

SBORNÍK PŘEDNÁŠEK

**31. NÁRODNÍ KONFERENCE O BEZVÝKOPOVÝCH
TECHNOLOGIÍCH NO-DIG 2026**

15.–16. září 2026 | Hotel Galant Mikulov



www.no-dig.cz

BUSINESS PARTNEŘI:



SIMONA



POŘADATEL:



ORGANIZÁTOR:





SPOLEHLIVÉ ŘEŠENÍ POD ZEMÍ

TAVENÝ ČEDIČ PRO BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE

Více než 75 let zkušeností. Desítky let inovací.
Jedinečný materiál, který prodlužuje životnost
kanalizací na generace.



EXTRÉMNI ŽIVOTNOST

200 let a více
i v náročných
podmínkách.



CHEMICKÁ ODOLNOST

Odolává agresivním
vodám, plynům
i látkám.



NÍZKÁ HYDRAULICKÁ DRSNOST

Zajišťuje vysokou
průtočnost a snižuje
provozní náklady.



ODOLNOST PROTI HLODAVCŮM

Materiál, který
nezničí zuby
ani čas.



EKOLOGICKÝ A UDRŽITELNÝ

Přírodní materiál,
recyklovatelný
a šetrný k přírodě.

ŘEŠENÍ PRO MODERNÍ BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE

- Vložkování betonových trub
- Protlačování a mikrotunelování
- Metoda IN-LINE
- Sanace historických stok
- Spadiště a šachty
- Speciální tvarovky a odbočky



KDYŽ SE POČÍTÁ ŽIVOTNOST. KDYŽ SE POČÍTÁ BUDOUCNOST.

EUTIT s.r.o.

Stará Voda 196

353 01 Mariánské Lázně

☎ 354 789 111, 354 789 119

☎ 354 691 480

✉ eutit@eutit.cz

ČESKÝ VÝROBCE S TRADICÍ OD ROKU 1951

www.eutit.cz



**31. NÁRODNÍ KONFERENCE O BEZVÝKOPOVÝCH
TECHNOLOGIÍCH NO-DIG 2026**
15.–16. září 2026 | Hotel Galant Mikulov

SBORNÍK PŘEDNÁŠEK



www.no-dig.cz

NO-DIG 2026

Nakladatel: Exponex s.r.o., Janouškova 2015/1a, 613 00 Brno | Tisk: Tiskárna Didot, spol. s r.o. | ISBN 978-80-88187-23-3
Za věcnou správnost a odbornost textů ručí autoři příspěvků. | Za inzerci odpovídají objednatelé. | Stav k datu 5. 9. 2026

PROGRAM

ÚTERÝ 15. září 2026

8:00–9:00	Registrace účastníků + ranní káva a občerstvení	
9:00–9:05	Karel Franczyk , CzSTT Zahájení konference	
9:05–9:10	Jitka Sobotková Pozdravení starostkou města Mikulov	
	I. Panelová diskuse: Bezvýkopové technologie a vodovody moderuje: Petr Koudela , Moravian-Silesian Tourism, s.r.o.	
9:10–10:50	Ladislav Haška , VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. Milan Vojta , Vodovody a kanalizace Břeclav, a.s. Josef Šebek , AQUA PROCON s.r.o. Radim Jirout , Šumperská provozní vodohospodářská společnost, a.s. Tomáš Hruška , Ostravské vodárny a kanalizace a.s. Jan Ručka , Fakulta stavební VUT v Brně	
10:50–11:20	Coffee break	
	II. Blok moderuje: Ladislav Haška , VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s.	
11:20–11:35	Mark André Haebler , International Society for Trenchless Technology (ISTT) Connecting trenchless across the world. Strategic Plan to 2030	
11:35–11:55	Jiří Samsonek , Institut pro testování a certifikaci, a.s. Aplikace Drinking Water Directive v podmínkách laboratoří ITC Zlín	viz str. 8
11:55–12:15	Petr Holeš , WOMBAT, s.r.o. Hlediska rychlosti realizace a vlivů na okolní prostředí při výběru bezvýkopových metod vložkování potrubí	viz str. 13
12:15–12:35	Robert Kostolány , EUTIT s.r.o. 75 let EUTIT. Třicet let pod zemí – příběh čediče v bezvýkopových technologiích.	viz str. 18
12:35–12:55	Miroslav Šebesta , TRASKO BVT, s.r.o. Sanace vejčitého profilu DN 1100/1850	viz str. 22
12:55–14:10	Oběd	
	III. Blok moderuje: Marek Helcelet , Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.	
14:10–14:30	Martin Hobza , IBOS a. s. Renovace potrubí nástřikem/nátěrem (brushcoating/spraycoating)	viz str. 25
14:30–14:45	Jan Brabec , BGBAU s.r.o. Rekonstrukce ČSOV Kamýcká [084], Praha 6 – gravitace a výtlak	viz str. 28
14:45–15:05	Ivan Demjan , TALPA-RPF, s.r.o. Směrově řízené protlačení kameninových trub - výhody a skrytá úskalí	viz str. 33
15:05–15:25	Jörg Sommer , SIMONA AG Využití plastových potrubních systémů pro bezvýkopovou obnovu i novou pokládku	viz str. 39
15:25–15:45	Michal Přenosil , HYDROTECHNIK PRAHA spol. s r.o. Výstavba dešťové kanalizace metodou mikrotunelování v rámci stavby „DO stavba 511, Běchovice-D1“	viz str. 41
15:45–16:05	Markéta Čížková , HECKL s.r.o. Použití polymerbetonových protlačovacích trub na obchvatu Prahy „DO stavba 511, Běchovice -D1“	viz str. 47
16:05–16:25	Otakar Cigler , Rädlinger primus line GmbH, Jan Kánský , HOMOLA a.s. Praktické příklady z instalací flexibilních suchovodů a bypassů Primus Line na vodovodních přívaděcích a VTL plynovodech	viz str. 49
16:25–16:45	Coffee break	

PROGRAM

	Fakultativní program
16:40–18:10	Exkurze
19:00–0:00	SPOLEČENSKÝ VEČER [zámek Mikulov]

STŘEDA 16. září 2026

8:30–9:30	Ranní káva a občerstvení	
IV Blok moderuje: Pavel Král , Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.		
9:30–9:50	Jan Barták , GasNet Služby, s.r.o., Robin Cimr , Spiderplow Rohr & Kabelpflug GmbH Cimr-Bartákova metoda rekonstrukce liniových plynovodů	viz str. 56
9:50–10:10	Petr Janoušek , OHLA ŽS, a.s. Grundoburst 1900G a 800G – reálné poznatky z praxe	viz str. 64
10:10–10:30	Marek Varga , Subterra a.s. Protlaky DN 800 pod ŽST Kladno chráničky pro horkovod BD Stromovka	viz str. 71
10:30–11:00	Coffee break	
V. Blok moderuje: Karel Franczyk , Česká společnost pro bezvýkopové technologie		
11:00–11:20	Matúš Sura , Terradron s.r.o. Bezpilotné prostriedky v správe kanalizácií - inšpekcie, vytyčovanie a monitoring	viz str. 75
11:20–11:40	Radim Jirout , Šumperská provozní vodohospodářská společnost, a. s., Martin Budiš , Vodohospodářská zařízení Šumperk, a.s. Rekonstrukce přivaděče pitné vody Kouty nad Desnou - Šumperk	viz str. 79
11:40–12:00	Petr Novotný , LUNA PLAST, a.s. Potrubí typu 3 z materiálu PE100 RC s odstranitelnou ochrannou vrstvou	viz str. 85
12:00–12:20	Luboš Bafnec , LK Technology, s.r.o. Inspekční technologie. Jak správně rozhodovat a cílit investice pro chytrou obnovu infrastruktury	viz str. 88
12:20–13:20	Oběd + ukončení konference	

Program k 4. 9. 2026. Změna programu vyhrazena.



www.ohla-zs.cz



Progress Enablers



SEZNAM
PŘEDNÁŠEK
ÚTERÝ
15. 9. 2026

APLIKACE DRINKING WATER DIRECTIVE V PODMÍNKÁCH LABORATOŘÍ ITC ZLÍN

Jiří Samsonek

Institut pro testování a certifikaci, a.s.



