

SMĚRNICE CzSTT PRO BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE

Protlaky technologií horizontálně řízeného vrtání

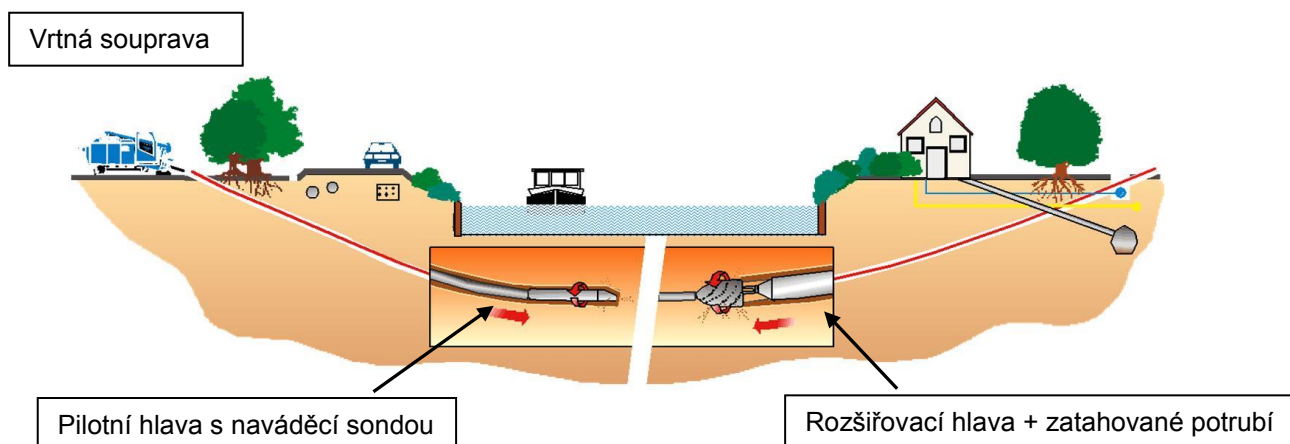
Tým autorů: Ing. Michal Sodomka, Ing. Ivan Demjan, Daniel Šnajdr, Ing. Petr Krejčí, Ing. Juraj Barborík

1. ÚVOD

Technologie HDD (horizontálně řízené vrtání) je obecně založena na principu rozplavování zeminy vysokotlakou směsí vody, bentonitu a dalších přídavných látek. Vrtání není prováděno jen horizontálně, směr vrtání je výsledkem lokalizace vyskytujících se sítí, zařízení a staveb z hlediska předepsaných bezpečnostních odstupů a cíle, který má být provedením touto bezvýkopovou technologií dosaženo.

Pracovní postup se skládá ze tří základních technologických kroků:

- provedení pilotního vrtu
- rozšíření vrtu na požadovaný průměr (určuje se v závislosti na průměru zatahovaného potrubí, délce protlaku, geologických podmínkách,)
- zatažení smontovaného potrubí do připraveného vrtu



Obr. č. 1 – Schéma realizace vrtu

2. POUŽITÍ TECHNOLOGIE

Technologie horizontálně řízeného vrtání se využívá pro realizaci podchodů různých překážek, dopravních cest a míst se špatnou dostupností pro otevřené výkopy. Vrty jsou prováděny hlavně tam, kde je požadavek na zachování stávajícího provozu, neporušení současných povrchů a přístupnost místa realizace. Dále musí být posouzeny i ekonomické aspekty a musí být posouzen dopad na životní prostředí, kdy ještě je výhodné „kopat“ a kdy už je výhodnější bezvýkopová technologie. Z výše uvedeného tedy vyplývá, že tato technologie se využívá na podchody:

- silnic a dálnic
- železnice
- vodní toky a plochy
- letištní plochy
- haly

Platná verze od 14.8.2018

- parkoviště
- podzemní objekty
- zelené plochy kde nelze kopat (parky, sady, vinohrady, ..)

2.1 Realizace liniových staveb

Při provádění liniových staveb a spojování dvou navazujících úseků je nutné brát ohledy na přirozené teplotní změny zatahovaného potrubí. Tento problém se nejčastěji vyskytuje u PE potrubí. V případě zatahování potrubí, kdy jeho teplota je vyšší než 15 °C lze očekávat po jeho ochlazení smrštění (vyrovnání teploty potrubí s okolní zeminou). Proto nesmí dojít ke svaření potrubí dvou úseků v šachtě dříve, než dojde k vyrovnání těchto teplot. V případě předčasného svaření hrozí, že vlivem smršťování dojde k poškození provedeného svaru.

2.2 Inženýrské sítě, objekty a stavby v trase

Při plánování a projektování této BT musí být dostupnými prostředky zjištěn stav a situace v uvažované trase. Jedná se zejména o výskyt inženýrských sítí v místě, podzemních částí staveb a objektů, geologie zemin v trase tak, aby se omezila rizika neúspěchu při samotném provádění. Je doporučeno využít nedestruktivních metod (georadary), dostupné dokumentace v archívech správců a provozovatelů existujících sítí, ale i znalostí a zkušeností místních podmínek před zpracováním prováděcí dokumentace.

Při plánování křížení pilotního vrtu s IS je nutné počítat s průměrem největší rozšiřovací hlavy. Tzn., že k poloměru této hlavy bude ještě připočtena bezpečnostní rezerva (min. 0,5 m) tak, aby nedošlo k poškození stávající IS.

