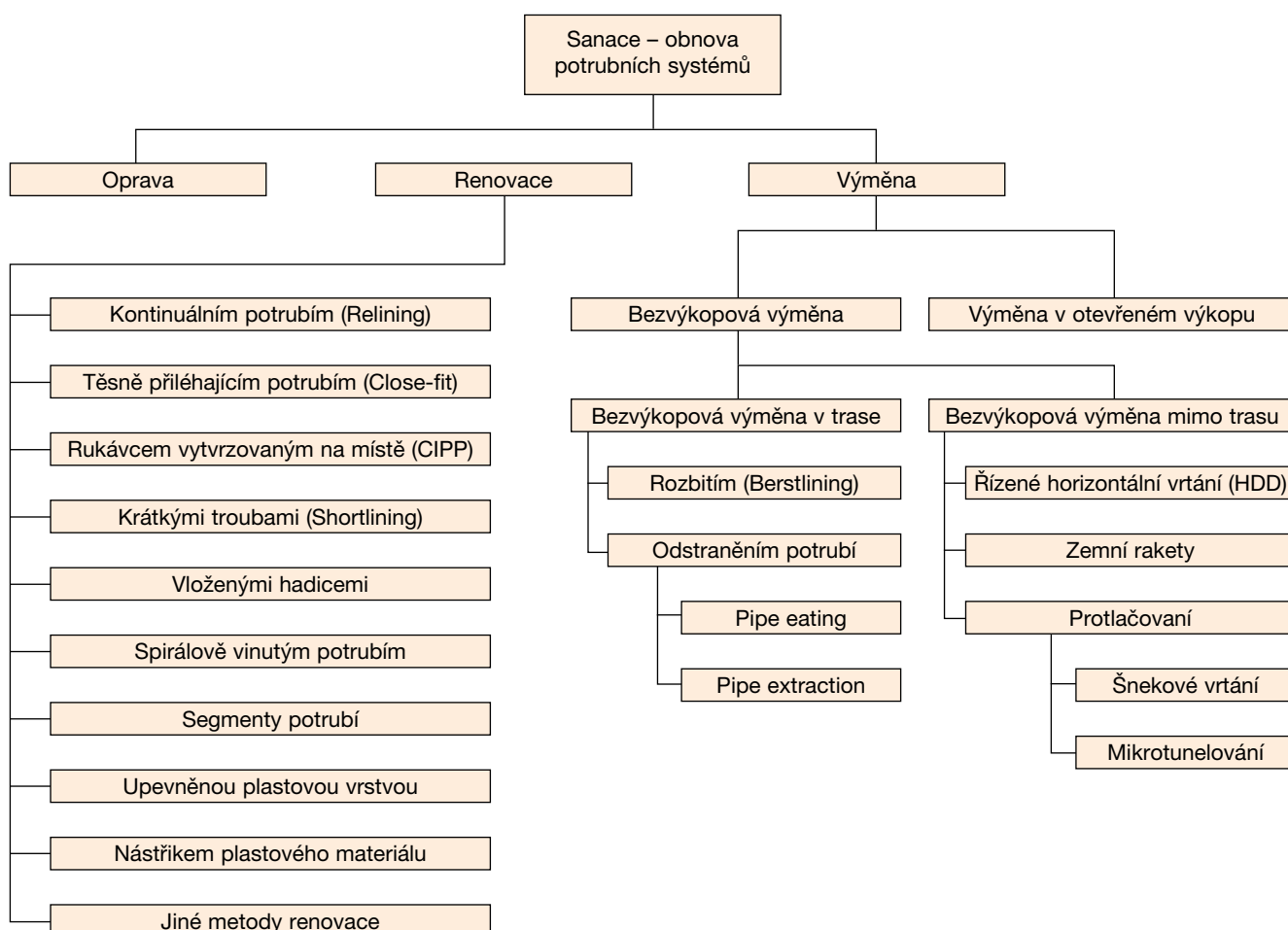
**Sanace neboli obnova (rehabilitation)** – všechny prostředky pro obnovení nebo zlepšení funkce stávajícího potrubního systému.