Vzdělání: Absolvent střední průmyslové školy chemické (dnes již neexistující) ve Zlíně [v době studia v Gottwaldově] se zaměřením na technologie plastů a pryží. Poté Vysoké učení technické v Brně, Fakulta technologická se zaměřením na analytickou chemii a životní prostředí. Postgraduální studium tamtéž se zaměřením na environmentální technologie.

Zaměstnání: Od dob studia až po současnost Institut pro testování a certifikaci, a.s., nejdříve jako technik AAS a XRF spektroskopie, později vedoucí analytické laboratoře a nyní ředitel divize zkušebnictví.

Specializace za poslední období: Testování zejména plastových a pryžových výrobků, určených na evropský trh, defektoskopie, emisní chování výrobků.

Vědecké publikace: Nejvíce aktivní v oblasti důkazů přítomnosti nelegálního plastového recyklátu elektro-výrobků ve spotřebním zboží, které je určeno na evropský trh [cca 5 významných článků v impaktovaných časopisech, 331 citací]

Anotace přednášky

Sjednocování technických požadavků na výrobky napříč jednotným evropským trhem by mělo být podmínkou pro dobré fungování vnitřního trhu EU. V oblasti výrobků, určených pro styk s pitnou vodou, a to konkrétně hygienických požadavků na tyto materiály, doposud platily jednotlivé národní předpisy, které rozdílnou měrou kladly na tyto materiály požadavky z hlediska ovlivňování kvality pitné vody, určené k lidské spotřebě. Situace se ovšem mění a v roce 2020 byla vydána nová směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Tento legislativní dokument v článku 11 klade na materiály a výrobky, které přicházejí do kontaktu s vodou určenou k lidské spotřebě, jednotné požadavky. V průběhu roku 2024 byla vydána série prováděcích předpisů, které upravují postupy hodnocení těchto výrobků v návaznosti na požadavky směrnice 2020/2184/EU. Přednáška se týká praktických zkušeností s implementací těchto nových postupů v podmínkách laboratoří ITC, vysvětluje principy i úskalí tohoto nového přístupu k testování.

Příspěvek do sborníku

Anotace přednášky

Nová evropská legislativa upravující hodnocení materiálů a výrobků s pitnou vodou (tzv. Drinking Water Directive, DWD) zásadně mění dosavadní systém hodnocení, používaný v České republice podle vyhlášky č. 409/2005 Sb. Příspěvek shrnuje rozdíly mezi současným a novým systémem posuzování, princip zařazování výrobků do rizikových skupin (RG1–RG4) podle parametru CF, šest základních kroků posouzení, specifiky hodnocení nepředpokládaných látek (NIAS) a stimulace růstu mikroorganismů (EMG). Na závěr popisuje doporučený, klientsky citlivý postup zkoušení.

1. Nová legislativa

Přijetím „Drinking Water Directive“, tj. měrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě, vznikl nový legislativní rámec pro hodnocení výrobků, určených pro styk s pitnou vodou. V návaznosti na tuto legislativu, konkrétně článek 11, bylo vydáno v roce 2024 šest navazujících evropských předpisů, které nahrazují dosavadní národní úpravu.

- Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/365 stanovuje metodiky pro zkoušky a schvalování výchozích látek, směsí a složek zařazovaných na evropské seznamy povolených látek.

- Nařízení (EU) 2024/367 obsahuje samotný pozitivní seznam povolených výchozích látek,
- Nařízení (EU) 2024/368 upravující postupy a metody zkoušení a schvalování konečných materiálů [dále jen nařízení 368]
- Nařízení (EU) 2024/369 stanoví postupy zařazování a vyřazování výchozích látek ze seznamu.
- Nařízení (EU) 2024/370 upravující postupy posuzování shody a
- Nařízení (EU) 2024/371 postupy harmonizovaného značení výrobků.

2. Dosavadní postup hodnocení podle vyhlášky č. 409/2005 Sb.

Současný systém, používaný podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 409/2005 Sb., je založen na provedení tří po sobě jdoucích třídních výluhů testovaných materiálů do vody, přičemž v každém z nich se stanovují parametry uvedené v příloze č. I, bodě 15 vyhlášky. Z naměřených koncentrací vyluhovaných látek se (s výjimkou pH a senzorického hodnocení) dopočítávají migrační čísla a modifikované koncentrace, které zohledňují podmínky reálného použití výrobku – zejména očekávanou dobu jeho styku s pitnou vodou a geometrický vztah mezi plochou výrobku a objemem vody, se kterou přichází do styku.

Takto získané modifikované koncentrace se následně podle § 3 vyhlášky porovnávají buď přímo s limitními hodnotami pro pitnou vodu určenými pro výrobky ke krátkodobému styku s pitnou vodou, pro výrobky s malou kontaktní plochou (do 100 cm² nebo s poměrem plochy k ploše ostatních materiálů menším než 1 : 1000, resp. 1 : 100 u vnitřního vodovodu), nebo pro výrobky určené pro přímý styk s teplou či surovou vodou.

Alternativně se porovnávají s jednou desetinou hygienického limitu, a to u materiálů určených pro dlouhodobý styk s pitnou vodou. Výjimku představují ukazatele celkového organického uhlíku (TOC) (limit 20 % hygienického limitu), CHSKMn, rtuť (limit 30 %) a hliník u výrobků na bázi cementu, kde je přípustný podíl až celý hygienický limit.

3. Nové postupy hodnocení

Nová DWD přesouvá posuzování shody do kompetence subjektů posuzování shody (COV) podle nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/370 ze dne 23. ledna 2024. Podle typu výrobku se použije příslušný modul, ve většině praktických případů modul B – přezkoušení typu. Subjekt posuzování shody musí být akreditován národním akreditačním orgánem v souladu s nařízením (ES) č. 765/2008, přičemž akreditace musí být založena na mezinárodní normě EN ISO/IEC 17065:2017.

V rámci implementace nové legislativy se očekává novelizace vyhlášky MZ č. 409/2005 Sb. tak, aby byla v souladu s již vydanými akty. Základní požadavky na materiály a výrobky přicházející do styku s vodou určenou k lidské spotřebě již dnes stanovuje směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2020/2184 ze dne 16. prosince 2020 o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Její článek 11 požaduje, aby tyto materiály a výrobky přímo ani nepřímo neohrožovaly ochranu lidského zdraví, neměly nepříznivý vliv na barvu, pach nebo chuť vody, nepodporovaly růst mikroorganismů a neuvolňovaly do vody znečišťující látky v rozsahu větším, než je nezbytně nutné s ohledem na zamýšlený účel materiálu. Pro samotné hodnocení je nejdůležitější Nařízení (EU) 2024/368 upravující postupy a metody zkoušení a schvalování konečných materiálů, jelikož prakticky popisuje postupy výluhového testu (obdobně, jako stávající vyhláška 409/2004).

4. Klasifikace do rizikových skupin (Risk Group)

V praxi se výrobek podle parametru „Koeficientu pro přepočítání, dále jen „CF“ zařadí do jedné ze čtyř rizikových skupin RG1 až RG4. RG1 je nejrizikovější skupina s poměrem CF > 4, naopak RG4 je nejméně rizikovou skupinou výrobků s CF < 0,04. Parametr CF [d/dm] charakterizuje očekávaný poměr plochy materiálu vůči objemu vody a zároveň zohledňuje očekávanou dobu jejich kontaktu. Čím větší je plocha výrobku vůči malému objemu vody a čím delší je očekávaná doba zdržení (až 3 dny), tím vyšší je hodnota CF.