3. POJMY, ZKRATKY A TERMINOLOGIE

HDD – HorizontalDirectionalDrilling = horizontálně řízené vrtání

d_e , OD – External (nebo Outside) Diameter = vnější průměr (obvykle v mm)

e – tloušťka stěny celková (obvykle v mm)

SDR – Standard Dimension Ratio = standardní rozměrový poměr (d_e / e)

IS – inženýrské sítě

PD – projektová dokumentace

POV – plán organizace výstavby

ČSN – česká technická norma

ČSN EN – evropská norma přijatá a převzatá do systému ČSN

ČSN EN ISO – celosvětová norma převzatá do systému norem EN a do systému ČSN

TNV – odvětvová technická norma (pro vodní hospodářství, pro plynárenství, apod.)

ČPHZ – činnost prováděná hornickým způsobem

OBÚ – obvodní báňský úřad

GPS – GlobalPositioning Systém = globální polohový systém

BT – bezvýkopová technologie

PE-RC = polyetylén odolný proti šíření trhlin – (druh materiálu potrubí používaného pro HDD)

PE – polyetylén

PUR – polyuretan

4. POPIS PROVÁDĚNÍ BT

4.1 Pilotní vrt

Jedná se o první technologický krok. Trasa pilotního vrtu je řízena pomocí vrtné hlavy, která má na přední části vyrobeno zkosení. Pomocí natočení tohoto zkosení je prováděno samotné navádění pilotního vrtu. Aby obsluha zařízení měla dostatečné informace pro navádění pilotního vrtu, je v těle

Platná verze od 14.8.2018

řídící hlavy osazena měřící sonda. Tato sonda vysílá signál, který je na povrchu jímán do přijímače a vyhodnocován. Na obrazovce přijímacího zařízení jsou uvedeny čtyři základní údaje:

- natočení vrtné hlavy (klínu)
- pod jakým úhlem je v daný okamžik vrt veden (stoupání, klesání)
- na displeji je uvedena aktuální hloubka pilotního vrtu
- směr vrtu

Při realizaci pilotního vrtu je do řídící hlavy přes pilotní tyče vháněn výplach, tvořený směsí vody a bentonitu. Poloměry pro zatočení pilotních vrtů jsou omezeny dvěma základními faktory. Prvním a nejdůležitějším aspektem je samotná tuhost pilotních tyčí, a druhým faktorem jsou vlastnosti prostředí, ve kterém je vrt veden, především jeho geologické složení, jeho soudržnost a pevnost. Tuhost tyčí vychází hlavně z jejich průměru a typu. Pro snadné provedení pilotního vrtu musí být průměr řídící hlavy větší než největší průměr pilotní tyče. Pro provedení pilotních vrtů se může používat několik druhů měřících systémů, které jsou obvykle schopny měřit do hloubky cca 20 m. V případě, že je třeba vrt realizovat ve větších hloubkách, nebo v místech kde není možný pohyb personálu nad vrtnou hlavou (vysoké násypy, vodní tok,...), je nutné použít tzv. kabelovou sondu, nebo jiné řešení umožňující řízení pilotního vrtu.

4.2 Rozšíření vrtů

Po dokončení pilotního vrtu je vrtná hlava demontována a místo ní je na vrtné tyče nasazena rozšiřovací hlava.

Rozšiřování pilotního vrtu probíhá ve směru od cílové jámy zpět ke stroji. Rozšiřovací hlava je osazena karbidovými zuby, které během rotace hlavy zeminu postupně odřezávají a rozmělňují. Do vrtné hlavy je dutými vrtnými tyčemi čerpán bentonitový výplach, který se mísí s odvrtanou zeminou a má úkol tuto zeminu dopravit do startovací a cílové jámy tak, aby byl uvolněn prostor pro vtažení potrubí.

Rozšíření vrtu se může realizovat v několika stupních (krocích) a to v závislosti na průměru zatahovaného potrubí a délce protlaku.

Je obvyklé, že během procesu rozšiřování jsou za rozšiřovací hlavou do vrtu vtahovány volné vrtné tyče, které po dokončení kroku rozšiřování a demontáži rozšiřovací vrtné hlavy jsou připojeny k vrtné soupravě, na opačné straně je namontována následná rozšiřovací vrtná hlava a rozšiřování může pokračovat dalším krokem. V určitých případech, kdy je vrt přímý a půdní podmínky jsou tvořeny kompaktním prostředím, je možné vtahování tyčí do vrtu vynechat a vrtné tyče protlačit vrtem ze strany stroje jako tomu bylo u pilotního vrtu. Existuje zde však riziko, že si vrtné tyče najdou novou cestu a přesné provedení pilotního vrtu již bude minulostí a pilotní vrt bude nutno opakovat. Proto tuto techniku doporučujeme pouze v ideálních případech.

Velikost rozšíření se obecně počítá jako 1,2 až 1,3 násobek největšího průměru zatahovaného potrubí (u litinového potrubí je nutné počítat s vnějšími rozměry hrdlového spoje). Koeficient ovlivňují vlastnosti vrtného prostředí, tedy jeho soudržnost, reologické vlastnosti apod. U nestabilních zemin se silným vlivem podzemních vod lze uvažovat i s rozšířením až o 1,5 násobku největšího průměru zatahovaného potrubí. Rozhodnutí o velikosti rozšíření provede zodpovědný pracovník obsluhy stroje.