**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 nesoucího 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 údajem 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 provedeném 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 d140mm 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 roztlačuje 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 roztlačení 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  
technologíí 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 zemi nezbývá 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 například 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 připojeny 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 6 m 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 trhač 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. Technologíí 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 vyměňovaných 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

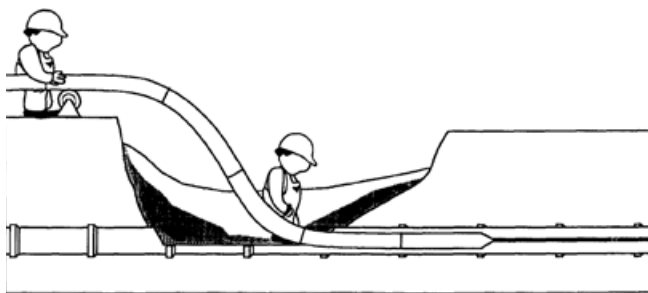
Renovace jsou typické využitím stávajícího potrubí k zlepšení funkce potrubního rozvodu. Mezi renovace, pro které se používá PE potrubí, patří technologie Relining (vyvložkování kontinuálními trubkami), která spočívá v zatažení PE potrubí menšího průměru nebo technologie Close-Fit (vyvložkování těsně 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 zapuštěné 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.



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.



Sanace ocelového vodovodního potrubí DN 300 technologií Relining ve Štětí



### 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

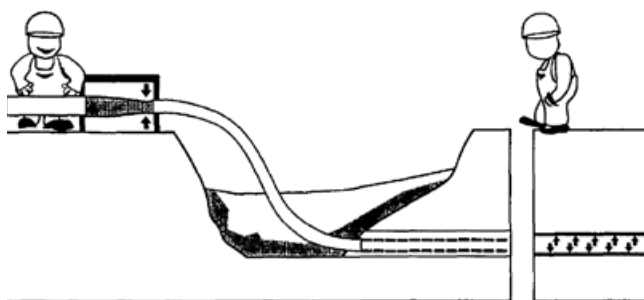


### Close-Fit (redukce na stavbě)

Sanace potrubních rozvodů metodou Close-Fit spočívá v zatažení 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 redukcí 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 tahovou 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 redukcí profilu PE potrubí (o cca 10-14 %) před vtažením do původního potrubí přes upínací čelisti, za působení stálé konstantní tahové síly. Za stálé konstantní tahové 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 odřízne tahná 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.



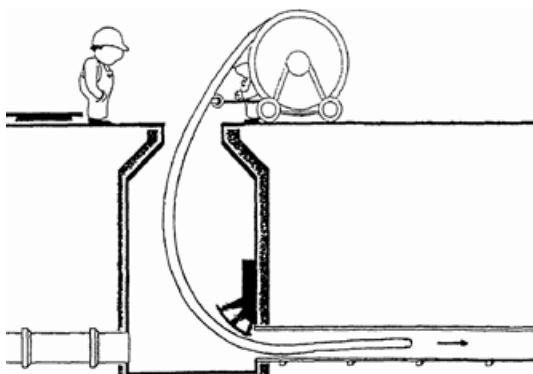
Sanace ocelového vodovodního přivaděče DN 800 v Chrudimi technologií Close-Fit (na stavbě)

# 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 bubnu a je bez jakýchkoli spojů. Spoj se provádí pouze mezi jednotlivými úseky svařováním pomocí elektrotvarovek nebo svařováním „na tupo“, což zaručuje 100% těsnost celého systému. Potrubí Compact Pipe se vyrábí v průměrech DN 100 až DN



Compact Pipe  
(PE 100 RC)

500 mm. Pro výrobu se používá výhradně nejvyšší kvalita barevných granulát, protože u této technologie nesmí být o kvalitě materiálu žádné pochybnosti. Touto metodou lze sanovat potrubní vedení z jakéhokoliv 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.



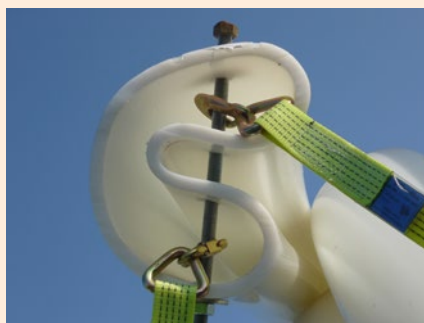
# Reference Compact Pipe



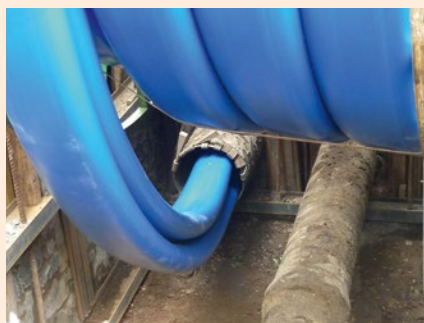
Sanace ocelového přivaděče surové vody Hulín - Kroměříž DN309 vyřešila zásobování vodou celého okresu Kroměříž



Sanace plynovodu DN 500 v centru Prahy 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