5. Posouzení a šest základních kroků

Zařazení do příslušné rizikové skupiny podle Tabulky č. 1 *nařízení 368* určuje rozsah požadovaných zkoušek a posouzení. U materiálu nebo výrobku se posuzuje, zda je nutné:

1. přezkoumat recepturu (nehodnotí se u RG4, tj. u výrobků s malou kontaktní plochou);
2. hodnotit ve výluhu příslušné látky uvedené v seznamu povolených výchozích látek, u kterých je stanoveno omezení, a to buď na výrobku nebo na zkušebním tělese dané receptury (nehodnotí se u RG4);
3. provádět screening nepředpokládaných látek na výrobku nebo zkušebním tělese (hodnotí se u všech RG);
4. hodnotit parametr TOC na výrobku nebo zkušebním tělese (hodnotí se u všech RG);

5. hodnotit chuť, pach, barvu a zákal, tedy provádět senzorické hodnocení, na výrobku nebo zkušebním tělese (hodnotí se u všech RG);
6. hodnotit podporu růstu mikroorganismů na výrobku nebo zkušebním tělese (hodnotí se u všech RG).

6. Vybraná specifika posuzování receptury

Pokud jsou ve výrobku použity alkylfenolové stabilizátory, je nutné sledovat i látky vznikající jejich rozkladem, uvedené v Tabulce č. 4 přílohy I nařízení 368 tzv. „pozitivního seznamu“ [Arviny]. Z dílce bodu 2. 2. 2 písm. d) *nařízení 368* vyplývá, že jako výchozí látka může být připuštěna i látka, která na pozitivním seznamu není uvedena – pro takovou látku pak platí obecný migrační limit 0,1 µg/l, ovšem pouze za předpokladu, že není klasifikována jako karcinogenní, mutagenní nebo toxická pro reprodukci kategorie 1A či 1B jako endokrinní disruptor kategorie 1 pro lidské zdraví, jako perzistentní, bioakumulativní a toxická látka (PBT) nebo vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní látka (vPvB) podle nařízení (ES) č. 1272/2008 (CLP), ani jako látka vzbuzující mimořádné obavy (SVHC) podle nařízení REACH.

Při hodnocení receptury se posuzuje nejen aditivace, ale i výchozí monomery, na které pozitivní seznam rovněž pamatuje. U pigmentů a barviv, u kterých neproběhly zkoušky čistoty podle oddílu 4.6 *nařízení 368* (fakticky se jedná o Rezoluci AP (89) 1, známou z legislativy pro materiály ve styku s potravinami), je nutné podle bodu 2. 2. 2 písm. j) hodnotit ve výluhu i obsah těžkých kovů.

7. Vyhodnocení výsledků

Celkové vyhodnocení zahrnuje splnění podmínek pozitivního seznamu, u příslušných látek splnění jejich hodnoty MTCTap a splnění kritérií pro neočekávané látky (maximálně 1 ppb, viz kapitola o NIAS níže). Parametr TOC se hodnotí buď limitem 0,5 mg/l ve 3. cyklu (9. den) nebo hodnotou nižší než 2,0 mg/l ve 3. cyklu (9. den) a nižší než 0,5 mg/l v 31. dnu (9. cyklus), přičemž trend nesmí růst; pokud je hodnota pod 0,2 mg/l, trend se nehodnotí. Dále se hodnotí senzorka podle kapitoly 4.3 *nařízení 368*, EMG podle Tabulky 7 (pro plasty platí odlišné limity než pro pryž), případná rezidua ve hmotě, pokud jsou uvedena v pozitivním seznamu, a čistota plniv a pigmentů podle Tabulky 8 *nařízení 368*.

8. Další specifika: např. primární aromatické aminy

Pro polyamidové a polyuretanové pryskyřice je nutné v migračním médiu (vodě) stanovit také primární aromatické aminy s limitem 0,1 µg/l. K tomuto parametru je v pravidlech uvedena poznámka, že „metodu je třeba zlepšit tak, aby mez detekce (LOD) dosahovala 0,1 µg/l“ – bez upřesnění, kdo takovou metodu vyvine, kdy bude k dispozici a jak bude požadované citlivosti v praxi dosaženo.

9. EMG – stimulace růstu mikroorganismů (ČSN EN 16421)

Zkouška EMG podle ČSN EN 16421 je založena na vystavení vzorku protékající zkušební vodě při teplotě 12 °C po dobu až tří měsíců, s odběrem biomasy po 1, 2 a 3 měsících. Součástí zkoušky jsou tři typy vzorků:



Obr. 1 Zkušební zařízení pro stanovení stimulace růstu mikroorganismů (EMG) v laboratoři ITC Zlín



Obr. 2 Detail zkušebního zařízení pro zkoušky trubek na EMG

slepý vzorek z čistého nerez, na kterém nesmí nic růst, pozitivní vzorek z nerez pokrytého voskem, na kterém musí růst, a samotný testovaný vzorek, na kterém nesmí docházet k růstu, ale jeho povrch musí zůstat kolonizovatelný [po naočkování musí mikroorganismy růst].

Zkouška EMG je časově velmi náročná – úspěch, resp. neúspěch se zjišťuje až po třech měsících, s testováním po každém měsíci na ploše 800 cm² zkušební plochy. Náročné je také udržení konstantní teploty a čistoty zdroje vody po celou dobu zkoušky, stejně jako nároky na prostor a čistotu zařízení. Vzorky se testují buď formou destiček [s průtokem vody 20 l/hod.], nebo v případě trubek protéká voda definovaným průtokem přímo konečným výrobkem [lineární rychlost 0,4–3,0 m/hod.].

10. NIAS – identifikace nepředpokládaných látek (EN 15768)

Identifikace a semikvantitativní analýza nepředpokládaných látek (NIAS) se provádí metodou GC-MS v souladu s normou EN 15768:2015. V laboratořích ITC Zlín je pro tuto analýzu k dispozici plynový chromatograf s hmotnostním spektrometrem Shimadzu GCMS-GP2020 ve spojení s koncentrátorem vzorků LabTech MultiVap-10 pro přípravu extraktů.



Obr. 3 Plynový chromatograf s hmotnostním spektrometrem Shimadzu GCMS-GP2020 v laboratoři ITC Zlín



Obr. 4 Koncentrátor vzorků LabTech MultiVap-10 používaný při přípravě vzorků pro analýzu NIAS

Limitní hodnoty MTC_{tap} pro nepředpokládané látky rozlišují tři situace:

- u identifikovaných látek se známou hodnotou MTC_{tap} platí MTC_{tap} dané látky
- u identifikovaných látek bez známé hodnoty MTC_{tap} platí obecný limit $1,0 \mu\text{g/l}$ a
- u zcela neidentifikovaných látek platí limit $1,0 \mu\text{g/l}$ na jednotlivou neidentifikovanou látku, resp. $5,0 \mu\text{g/l}$ pro sumu všech neidentifikovaných látek.

MTC_{tap} pro nepředpokládané látky ⁽¹⁾

Parametr	MTC_{tap}
Identifikované látky se známou hodnotou MTC_{tap}	MTC_{tap} dané látky
Identifikované látky se známou hodnotou MTC_{tap}	$1,0 \mu\text{g/l}$
Neidentifikované látky	$1,0 \mu\text{g/l}$ na neidentifikovanou látku ¹ $5,0 \mu\text{g/l}$ pro sumu neidentifikovaných látek

⁽¹⁾ Na základě reakce nejbližší vnitřní normy.