4.3 Zatahování potrubí

Jedná se o poslední technologický krok.

Platná verze od 14.8.2018

Pro zatažení potrubí je na vrtné tyče připojena rozšiřovací hlava tak jako v předchozích krocích, k ní bude připevněna točivá spojka a za ni bude připojeno potrubí osazené zatahovací hlavou. Točivá spojka zajišťuje, aby připojené potrubí při zatahování nerotovalo. Při zatahování potrubí rozšiřovací hlava stále rotuje a do protlaku stále vhání bentonitový výplach, který slouží ke snížení třecích sil a transportu nadbytečné (odvrtané) zeminy z protlaku ven.

Do vrtu lze zatahovat buď jedno potrubí, anebo svazek více trub.

4.4 Vrtný výplach

Vrtný výplach je jednou z rozhodujících veličin pro úspěšnou realizaci řízených vrtů. Slouží k provedení pilotních vrtů, rozšiřování vrtů a podporuje snadné vtahování potrubí (snižuje tření na stěnách zatahovaného potrubí). Při vrtání v pevných horninách může vrtný výplach sloužit i k pohonu valivých dlát ve vrtu.

Vrtný výplach se skládá ze dvou základních složek, a to vody a bentonitu. U složitějších vrtů (v nestabilním geologickém prostředí) se do základní směsi ještě přidávají různé chemické přísady, které slouží k zlepšení hydraulických vlastností výplachu.

Vlastnosti výplachu musí být po dobu realizace vrtu konstantní tak, aby nedošlo ke snížení schopnosti unášet transportovanou zeminu v bentonitové suspenzi a následně nedošlo k ucpání vrtu.

JE NEPŘÍPUSTNÉ PROVÁDĚT VRTY A VTAHOVAT POTRUBÍ DO VRTU BEZ POUŽITÍ BENTONITU RESP. POMOCNÝCH PŘÍRAD. U vrtu, který není dostatečně vypláchnut a obsahuje stále větší objem zeminy než je objem vtahovaného potrubí, dochází k zvýšenému namáhání potrubí tahem a k jeho poměrně snadné destrukci (zploštění, nevratné natažení potrubí, ztráta pevnostních vlastností potrubí atd.). Rovněž může dojít ke zvýšení odporů při vtahování přes maximální tah stroje a ke kolapsu vrtu.

Odvrtaná zemina smíšená s výplachem, která byla transportována do jam, musí být likvidována stejně jako výkopek při výkopových pracích a projekt pro řízené horizontální vrtání s touto likvidací musí počítat!

Základní funkce výplachu:

- Uvolňuje a rozplavuje zeminy
- Transportuje odvrtané a rozmělněné částičky zeminy z vrtu
- Utěsňuje a stabilizuje stěny vrtu, zamezuje přítoku podzemní vody do vrtu (resp. jej omezuje)
- Snižuje opotřebení vrtných nástrojů
- V určitých případech slouží pro pohon vrtných nástrojů (vrtání ve skalním prostředí)
- Průtokem bentonitové suspenze dochází k chlazení vrtných nástrojů a vrtné soupravy
- Ve výplachu nesmí být používány toxické chemické látky, které by mohly znečistit podzemní vody
- Po dokončení vrtu slouží výplach s rozmělněnou zeminou jako výplň prostoru, který vznikne mezi zataženým potrubím a stěnou vrtu

5. POŽADAVKY NA BEZPEČNOST PŘI PROVÁDĚNÍ BT

5.1 Inženýrské sítě, objekty a stavby v trase

Před zahájením prací musí být provedeno vytyčení všech IS, které se nacházejí v trase vrtu a v nezbytné vzdálenosti před startovací jamou i za cílovou jamou. Vytyčení polohy IS musí provést pouze správce dané sítě. V případě křížení nebo souběhu s IS v jejím ochranném pásmu (dle platné ČSN 73 6005) je nezbytně nutné znát přesnou polohu dané IS.

V případě porušení IS je nezbytně nutné neprodleně o této události informovat správce dané sítě.

5.2 Železnice

Provádění protlaků pod železniční tratí patří mezi nejvíce rizikové práce. Protlaky jsou prováděny převážně na kolejích, na kterých není přerušen provoz. Práce musí být provedeny podle podmínek stanovených ve vyjádření Správy železničních dopravních cest v projektové dokumentaci atd. Z tohoto důvodu je nezbytně nutné při realizaci pilotního vrtu určit pracovníka (bezpečnostní hlídka), který bude při měření dohlížet na provoz na trati a upozorňovat další zaměstnance na blížící se vlak. O realizaci vrtných prací musí být informován odpovědný zaměstnanec správce železnice. Pracovníci budou oblečení do reflexních výstražných vest. Pracovníci musí mít oprávnění ke vstupu do železniční dopravní cesty vydané SŽDC a splňovat podmínky stanovené předpisem vydaným SŽDC.

5.3 Komunikace

Realizace protlaků musí probíhat dle podmínek uvedených ve vyjádření správce komunikace k PD, který buď umožní vstup pracovníků na komunikaci, nebo ne. Na základě tohoto vyjádření bude zvolena technika provádění protlaku.