Tabulka č. 6 z nařízení 368 - -Limitní hodnoty MTC_{tap} pro nepředpokládané látky

Pozn: Tato tabulka z nařízení 368 obsahuje chybu v překladu, kdy je řádek pro „identifikované látky se známou hodnotou MTC_{tap} “ v české verzi omylem uveden dvakrát; v anglickém originále je řazení správné.

11. Jak nejlépe postupovat – doporučené pořadí zkoušek

S ohledem na časovou a finanční náročnost jednotlivých zkoušek se z pohledu laboratoře jeví jako vhodné postupovat vůči klientovi šetrně, tedy nejprve:

- provést přezkum receptury a určit látky s hodnotou MTC_{tap} ,
- následují zkoušky, které jsou kritické, ale zároveň nejsou nákladné – typicky TOC, u kterého je metodika i limity jasně definovaná,
- dále se doporučuje provést senzorické hodnocení, poté
- migraci látek s MTC_{tap} ,
- následně stanovení nepředpokládaných látek
- a jako poslední, časově i finančně nejnáročnější krok zkoušku EMG.

12. Závěr

Praktická implementace nové legislativy v laboratorních podmínkách naráží na několik otevřených bodů. Pozitivní seznam stanovuje velmi nízké limitní hodnoty, avšak pro řadu běžně používaných aditiv dosud nejsou v laboratořích k dispozici odpovídající metodiky. Pro hodnocení nepředpokládaných látek je norma alespoň k dispozici, byť se v současné době připravuje její revize. Postup hodnocení parametru TOC i senzorického hodnocení lze považovat za dostatečně jasně definovaný. Naopak zkouška EMG zůstává dlouhá a náročná, a to jak časově, tak provozně. U reziduí ve hmotě je situace jasná tam, kde jsou stanovena v pozitivním seznamu. Otázkou zůstává způsob prokazování čistoty plniv a pigmentů – zda bude v praxi postačovat prostá deklarace výrobce nebo bude vyžadováno nezávislé zkoušení.

Lze konstatovat, že postupy hodnocení výrobků, určených ke styku s pitnou vodou, jsou nyní mnohem komplikovanější, než byly doposud.

Tyto postupy vycházejí z přístupu historicky zavedeného v „NSR“ v Bonnu organizací DVGW, přičemž je zřejmé, že byly transponovány do legislativy celé EU.

HLEDISKA RYCHLOSTI REALIZACE A VLIVŮ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ PŘI VÝBĚRU BEZVÝKOPOVÝCH METOD VLOŽKOVÁNÍ POTRUBÍ

Petr Holeš

WOMBAT, s.r.o.

V roce 2014 absolvoval Vysoké učení technické v Brně. Během studia se spolužákem ze základní školy založil společnost zabývající se distribucí řemeslného piva, která má dnes ve svém portfoliu mnoho významných světových a českých pivovarů. V roce 2017 nastoupil do firmy WOMBAT na pozici stavbyvedoucího. Od roku 2021 je autorizovaným inženýrem v oboru stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství. Ve své odborné praxi se specializuje na rekonstrukce vodovodních přívaděčů a potrubí s využitím moderních bezvýkopových technologií. Ve volném čase se dlouhodobě věnuje vodnímu pólu, hře na bicí a rodině.



Anotace přednášky

Příspěvek se zabývá volbou bezvýkopových metod vložkování potrubí z pohledu celkové rychlosti realizace a vlivu stavby na okolní prostředí. Hodnocení je rozděleno na gravitační kanalizace a tlakové vodovody. U kanalizací jsou porovnány tři významné varianty CIPP: UV vytvrzení, vodní inverze s vytvrzováním horkou vodou a pneumatická inverze s parním vytvrzením. U vodovodů jsou porovnány PE relining, dvě skupiny Close-Fit, tlakové CIPP a flexibilní vyztužené polymerní hadice (FFRP) v Loose-fit a Close-fit uspořádání. Důraz je kladen na celý realizační řetězec – od přípravy hostitelského potrubí přes instalaci až po zakončení, zkoušky a uvedení do provozu.

Klíčová slova: CIPP, UV, vodní inverze, parní vytvrzení, relining, Close-Fit, Swagelining, DynTec, FFRP, bezvýkopová renovace.

Příspěvek do sborníku

1. Úvod

Pro projekci a investiční přípravu je rozdíl mezi bezvýkopovou a tradiční metodou obnovy s výkopem zásadní a týká se všech fází od přípravy přes realizaci a uvedení do provozu. Následující text je veden snahou hledat vodítka pro přípravu bezvýkopové renovace, a tím překlenout případné nejistoty plynoucí z menších zkušeností většiny odborné veřejnosti s méně rozšířenými metodami renovací. Jednotlivé operace popisujeme tak, jak stanoví mezinárodní technické normy řady ČSN EN ISO a s ohledem na současnou úroveň jednotlivých bezvýkopových technologií.

Pro investora, provozovatele i okolí je rozhodující zejména celková doba od odstavení potrubí a zřízení pracoviště až po zakončení, zkoušky a opětovné uvedení do provozu. Stejně důležitý je rozsah záboru, počet výkopů, množství techniky, spotřeba vody a energie, produkce odpadů, dopravní omezení a citlivost technologie na skutečný stav hostitelského potrubí. Před samotnou rozhodovací a projekční fází musí být proveden aktuální průzkum stavu potrubí. Průzkum by měl vedle rozsahu a typu poškození potrubí stanovit také okolnosti a technické limity provozu potrubí, jeho přístupnosti aj.

Podkladová norma při výběru renovační techniky pracuje mimo jiné s faktory: přístupem k potrubí, pracovním prostorem, výkopy, dopravou, zařízeními, odpady a použitými materiály. Pro praktické rozhodování je vhodné tato kritéria doplnit o posouzení celého technologického řetězce a o citlivost jednotlivých postupů na skutečné podmínky stavby, nikoli hodnotit pouze vlastní instalační proces.

2. Metodika hodnocení

V příspěvku se pokouším o porovnání těch technologických vlastností vybraných bezvýkopových metod a podmínek pro jejich aplikaci, které obecně ovlivňují rychlost renovace a rozsah omezení v okolním prostoru. Charakteristiky metod a technologií, včetně obecných limitů periodicky, aktualizuje technická klasifikační norma ČSN EN ISO 11295. Vybrané charakteristiky jsem zařadil do hodnotících tabulek.

Tabulky kombinují technologické charakteristiky s autorským kvalitativním hodnocením. Pro zvýraznění rozdílů je použita pětistupňová škála. U charakteristik hodnocených vhodností platí: 1 = nevhodné, 2 = omezeně vhodné, 3 = vhodné, 4 = velmi vhodné, 5 = optimální. U charakteristik hodnocených intenzitou parametru platí: 1 = velmi nízká, 2 = nízká, 3 = střední, 4 = vysoká, 5 = velmi vysoká. U parametrů typu „nároky“, „spotřeba“ nebo „citlivost“ tedy vyšší číslo znamená vyšší zatížení nebo náročnost; u parametrů typu „rychlost“, „zachování kapacity“ nebo „vhodnost“ znamená vyšší číslo vyšší přínos.

Pojem provozní robustnost není v tabulkách použit jako samostatně bodovaný parametr. Je chápán až jako výsledné vyhodnocení citlivosti procesu na místní podmínky – zejména infiltraci do potrubního úseku, lokální tepelné ztráty v úseku, stav hostitelského potrubí, vč. objektů, stabilitu vložky v průběhu a po instalaci a možnost kontrolovat rozhodující parametry procesu.

3. Gravitační kanalizace – porovnání tří technologií metody CIPP

U gravitačních kanalizací je pro téma příspěvku účelné porovnat především rozdílné způsoby instalace a vytvrzení CIPP. Z hlediska rychlosti, záboru a vlivu okolních podmínek se výrazně liší

- UV vytvrzení,
- vodní inverze s vytvrzováním horkou vodou a
- pneumatická inverze s parou

Hodnocení technologických podmínek u profilů nad DN 600 vychází v tomto srovnání jako zvlášť vhodná vodní inverze s vytvrzováním horkou vodou. Důvodem není nejmenší zábor ani nejnížší spotřeba energie, ale kombinace stabilní podpory rukávce vodním sloupcem, vysoké tepelné kapacity vytvrzovacího média, dobře kontrolovatelného průběhu vytvrzení a široké použitelnosti u velkých profilů, vč. nekuhových. U profilů pod DN 600 přednosti vodní inverze relativně slábnou a UV i parní technologie mohou být rychlejší nebo provozně úspornější.

Tabulka 1 – Gravitační kanalizace: porovnání variant CIPP

Hledisko	CIPP – UV	CIPP – vodní inverze + horká voda	CIPP – pneumatická inverze + pára
Princip	Rozepnutí rukávce a řízené UV vytvrzení.	Inverze vodním sloupcem a tepelné vytvrzení cirkulací / ohřevem vody.	Pneumatická inverze a tepelné vytvrzení vzduchem a parou.
Vhodnost DN ≤ 200	4 – velmi vhodné	3 – vhodné	5 – optimální
Vhodnost DN 201–600	5 – optimální	5 – optimální	5 – optimální
Vhodnost DN 601–1200	4 – velmi vhodné	5 – optimální	3 – vhodné
Vhodnost DN > 1200	3 – vhodné	5 – optimální	2 – omezeně vhodné
Rychlost vlastního vytvrzení	5 – velmi vysoká	3 – střední	4 – vysoká
Rychlost celého cyklu u DN ≤ 600	5 – velmi vysoká	4 – vysoká	5 – velmi vysoká
Rychlost celého cyklu u DN ≥ 600	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	3 – střední
Spotřeba technologické vody	1 – velmi nízká	5 – velmi vysoká	1 – velmi nízká
Energetická náročnost na staveništi	2 – nízká	5 – velmi vysoká	3 – střední
Nároky na zábor	2 – nízké	4 – vysoké	2 – nízké
Množství techniky na povrchu	2 – nízké	4 – vysoké	3 – střední
Stabilizace a podpora rukávce při instalaci	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	4 – vysoká
Citlivost na infiltraci studené podzemní vody	3 – střední	2 – nízká	5 – velmi vysoká
Citlivost na lokální tepelné ztráty	—	1 – velmi nízká	5 – velmi vysoká
Tepelná setrvačnost vytvrzovacího média	—	5 – velmi vysoká	2 – nízká
Kontrolovatelnost procesu vytvrzení	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká	4 – vysoká
Náročnost ochlazovací fáze	1 – velmi nízká	5 – velmi vysoká	2 – nízká
Nakládání s technologickou vodou po vytvrzení	1 – velmi nízké	5 – velmi vysoké	1 – velmi nízké
Dopad na dopravu a okolní provoz	2 – nízký	3 – střední	2 – nízký
Citlivost procesu na okolní podmínky – výsledně	2 – nízká	2 – nízká	4 – vysoká
Univerzálnost napříč profily	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	3 – střední
Celkové hodnocení pro DN ≥ 600	4 – velmi vhodné	5 – preferované řešení	3 – vhodné / omezené podle DN

Pozn.: Hodnocení je orientační a předpokládá použití systému vhodného pro daný profil a skladbu. U UV závisí použitelnost na konstrukci rukávce, tloušťce laminátu a výkonu vytvrzovací soupravy. U parního vytvrzení je zvlášť důležité udržet předepsané teplotní podmínky po celé délce; přítok studené vody může lokálně zvyšovat tepelné ztráty a způsobit nežádoucí kondenzace. U profilů nad DN 600 je v této práci jako preferované řešení hodnocena vodní inverze s vytvrzováním horkou vodou z důvodu kombinace mechanické podpory rukávce, vysoké tepelné stability média a dobré kontrolovatelnosti procesu.

Interpretace hodnocení pro kanalizace (CIPP)

Tabulka ukazuje, že nejmenší environmentální stopa na staveništi nemusí znamenat nejvyšší odolnost technologického procesu vůči proměnlivým podmínkám. UV vytvrzení nabízí malý zábor, nízkou spotřebu technologické vody a krátký vytvrzovací cyklus. Pneumatická inverze s parou je velmi atraktivní zejména u menších profilů, kde může být proces rychlý a zařízení kompaktní.

U profilů nad DN 600 se jako nejvhodnější jeví vodní inverze s vytvrzováním horkou vodou. S rostoucím průměrem roste hmotnost a plocha rukávce i význam jeho stabilizace během instalace. Vodní sloupec zajišťuje souvislou hydrostatickou podporu a přitlačení rukávce k hostitelskému potrubí, což je u větších profilů významná technologická výhoda. Současně má voda vysokou měrnou tepelnou kapacitu, a vytváří proto tepelně stabilní prostředí s menší citlivostí na krátkodobé lokální tepelné ztráty.

Tato výhoda je vykoupena vyšší spotřebou vody a energie, větším objemem zařízení a náročnějším nakládáním s technologickou vodou po ukončení vytvrzení. Preference vodní inverze proto nevychází z jediného ukazatele, ale z kombinace mechanické stability vložky, rovnoměrnosti a kontrolovatelnosti tepelného procesu, nižší citlivosti na lokální ochlazování a dobré škálovatelnosti pro větší profily. Tam, kde je naopak dominantním kritériem minimální zábor, minimální spotřeba vody nebo velmi krátký vytvrzovací cyklus, mohou být výhodnější UV nebo parní systémy. Jednotlivé zkušenosti podrobněji uvedu na příkladech v prezentaci.

4. Tlakové vodovody

U tlakových vodovodů je vhodné porovnávat technologie podle odlišných kritérií než u kanalizací. Vedle rychlosti a záboru je zásadní zachování hydraulického profilu, rozsah přípravy hostitelského potrubí, způsob zakončení a prostorové nároky na montáž koncových prvků. V této oblasti se celosvětově intenzivně inovuje tak, aby různé podmínky byly pokrývány odpovídající technologií. Zvláštní pozornost zasluhují inserted hoses - vyztužené polymerní hadice (FFRP), u nichž může být vlastní zatažení mimořádně rychlé, ale celkovou dobu významně ovlivňuje čištění, robotické odstranění ostrých překážek a montáž konektorů.

Metoda Close-Fit je pro účely srovnání rozdělena na technologii výrobně deformované vložky a na technologii redukčních procesů prováděných na staveništi (např. Swagelining/DynTec), při nichž je svařený PE trubní řad tažen přes redukční matici a po uvolnění tahového napětí se vrací směrem k původnímu průměru.

Interpretace hodnocení pro vodovody (Relining, CIPP, Close-fit, inserted hoses)

U technologie FFRP je nutné oddělit rychlost zatažení od rychlosti celé sanace. Tyto zatahované flexibilní hadice s polymerními povrchy vyžadují mimořádně kvalitní přípravu hostitelského potrubí. Ostrý lom, otřep, svarový výstupek nebo jiná lokální překážka může znamenat robotické opracování, aby nedošlo k poškození vnější vrstvy během zatahování. Proto může být FFRP v dobře připraveném potrubí jednou z nejrychlejších metod, zatímco v potrubí s četnými vadami se její celková rychlost výrazně snižuje.