Pracovníci budou oblečení do reflexních výstražných vest.

5.4 Vodní toky

Křížení vodních toků je nejnáročnější kategorií realizací výstavby s využitím HDD. Může se postupovat dvěma způsoby. První možností je natažení a ukotvení lana z břehu na břeh a navádění pilotního vrtu z člunu. U této realizace musí z důvodu bezpečnosti mít pracovníci oblečenou plovací vestu. V případě husté lodní dopravy, nebo šířce toku je druhou možností navádění vrtu pomocí kabelové sondy.

5.5 Startovací a cílové jámy

Pro realizaci většiny protlaků je nutné připravit startovací (jámy u stroje) a cílové (jámy u zatahovaného potrubí) jámy. Tyto jámy musí splňovat všechny náležitosti ohledné bezpečnosti, a to především:

- Jáma musí zapažena, jediný volný prostor je v místě průchodu vrtného náradí a zatahovaného potrubí
- Pažení musí být provedeno tak, že horní hrana pažení bude vyčnívat min. 30 cm nad okolní terén, tak aby bylo zamezeno pádu volné zeminy a kamení z povrchu do jámy
- Kolem jámy bude provedeno pevné dvoutyčové zábradlí o min. výšce 1,1 m, nebo oplocení, atd. V případě realizace protlaků v místě kde je větší pohyb osob, bude ještě kolem staveniště provedeno mobilní oplocení min. výšky 1,8 m
- V případě existence IS v jamách budou tyto sítě chráněny před poškozením, případně z prostoru jámy přeloženy před realizací prací pomocí HDD

6. ZPŮSOBY A PODMÍNKY PRO ROZHODOVÁNÍ TÉTO BT, LEGISLATIVNÍ PODMÍNKY PRO VOLBU

6.1 Přípravné práce - projekt

6.1.1 Geologický průzkum

V rámci přípravy projektu je nutné provést dostatečný geologický průzkum. Pro získání co nejpřesnějšího geologického složení je vhodné v závislosti na délce vrtu provést kontrolní sondy přímo v trase vrtu, nebo využít dřívější geologický průzkum z daného místa. V případě, že toto není možné (železnice, komunikace, vodní cesty, nedostupnost pozemku, atd.) je vhodné provést kontrolní sondu alespoň v místě startovací a cílové šachty tak, aby bylo možné alespoň odhadnout průběh jednotlivých vrstev zeminy.

Platná verze od 14.8.2018

Na základě zjištění skladby podloží bude realizátorem protlaku zvolena vhodná vrtná souprava a její vybavení.

6.1.2 Inženýrské sítě

Všechny IS musí být vytyčeny před samotným zahájením všech prací. Poloha jednotlivých IS (hlavně ve městě) zásadně ovlivňuje proveditelnost vrtu. Ověření polohy bude provedeno pomocí kopané sondy. V případě, že IS se nacházejí v místě, kde nelze kopanou sondou provést (komunikace, železnice) a je předpoklad kolize trasy vrtu s touto sítí, může být proveden průzkum pomocí geofyzikálních metod. Tento průzkum lze použít nejen na lokalizaci IS, ale i pro zjištění případných dutých prostor (staré sklepy, nezakreslené pozemní komory, atd. ...).

6.1.3 Prostorové podmínky

Pro volbu místa protlaku je nutné zvážit, jaký protlak bude realizován (průměr, délka, materiál) a podle toho bude zvolena i vrtná souprava s potřebnými parametry (výkon soupravy, tuhost pilotních tyčí). Podle typu vrtné soupravy a požadované hloubky uložení potrubí bude určena vzdálenost vrtné soupravy od startovací šachty. Dále při volbě místa protlaku je nutné zohlednit i druh potrubí, zda bude možné dané potrubí dostat k cílové šachtě a potrubí zapojit za zatahovací hlavu.

6.1.4 Projektování a legislativní podmínky

Příprava vrtů musí být zahájena na základě stavebního povolení a realizačního projektu. Provádění vrtů s délkou nad 30 m pro jiné účely než k činnostem uvedeným v § 2 a 3 zák. 61/1988 Sb. spadá pod dozor státní báňské správy. Projektovou dokumentaci k takovým stavbám zpracovává "Autorizovaný inženýr" v rozsahu oboru, popř. specializace, pro kterou mu byla udělena autorizace dle zákona číslo 360/1992 Sb.

V případě, že toto dílo (stavba) je součástí rozsáhlejšího komplexu staveb, která jsou zařazena jako díla v podzemí vzniklá při činnostech podle § 3 písm. c), d), h) nebo i), důlní díla a důlní stavby pod povrchem podle platné legislativy (zák. 61/1988 Sb), může je projektovat pouze osoba s osvědčením odborné způsobilosti báňského projektanta (dále jen „báňský projektant“). Přitom báňský projektant je povinen zpracovat projekt v závislosti na báňsko-technických a geologických podmínkách vyplývajících z podkladů předložených zadavatelem tak, aby projekt umožnil bezpečné provedení a užívání uvedených děl a staveb v souladu s jejich účelem. Statické, popřípadě jiné výpočty musí být vypracovány tak, aby byly kontrolovatelné. Není-li báňský projektant způsobilý některou část projektu zpracovat sám, je povinen k jejímu zpracování přizvat osobu s oprávněním, popřípadě osvědčením pro příslušný obor nebo specializaci, která odpovídá za jí zpracovanou část projektu; odpovědnost báňského projektanta za jím zpracovaný projekt jako celek tím není dotčena.

PD (projektová dokumentace) musí obsahovat základní údaje a požadavky na provedení vrtu. Jedná se hlavně o stanovení materiálu potrubí, které bude do vrtu zatahováno, jaká bude délka vrtu, v jakých sklonech a obloucích bude vrt realizován. Dále je nutné ověřit polohu stávajících IS a dále v jakých geologických podmínkách bude vrt realizován (stará zástavba, skalní výchozy, zvodnělé vrstvy, atd. ...). Při realizaci vrtů v městské zástavbě a na železnici je nutné prověřit, zda nedojde k rušení signálu měřicího zařízení. Rušení může být způsobeno několika vlivy, např. interferencí vznikající v blízkosti silnoproudého kabelové vedení, trakčního vedení, přítomností ocelových prvků pod povrchem, atd.... Všechny tyto údaje mají zásadní vliv na proveditelnost protlaku.

Na základě výše uvedených podkladů dodavatel díla zpracuje provozní dokumentaci dle vyhlášky 239/1998 Sb.

Platná verze od 14.8.2018

6.2 Požadavky na dodavatele

Pro realizaci protlaků je nutné postupovat podle zákona č. 61/1988 Sb. § 3. Dle tohoto zákona jsou vrty delší než 30 m považovány za dílo prováděné hornickým způsobem. Podle § 5 zákona č. 61/1988 může tuto činnost realizovat pouze organizace, které byl orgánem státní báňské správy pro tyto činnosti vydáno oprávnění. Za organizaci musí práce prováděné hornickým způsobem řídit zaměstnanec, který vlastní osvědčení vydané báňským úřadem. Povinností dodavatele protlaku je 8 dní před samotnou realizací provést ohlášení stavby dle § 11 vyhlášky 104/1988 Sb. příslušnému Obvodnímu báňskému úřadu. Dále musí dodavatel prací splňovat požadavky zákona č. 183/2006 Sb. (Stavební zákon).

6.3 Přípravné práce – realizace

Před zahájením vrtných prací je třeba předat dodavateli vrtných prací tyto podklady:

- Platnou PD, vypracovanou způsobilým projektantem
- Vytyčení všech IS, včetně předání vyjádření správců jednotlivých IS
- Povolení vstupu na pozemky (stavební povolení)
- Vhodné přístupové cesty na staveniště (POV), to je na místa startovacích a cílových šachet

7. STROJE A ZAŘÍZENÍ

Dodavatel prací je povinen dle §4 zákona č. 309/2006 Sb. a předpisů souvisejících zajistit, aby stroje, technická zařízení, dopravní prostředky a nářadí byly z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci vhodné pro práci, při které budou používány. Stroje, technická zařízení, dopravní prostředky a nářadí musí být:

- vybaveny ochrannými zařízeními, která chrání život a zdraví zaměstnanců
- vybaveny nebo upraveny tak, aby odpovídaly ergonomickým požadavkům a aby zaměstnanci nebyli vystaveni nepříznivým faktorům pracovních podmínek
- pravidelně a řádně udržovány, kontrolovány a revidovány

8. MATERIÁLY POUŽITÉ K INSTALACI

Pro úspěšné provedení řízeného vrtu je nezbytně nutné zvolit vhodný druh potrubí. Samotné potrubí a jejich spoje musí odolat tahovým silám a namáhání, které vznikají při technologickém postupu výstavby. Dále toto potrubí musí odolávat mediím, která budou tímto potrubím proudit.

8.1 Potrubí z PE-RC

PE-RC potrubí se vyrábí podle normy ČSN EN 1555 pro plyn a ČSN EN 12201 pro vodovody a kanalizace. Pro bezvýkopovou pokládku HDD se potrubí vyrábí výhradně z materiálu PE 100 RC. Označení PE-RC označuje materiál, který je odolný proti pomalému šíření trhlin SCG (slowcrackgrow). Potrubí z materiálu PE 100 a PE 100 RC od sebe nelze rozeznat. Pro ověření vlastností pro PE-RC se vyžaduje certifikace potrubí podle předpisu PAS1075 v celém rozsahu včetně pravidelných opakovaných zkoušek (provádí například TÜV či DIN Certco).

Potrubí by mělo mít dodatečnou ochranu proti mechanickému poškození, formou opláštění či jinou (typ 3 dle PAS1075). O potrubí bez dodatečné ochrany lze rozhodnout pouze v případě velmi dobré znalosti geologických podmínek, po provedeném geologickém průzkumu.

Signalizační vodič pro detekci potrubí lze umístit pod opláštění formou pásků, vodičů, nebo jako celoplošné vrstvy. Další možností je izolovaný vodič umístit samostatně, mimo potrubí a zatahovat ho současně s potrubím. Tento vodič musí mít dostatečnou pevnost v tahu.

Platná verze od 14.8.2018

Při použití HDD v nesoudržných zeminách je vhodná varianta PE potrubí s dodatečným opláštěním z PEplus (polyetylen) nebo PP (polypropylen), s možností toto potrubí svařovat bez loupání ochranného pláště.