Samostatným tématem jsou mechanické koncovky. Pokud má být FFRP ukončena přímo v existující armaturní šachtě, musí být k dispozici dostatečný prostor pro koncový konektor, přírubu a montážní zařízení. Při nedostatku místa může být nutná úprava vystrojení šachty nebo ukončení vložky před šachtou, což zpravidla znamená lokální výkop. U tlakových CIPP je ukončení řešeno systémovým těsnicím detailem nebo manžetou a prostorové nároky bývají odlišné.

Rozdělení FFRP na Loose-fit a Close-fit má smysl především kvůli hydraulice. Loose-fit systém ponechává mezi vložkou a hostitelským potrubím mezikružší, a tím obvykle více redukuje světlý profil. Close-fit FFRP se rozepne blíže ke stěně hostitelského potrubí a lépe zachovává průtočný průřez. Z hlediska čištění, citlivosti na ostré překážky a montáže koncových prvků jsou si však obě skupiny velmi podobné.

5. Rychlost realizace jako součet všech operací

Pro obě skupiny potrubí je vhodné hodnotit celkovou dobu zásahu jako součet přípravy hostitelského potrubí, instalace, vytvrzení nebo dotvarování, zakončení, zkoušek a uvedení do provozu. Technologie s nejvyšší okamžitou instalační rychlostí nemusí být nejrychlejší v celkovém čase. U technologií FFRP mohou rozhodovat robotické práce a konektory; u technologií CIPP vytvrzovací cyklus; u technologií PE systémů svařování trubního řadu a prostorová příprava zatahování. Pro investora je důležité posoudit potenciální technologie podle vzorce ($T = \text{čas}$):

$$T_{\text{celkový}} = T_{\text{přípravy}} + T_{\text{instalace}} + T_{\text{vytvřzení/dotvarování}} + T_{\text{zakončení}} + T_{\text{zkoušky}} + T_{\text{uvedení do provozu}}$$

Tabulka 2 – Tlakové vodovody: porovnání vložkových metod

Hledisko	Relining PE	Close-Fit – výroba	Close-Fit – Swagelining / Dyn Tec	Tlakové CIPP	FFRP Loose-fit	FFRP Close-fit
Princip	PE trubka menšího OD; zůstává mezikruží.	Vložka deformovaná ve výrobě, po instalaci obnovuje tvar.	Svařený PE řad prochází redukční matricí na stavbě.	Přiskyřicí impregnovaný rukávec vytvrzený v potrubí.	Vyztužená hadice zatažená volně; zůstává mezikruží.	Vyztužená hadice zatažená v redukovaném tvaru a rozepnutá Close-fit.
Zachování hydraulického profilu	2 – nízké	5 – velmi vysoké	5 – velmi vysoké	5 – velmi vysoké	3 – střední	5 – velmi vysoké
Potenciální hydraulická kapacita	3 – střední	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká	3 – střední	5 – velmi vysoká
Rychlost vlastní instalace	4 – vysoká	4 – vysoká	4 – vysoká	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Náročnost přípravy hostitelského potrubí	3 – střední	4 – vysoká	4 – vysoká	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Požadovaná úroveň čištění	3 – střední	4 – vysoká	4 – vysoká	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Citlivost na ostré hrany / výstupky	2 – nízká	3 – střední	3 – střední	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Pravidelnost robotického oprávnění vad	2 – nízká	3 – střední	3 – střední	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Význam detailní CCTV kontroly před instalací	3 – střední	4 – vysoký	4 – vysoký	5 – velmi vysoký	5 – kritický	5 – kritický
Citlivost celkové doby na stav hostitelského potrubí	2 – nízká	3 – střední	3 – střední	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Nároky na zábor	4 – vysoké	2 – nízké	5 – velmi vysoké	3 – střední	1 – velmi nízké	1 – velmi nízké
Logistická náročnost	4 – vysoká	3 – střední	5 – velmi vysoká	4 – vysoká	2 – nízká	2 – nízká
Potřeba dlouhé manipulační plochy	5 – velmi vysoká	2 – nízká	5 – velmi vysoká	2 – nízká	1 – velmi nízká	1 – velmi nízká
Potřeba vytvrzení / chemického procesu na stavbě	1 – velmi nízká	1 – velmi nízká	1 – velmi nízká	5 – velmi vysoká	1 – velmi nízká	1 – velmi nízká
Nárok na prostor v šachtě pro zakončení	3 – střední	3 – střední	3 – střední	2 – nízký	5 – velmi vysoký	5 – velmi vysoký
Riziko úpravy vstrojení šachty	3 – střední	3 – střední	3 – střední	2 – nízké	5 – velmi vysoké	5 – velmi vysoké
Riziko dodatečného výkopu kvůli zakončení	3 – střední	3 – střední	3 – střední	2 – nízké	4 – vysoké	4 – vysoké
Potřeba technologické vody	1 – velmi nízká	2 – nízká	1 – velmi nízká	4 – vysoká dle systému	1 – velmi nízká	1 – velmi nízká
Potenciál dlouhých instalačních úseků	4 – vysoký	4 – vysoký	5 – velmi vysoký	4 – vysoký	5 – velmi vysoký	5 – velmi vysoký
Celková rychlost při dobrém stavu hostitelského potrubí	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	4 – vysoká	4 – vysoká	5 – velmi vysoká	5 – velmi vysoká
Celková rychlost při četných ostrých vadách	3 – střední	3 – střední	3 – střední	3 – střední	2 – nízká	2 – nízká
Potenciál minimalizace zásahu do okolí	3 – střední	4 – vysoký	3 – střední	4 – vysoký	5 – velmi vysoký*	5 – velmi vysoký*

Pozn.: * U FFRP platí vysoký potenciál minimalizace zásahu do okolí pouze při vhodném stavu hostitelského potrubí a dostatečném prostoru pro montáž koncových konektorů. Vlastní zatažení může být velmi rychlé, avšak příprava potrubí a zakončení mohou celkovou dobu zásadně prodloužit. Loose-fit a Close-fit jsou v realizačních parametrech podobné; hlavní rozdíl se projevuje v zachování hydraulického profilu a v existenci mezikruží.

6. Vliv na okolní prostředí

Vliv okolního prostředí je v tomto příspěvku chápán obousměrně. Technologie ovlivňuje okolí prostřednictvím záboru, výkopů, dopravy, hluku, spotřeby vody a energie nebo odpadů. Současně okolní prostředí ovlivňuje technologii: podzemní voda může měnit tepelné podmínky vytvrzení, omezená šachta může znemožnit montáž konektoru a stav vnitřního povrchu může zásadně prodloužit přípravu FFRP nebo průjezdnost soupravy UV. Právě tato ovlivnění určují praktické posouzení odolnosti procesu vůči skutečným podmínkám stavby.

7. Závěr

Rozdělení hodnocení na kanalizace a vodovody vede k přesnějším závěrům než jedna společná matice všech vložkových metod. U gravitačních kanalizací není rozhodující pouze typ rukávce CIPP, ale zejména způsob jeho instalace a vytvrzení. UV vytvrzení nabízí malý zábor, nízkou spotřebu technologické vody a krátký, dobře říditelný vytvrzovací cyklus. Pneumatická inverze s parou může být velmi efektivní zejména u menších profilů, kde je omezený objem vložky a lze rychle vytvořit požadované teplotní podmínky. S rostoucím průměrem však roste význam mechanické stabilizace rukávce a rovnoměrnosti tepelného působení po celé délce a obvodu vložky.

Právě u profilů nad DN 600 proto v tomto srovnání vychází nejlépe vodní inverze s vytvrzováním horkou vodou. Vodní sloupec poskytuje souvislou hydrostatickou podporu, která stabilizuje těžší rukávec a napomáhá jeho rovnoměrnému přitlačení k hostitelskému potrubí. Vysoká tepelná kapacita vody současně omezuje rychlé lokální změny teploty a umožňuje vytvářet relativně homogenní tepelné podmínky po celém průřezu. V porovnání s parním vytvrzením je tak proces méně citlivý na lokální ochlazování, například při infiltraci studené podzemní vody. Další výhodou je možnost průběžně sledovat a řídit rozhodující teploty a dobu vytvrzení. Tyto vlastnosti nabývají na významu s rostoucím DN, tloušťkou vložky, délkou a topologií úseku.