PE-RC potrubí se vyrábí ve dvou variantách a to v návinech (standardně do průměru d_e110 , na vyžádání až do průměru d_e180), kde délka návínu je 100 m, kdy minimální průměr návínu nesmí být menší než 18 DN. Druhou variantou je dodávka potrubí v tyčích, kdy délka je buď 6 m, anebo 12 m. Potrubí pro bezvýkopovou pokládku se vyrábí ve dvou základních a normou stanovených řadách. Jedná se o řady SDR 17 a SDR 11. Dále existují řady SDR 6, SDR 7,4, SDR 9, SDR 13,6, SDR 21, SDR 26, SDR 33 a SDR 41.

Provozní dlouhodobá životnost je prokazována statickými výpočty s využitím dlouhodobých jakostních parametrů na rozdíl od parametrů krátkodobých, využívaných v době provádění HDD.

Parametry potrubí PE 100-RC s opláštěním pro HDD jsou uvedeny v tabulce.

Průměr SDR11 d_e/e [mm]	Hmotnost potrubí standard / opláštěné [kg/m]	Tažné síly F_{max} 20°C / 40°C [kN]	Průměr SDR17 d_e/e [mm]	Hmotnost potrubí standard / opláštěné [kg/m]	Tažné síly F_{max} 20°C / 40°C [kN]
63 / 5,8	1,05 / 1,302	10,0 / 7,2	63 / 3,8	0,721 / 0,97	6,7 / 4,7
75 / 6,8	1,47 / 1,778	15 / 10,0	75 / 4,5	1,02 / 1,323	9,5 / 6,6
90 / 8,2	2,12 / 2,514	21 / 15	90 / 5,4	1,46 / 1,847	14 / 9,5
110 / 10	3,14 / 3,660	31 / 22	110 / 6,6	2,17 / 2,680	20 / 14
125 / 11,4	4,08 / 4,778	41 / 28	125 / 7,4	2,76 / 3,454	26 / 18
140 / 12,7	5,08 / 5,951	51 / 36	140 / 8,3	3,46 / 4,314	33 / 23
160 / 14,6	6,67 / 7,807	66 / 47	160 / 9,5	4,52 / 5,634	43 / 30
180 / 16,4	8,42 / 10,170	84 / 59	180 / 10,7	5,71 / 7,432	55 / 38
200 / 18,2	10,4 / 12,354	104 / 73	200 / 11,9	7,05 / 8,968	67 / 47
225 / 20,5	13,1 / 15,310	131 / 92	225 / 13,4	8,93 / 11,096	85 / 60
250 / 22,7	16,2 / 18,670	162 / 114	250 / 14,8	11,0 / 13,416	105 / 74
280 / 25,4	20,3 / 23,087	204 / 142	280 / 16,6	13,7 / 16,418	132 / 92
315 / 28,6	25,6 / 28,762	258 / 180	315 / 18,7	17,4 / 20,476	167 / 117
355 / 32,2	32,5 / 36,099	327 / 229	355 / 21,1	22,1 / 25,590	212 / 149
400 / 36,3	41,3 / 45,402	415 / 291	400 / 23,7	28,0 / 31,962	269 / 189
450 / 40,9	52,3 / 59,026	526 / 368	450 / 26,7	35,4 / 41,948	341 / 239
500 / 45,4	64,5 / 72,033	648 / 454	500 / 29,7	43,8 / 51,115	421 / 295
560 / 50,8	80,8 / 89,320	814 / 570	560 / 33,2	54,8 / 63,046	528 / 370
630 / 57,2	102 / 11,694	1030 / 721	630 / 37,4	69,4 / 78,751	668 / 468

* Při době tahu > 30 min musí být hodnoty F_{max} sníženy o 10%; s trvanlivostí tahu > 20 h se hodnoty F_{max} sníží o 25%. Délku protlaků stanoví dodavatel prací dle místních podmínek. Pro větší průměry PE potrubí jsou hodnoty na vyžádání u výrobců.

Spojování potrubí se provádí svařováním svářečským personálem s platným osvědčením odborné způsobilosti dle ČSN EN nebo TNV. Potrubí pro zatahování se svařuje čelním svařováním pomocí topného tělesa (tzv. technologií natupo). Při svařování vznikne v místě spoje na vnější i vnitřní straně tzv. návarek. Velikost návarek je závislá na materiálu a průměru svařovaného potrubí a návarek je v případě potřeby (hydraulické posouzení použitého potrubí) možné odstranit.

8.2 Litinové potrubí

Platná verze od 14.8.2018

Pro vodovodní potrubní řad se použijí trouby dle ČSN EN 545:2015, příloha D.2.3.
Pro kanalizační stoky se použijí trouby dle ČSN EN 598 +A1:2010, příloha B.2.3.

Pro potrubí určené pro bezvýkopové technologie HDD, platí všeobecné pravidlo týkající se použití vhodných materiálů s dostatečně odolnou vnější mechanickou ochranou. Tento požadavek je dán zejména kvůli ochraně proti zemnímu tlaku a proti poškození potrubí. Vnější mechanická ochrana musí splňovat podmínky rázové odolnosti, podmínky pro přilnavost vnější ochranné vrstvy a podmínky odolnosti proti vrypům. Nejdůležitějším faktorem je mechanická odolnost vnější ochranné vrstvy, která nesmí být nižší než 75 J (Joule) s pevností v tlaku min. 65 MPa. Tyto podmínky na mechanickou odolnost splňuje továrně vyráběné potrubí se speciální vnější mechanicky odolnou protikorozní vrstvou z cementové malty dle ČSN EN 15 542:2009. Toto potrubí splňuje i podmínky pro odolnost vůči bludným proudům.

BT zohledňují jak technické, tak ekonomické hledisko. Od těchto parametrů, se odvíjí i použití spojů pro potrubí z tvárné litiny. Pro přenesení tažných sil vyvozených od vrtné soupravy na jednotlivý spoj, se předepisuje použití jištěného bezešroubového dvoukomorového zámkového spoje s návarkem na volném konci trouby. Tento spoj je zajištěn litinovými segmenty nebo litinovými zámkami a je opatřen těsnícím kroužkem umístěným v těsnící komoře. Každý spoj je opatřen krycí termosmrštitelnou nebo překryvnou manžetou a ocelovým límcem.

Jakékoli navíjené pásky, pásy, taktéž továrně vyráběné vnější vrstvy z PE, PUR, nesplňují požadavek na dostatečnou mechanickou odolnost a neměly být pro tento způsob bezvýkopových technologií schváleny a povoleny. Výjimku tvoří zesílené továrně vyráběné vnější vrstvy z PUR a PE. Zde je však nutné konzultovat jejich rázovou odolnost s výrobcem.

Tabulka dovolených tažných sil a úhlového odklonění pro jištěné bezešroubové dvoukomorové zámkové spoje s návarkem na volném konci trouby.

Tabulka č. 1: Tažné síly a úhlové odklonění pro jištěné bezešroubové dvoukomorové zámkové spoje s návarkem na volném konci trouby.

Jmenovitá světlost DN [mm]	Tlaková třída potrubí Class	Dovolený provozní tlak p [bar]	Dovolená tažná síla F_{max} [kN]	Možné úhlové odklonění hrdel [°]	Minimální poloměr zakřivení [m]
80	C100	100	70	3-5	69
100	C100	64	100	3-5	69
125	C64	60	140	3-5	69
150	C64	50	165	3-5	69
200	C64	40	230	3-4	86
250	C50	35	308	3-4	86
300	C50	30	380	3-4	86
350	C50	38	426	3-4	115
400	C40	25	558	3-4	115
450	C40	32	579	2-3	115
500	C40	25	860	2-3	115-172
600	C40	25	1200	2	172
700	C30	25	1400	1,5	172-230
800	C30	16	*	1,5	230
900	C30	16	*	1,5	230
1000	C30	10	*	1,5	230

Platná verze od 14.8.2018

Podrobnější údaje je nutné vždy ověřit u konkrétního výrobce litinového potrubí
Maximální tažné síly při zatahování nesmí být vyšší než tažné síly dané konkrétním výrobcem potrubního materiálu.

8.3 Ocelové potrubí

Bezvýkopové pokládky ocelového potrubí jsou poměrně častým případem využívaným především jako chráničky pro potrubí nebo pro vodovody a plynovody. Vrty mohou být vyprojektovány buď jako přímé nebo obloukové. Poloměr oblouku je dán maximálním povoleným ohybem potrubí stanoveným výrobcem, z těchto parametrů vyplývá délka vrtu. Potrubí musí být předem svařeno v celé délce tak, aby nedošlo k přerušování technologie vtahování potrubí do vrtu. Proto je podmínkou dostatečný prostor na straně cílové jámy, odkud probíhá zatahování. S ohledem na prodloužení životnosti potrubí ocelových chrániček jsou často používány ocelová potrubí s polyetylenovou izolací a cementovláknitou ochrannou vrstvou.

9. KONTROLA V PRŮBĚHU VÝSTAVBY A PŘI PŘEJÍMCE HOTOVÉHO DÍLA, KVALITA PROVEDENÝCH PRACÍ, LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

9.1 Kvalita

Kvalitní příprava před zahájením vrtných prací má zásadní vliv na kvalitu a konečný výsledek provedené práce.

9.2 Vytyčení trasy

Před zahájením vrtných prací bude vytyčena trasa vrtu. V případě rovného vrtu bude vytyčena pouze startovací a cílová šachta. U šachet bude umístěn i výškový bod. V případě realizace vrtu do oblouku, nebo v terénu kde není přímo vidět od startovací k cílové jámě (železniční násyp, ...), budou vytyčeny další pomocné body. Počet těchto bodů bude stanoveno vrtníkem přímo na stavbě.

9.3 Pracovní prostředky

Veškeré pracovní vybavení musí splňovat předepsané parametry uvedené výrobcem. Všechna měření, kalibrace a další manipulace s měřicím zařízením musí být zaznamenána písemně. V případě nesrovnalostí u měřicího zařízení je nutné provést opětovně kalibraci. Pokud měřicí systém vykazuje i nadále chybu, musí být odeslán na ověření k výrobcem. Samotné kalibrace měřicího zařízení probíhá na stavbě vždy před realizací pilotního vrtu.