Vodní inverze přitom není bez nevýhod. Vyžaduje významný objem technologické vody, energii pro její ohřev a cirkulaci, větší množství zařízení na staveništi a následné nakládání s vodou po dokončení vytvrzování. Její preference u větších profilů proto není dána environmentální nebo logistickou úsporností, ale technickou vyvážeností procesu: mechanickou podporou vložky, tepelnou stabilitou, kontrolovatelností a širokým rozsahem použitelnosti. U projektů, kde jsou rozhodující minimální zábor, nízká spotřeba vody nebo krátká doba vytvrzení, může být optimální UV technologie; u menších profilů může být velmi efektivní také pneumatická inverze s parou.

U tlakových vodovodů se těžiště výběru přesouvá k jiným parametrům. Metody Relining a Close-Fit systémy se liší zejména zachováním hydraulického profilu a nároky na pracovní prostor; redukční procesy typu Swagelining/DynTec zachovávají průtočný profil velmi dobře, ale vyžadují dlouhý svařený PE řad a významné tahové zařízení. U FFRP je vlastní zatažení rychlé a zábor malý, avšak celkovou dobu realizace může zásadně ovlivnit příprava hostitelského potrubí. Ostré hrany, výstupky, lomy a další lokální vady vyžadují odstranění, často robotickým frézováním, aby nedošlo k poškození vložky. Dalším rozhodujícím krokem je montáž mechanických koncových prvků, která může vyžadovat úpravu vystrojení šachty nebo dodatečný výkop. U FFRP Loose-fit a Close-fit jsou proto realizační charakteristiky podobné; výraznější rozdíl vzniká především v zachování hydraulického profilu.

Objektivním závěrem je, že rychlost technologie nelze vyjádřit jediným údajem o rychlosti zatažení nebo vytvrzení. Pro objektivní výběr je nutné hodnotit celý interval od přípravy a odstavení potrubí přes instalaci, vytvrzení či dotvarování až po zakončení, zkoušky a uvedení do provozu. Stejně důležitá je intenzita zásahu do okolí a citlivost konkrétního postupu na stav hostitelského potrubí, podzemní vodu, prostorové možnosti šachet a dostupný pracovní prostor. Teprve kombinace těchto parametrů umožňuje zvolit technologii, která je pro konkrétní úsek skutečně nejrychlejší a současně přiměřeně šetrná k okolnímu prostředí.

Použité podklady a literatura

- [1] Podkladové ČSN EN ISO / EN ISO k bezvýkopové renovaci potrubí – výňatek poskytnutý pro zpracování příspěvku.
- [2] Technické podklady výrobců, systémových dodavatelů a odborné metodické materiály k jednotlivým renovačním metodám.

75 LET EUTIT. TŘICET LET POD ZEMÍ – PŘÍBĚH ČEDIČE V BEZVÝKOPOVÝCH TECHNOLOGIÍCH.

Robert Kostolány

obchodní ředitel

EUTIT s.r.o., Slévárna taveného čediče a eucoru



Od roku 2000 působí ve společnosti EUTIT s.r.o., kde začínal jako produktový manažer pro oblast kanalizačních systémů a bezvýkopových technologií. Následně vedoucí tuzemského obchodu. V současnosti zastává funkci obchodního ředitele společnosti.

Více než 25 let se věnuje využití taveného čediče ve vodohospodářství, zejména při výstavbě a sanacích kanalizačních stok, mikrotunelování a dalších bezvýkopových technologiích. Podílel se na zavádění čedičových systémů v České republice i v zahraničí, zejména v Polsku, Chorvatsku, Německu a dalších evropských zemích.

Je místopředsedou České společnosti pro bezvýkopové technologie (CZSTT), členem předsednictva a redakční rady odborného časopisu No-Dig. Pravidelně přednáší na odborných konferencích a publikuje články zaměřené na bezvýkopové technologie, materiálové inženýrství a vodohospodářské stavby.

Anotace přednášky

75 let výroby taveného čediče a 30 let kanalizačního programu společnosti EUTIT představuje jedinečnou příležitost ohlédnout se za vývojem materiálu, který si našel pevné místo v oblasti bezvýkopových technologií.

Přednáška nebude pouze technickým přehledem výrobků, ale především příběhem lidí, kteří stáli u zrodu jejich využití v kanalizacích. Připomene první spolupráci s Pražskými kanalizacemi a vodními toky, vznik čedičových žlabů podle pražských normálí, vývoj první protlačovací trouby z taveného čediče a její uvedení na konferenci No-Dig Praha.

Součástí přednášky budou také dosud nepublikované historické fotografie, dokumenty a osobní vzpomínky na osobnosti českého vodohospodářství, které významně ovlivnily rozvoj bezvýkopových technologií. Posluchači se seznámí s příběhem zavádění čedičových technologií v České republice i v Polsku, včetně realizací na historických stokách v Krakově pod hradem Wawel.

Přednáška nabídne nejen technické informace, ale také řadu lidských příběhů a zajímavostí z třicetileté historie spolupráce projektantů, provozovatelů kanalizací a výrobce taveného čediče.

Příspěvek do sborníku

75 let EUTIT. Třicet let pod zemí

Jak se tavený čedič stal součástí českých a světových bezvýkopových technologií

Když vznikal EUTIT

V roce 1951 byla ve Staré Vodě zahájena výroba taveného čediče. V poválečném Československu se začal vyrábět materiál s mimořádnou odolností proti otěru, chemickému namáhání a vysokým teplotám. Po desetiletí nacházel uplatnění především v energetice, hutnictví, cementárnách a těžkém průmyslu. Přestože se tavený čedič začal v kanalizacích používat již krátce po zahájení výroby – první známé realizace vznikly v roce 1952 v Mníšku pod Brdy, následovala Opava a v roce 1956 Uherské Hradiště – jednalo se spíše o jednotlivé aplikace. Ucelený kanalizační program společnosti EUTIT vznikl až o více než čtyřicet let později.



FOTOGRAFIE 1 – Historická fotografie výroby taveného čediče EUTIT ve Staré Vodě v 50. letech

Privatizace přinesla nové myšlenky

Po privatizaci společnosti se z původně výrobního podniku stala obchodně orientovaná firma, která začala aktivně hledat nové trhy. Jednou z oblastí se stalo vodohospodářství. Nikdo tehdy netušil, že rozhodující impuls přijde zcela náhodou.

Jedna otázka změnila třicet let vývoje

V roce 1995 se Jan Neustupný vydal představit výrobní program společnosti EUTIT do Pražských kanalizací a vodních toků. Přijal jej technický náměstek Ing. Jiří Šejnoha. Při prohlížení fotografií výrobků zaujal Ing. Šejnoha prohnutý čedičový dílec určený pro vyložení plavícího kanálu v Japonsku. Zeptal se, zda by bylo možné podobným způsobem vyrobit i dno kanalizační stoky. Jan Neustupný odpověděl jednoduše: „Zkusíme to.“

A právě tím začal příběh kanalizačního programu společnosti.