9.4 Přesnost měření, tolerance, výstup měření

Při navrhování vrtných protlaků je nutné počítat s možnou chybou měření, která je dána výrobcem měřicího zařízení, a která je uvedena v návodu k obsluze. Obecně lze říci, že se zvyšující se hloubkou vrtu je velikost odchylky větší. U většiny druhů měřicích systémů výrobce garantuje odchylku ve výši $\pm 5\%$. Dosah signálu z měřicí sondy se standardně pohybuje do 20 m (jedná se o místa, kde není signál rušen okolními vlivy). Pro větší hloubky je nutné použít sondu se zvýšeným výkonem, tyto sondy mají dosah do 30 m. V případě požadavku na větší hloubku vrtu se nutné použít tzv. kabelovou sondu. Tato sonda se používá hlavně v místech špatně přístupných anebo zcela nepřístupných (vodní toky, bažiny, široké dálnice, atd...).

Vzhledem k tomu, že měřicí systém sám o sobě vykazuje určitou odchylku, je nezbytně nutné při přípravě a realizaci (hlavně gravitační kanalizace) počítat s možností lokálních nepřesností nivelety vtaženého potrubí. Proto je nezbytně nutné před samotným prováděním HDD v případech, ve kterých je požadavek na přesnost provedení, kontaktovat dodavatele vrtných prací a projednat s ním reálnou

Platná verze od 14.8.2018

přesnost prováděných prací HDD dle místních podmínek (požadovaný spád, geologické podmínky, hydrogeologické podmínky, atd.) a jeho technických možností.

Pro snadnější orientaci jsou v následující tabulce uvedeny orientační hodnoty možných odchylek v mm.

Geologie \ Hloubka vrtu	Hlíny, spraše	Písky s vel. zrna max. 63 mm	Písky s vel. zrna od 63 mm do 125 mm	Navážky, skalní podloží, valouny o průměru větším než 125 mm
Do 3 m	± 50 mm	± 50 mm	± 100 mm	Bude určeno dodavatelem dle místních podmínek
Od 3 do 6 m	± 120 mm	± 150 mm	± 200 mm	
Od 6 do 20 m	± 200 mm	± 250 mm	± 350 mm	

9.5 Výstup měření

Po dokončení protlaku realizační firma předá objednateli protokol o provedení vrtu. V dnešní době jsou dvě možnosti, jakým způsobem bude protokol zpracován. U obou variant je nutné počítat s tím, že naměřené hloubky jsou údaje osy vrtu.

9.6 Ruční vyplnění protokolu

Z protokolu musí být jasně patrné, kde je daný protlak provedený. Formou náčrtu bude provedena situace a podélný profil skutečného provedení HDD s uvedením dosažených hloubek s vyznačením startovací a cílové šachty (můžou být zakótovány k okolním objektům, komunikaci atd.). Dále je součástí protokolu druh zataženého potrubí, počet kusů, délka protlaku a hloubkové uložení potrubí vůči současnému terénu.

9.7 Protokol z měřicího systému

V dnešní době již jsou k dispozici měřicí systémy, které umožňují zpracovat změřené body do protokolu s digitálním výstupem. V protokolu lze zobrazit hloubky uložení potrubí, sklon potrubí v daném místě, profil terénu a skutečnou délku vrtu. Do protokolu je možné doplnit místa křížení s jednotlivými IS. Nejmodernější zařízení umí vypracovat protokol i GPS souřadnicích.

10. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY, NORMATIVY A LITERATURA

- 10.1 ČSN 73 6005–Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- 10.2 ČSN EN 1555 –Plastové potrubní systémy pro rozvod plyných paliv
- 10.3 ČSN EN 12201 –Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě
- 10.4 ČSN EN 545–Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny a jejich spoje pro vodovodní potrubí - Požadavky a zkušební metody
- 10.5 ČSN EN 598 – Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny a jejich spojování pro kanalizační potrubí - Požadavky a metody zkoušení
- 10.6 ČSN EN 15 542 –Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny - Vnější povlak trubek cementovou maltou - Požadavky a zkušební metody
- 10.7 PAS1075 – Potrubí z polyetylénu pro alternativní techniky pokládání
- 10.8 ČSN EN ISO 15494 – Plastové potrubní systémy pro průmyslové aplikace – Polybuten (PB), polyetylén (PE), polyetylén odolný zvýšeným teplotám (PE-RT), síťovaný polyetylén (PE-X), polypropylén (PP) - Metrické řady pro specifikace pro součásti a systém

Platná verze od 14.8.2018

- 10.9 Zákon č. 61/1988 Sb.– Zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě
- 10.10 Zákon č. 360/1992 Sb. – Zákon České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
- 10.11 Vyhláška č. 55/1996 Sb. - Vyhláška Českého báňského úřadu o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí
- 10.12 Vyhláška č. 104/1988 Sb. – Vyhláška Českého báňského úřadu o racionálním využívání výhradních ložisek, o povolování a ohlašování hornické činnosti a ohlašování činnosti prováděné hornickým způsobem
- 10.13 Zákon č. 183/2006 Sb. –Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- 10.14 Zákon č. 309/2006 Sb. – Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
- 10.15 Předpis DVGW - Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V. Technisch-wissenschaftlicher Verein, Předpis GW 323 – Bezvýkopová obnova plynu a vodovodních řadů skrze Berstlining. Požadavky, zajištění kvality a testování.
- 10.16 ISO 13470 Trenchless applications of ductile iron pipe systems – Product design and installation.