EUTIT.FOTOGRAFIE 2 –
“prohnutá dlaždice
v Japonsku”



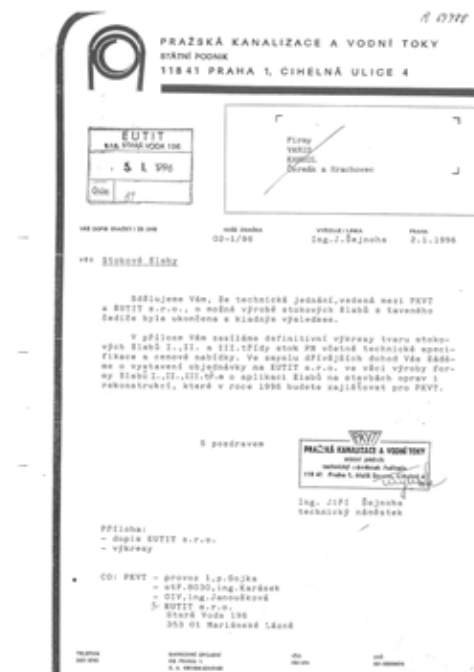
FOTOGRAFIE 3
konečné vyložení v Japonsku



FOTOGRAFIE 4 Honza Neustupný a jeho legendární fotoalbum

Od prvního prototypu k pražským normálím

Následoval vývoj forem, zkoušky a společná práce s Pražskými kanalizacemi a vodními toky. V roce 1996 byly schváleny první technické podmínky a přijímací pravidla. Postupně vznikl kompletní sortiment čedičových žlabů pro pražské normálie od PNO až po PN10.



FOTOGRAFIE 5 – Dopis PKVT z ledna 1996

Od několika žlabů ke kompletnímu systému

Vývoj pokračoval výrobou dalších tvarů a velikostí. To, co začalo několika prototypy, se během několika let stalo standardním výrobním programem společnosti EUTIT. Realizace jsou dodnes v provozu.



FOTOGRAFIE 6 – Současná realizace čedičových žlabů

Úsměvná historka provázela i první použití čedičových žlabů v Brně. Pan Stanislav Absolon z Brněnských vodáren tehdy souhlasil s jejich použitím, ale při úplně první montáži, během spouštění žlabu do šachty, jeden z našich žlabů praskl. Jen shodou okolností se nikomu nic nestalo.

Pan Absolon tehdy prohlásil: „Tak tohle tady nechci.“ Jen díky obrovskému úsilí Jana Neustupného se podařilo vysvětlit, že nešlo o vlastnost materiálu, ale o ojedinělou výrobní vadu. Následný rozbor ukázal, že v odlitku zůstalo cizí těleso – pravděpodobně porcelánová pojistka, kterou některý z elektrikářů ne dbale náhodou odhodil do zásobníku kamene.

Stanislav Absolon si prasklý střep schoval. Když jsme jej o něj později žádali, vždy s úsměvem říkal: „Dám vám ho, až půjdete do důchodu.“

Přiznám se, že jsem na to časem úplně zapomněl. O to větší bylo moje překvapení, když jsem Standu krátce před jeho odchodem do důchodu navštívil. Sáhl do skříně, podal mi onen legendární střep a řekl: „Bobe, tady máš něco na památku.“

Dodnes jej mám schovaný. Připomíná mi nejen jednoho z velikánů brněnského vodárenství, ale také to, jak málo někdy chybí, aby se historie ubírala úplně jiným směrem.



FOTOGRAFIE 7– střep prasklého žlabu

Bezvýkopové technologie otevřely další cestu

Další významný milník přišel v roce 2001.

Společnost EUTIT představila první čedičovou troubu určenou pro mikrotunelování o délce 1000 mm a světlosti DN 300. Právě na mezinárodní konferenci No-Dig Praha 2001 byla odborné veřejnosti představena možnost využití taveného čediče i při bezvýkopové výstavbě potrubí. Tím se otevřela další kapitola využití tohoto materiálu.

Od té doby nachází čedič své místo nejen při výstavbě nových stok, ale také při jejich obnově pomocí moderních bezvýkopových technologií.



FOTOGRAFIE 8 – První trouba pro mikrotunelování z roku 2001

Třicet let pod zemí

Při příležitosti 75 let společnosti EUTIT si připomínáme také třicet let od okamžiku, kdy se tavený čedič vydal pod zem – do světa kanalizací a bezvýkopových technologií. Za uplynulých třicet let byly čedičové prvky společnosti EUTIT použity při stovkách staveb kanalizačních stok v České republice i v zahraničí. Technologie se mezitím výrazně změnily. Dnes se stále častěji využívají bezvýkopové metody

výstavby i sanací. Přesto zůstává základní požadavek stejný jako před třiceti lety – vytvořit konstrukci s co nejdelší životností a minimálními nároky na údržbu. Právě zde nachází tavený čedič své místo i v současnosti. Ne proto, že by byl nejmodernějším materiálem, ale proto, že dlouhodobě potvrzuje své vlastnosti přímo v provozu.



FOTOGRAFIE 9 – Současná fotografie bezvýkopové realizace nebo kanalizační stoky

Poděkování průkopníkům

Když se dnes ohlédneme za třiceti lety kanalizačního programu společnosti EUTIT, je vhodné připomenout jména lidí, kteří stáli u jeho zrodu.

Především to byl Honza Neustupný a Pavel Dragoun z firmy EUTIT, kteří se rozhodli přijmout výzvu a věnovali obrovské množství času, energie a odvahy vývoji, zcela nového výrobního programu, Ing. Šejnohovi za myšlenku a vstřícnost, p. Sojkovi, Karáskovi, Petrovi Lukešovi, Františku Janouškovi a dalším odborníkům z Pražských kanalizací a vodních toků a stavebních firem Janoušek a Krovoza, Kankol, Čermák a Hrachovec, že tehdy dokázali spojit zkušenosti projektantů, provozovatelů a výrobce do společného vývoje. Projektantům z firmy Ko-Ka za pomoc. V Brně to byli především Standa Absolon, kterému děkuji za šanci použít čedič, Marek Helcelet, Pavel Král, Olda Kůra. Také Tomášovi Krzákovi a Bobovi Petrželkovi za to, že se nebáli a sami nabídli pomoc s prvními protlaky a testováním a za úspěšné stovky metrů co realizovali. Práce všech jmenovaných i těch, které jsem nezmínil, položila základy výrobního programu, který se během tří desetiletí stal běžnou součástí českého vodohospodářství.



FOTOGRAFIE 10 Ing. Jiří Šejnoha a Jan Neustupný při jedné z prvních realizací



FOTOGRAFIE 11 Ing. Petr Lukeš s kolektivem při jedné z prvních realizací

Výrobky z taveného čediče nejsou na první pohled vidět. Jsou ukryty několik metrů pod našima nohama. Právě tam již třicet let chrání kanalizační systémy před opotřebením a pomáhají prodlužovat jejich životnost. Možná právě to je největší ocenění každého technického materiálu. Když o něm není slyšet, protože spolehlivě plní svou práci.

SANACE VEJČITÉHO PROFILU DN 1100/1850 UV VYTVRZOVANÝM SKLOLAMINÁTOVÝM RUKÁVCEM 104 BM V PROSTORU NÁMĚSTÍ REPUBLIKY V OSTRAVĚ

Ing. Miroslav Šebesta

vedoucí střediska sanací,
TRASKO BVT, s.r.o.



TRASKO BVT, s. r. o.
FAKTURAČNÍ ADRESA, SÍDLLO: Na Nouzce 487/8, 682 01 Vyškov
PROVOZOVNA: Cukrovarská 529/49, 682 01 Vyškov
M +420 724 783 076
E m.sebesta@trasko.cz
www.traskobvt.cz

Po ukončení studia FUT FAST v Brně jsem se věnoval realizaci staveb bezvýkopovou technologií a získal oprávnění závodní a autorizaci. Následně jsem se věnoval dopravním stavbám, aby se kruh uzavřel a vrátil se k bezvýkopům v podobě vedoucího střediska sanací u TRASKO BVT, s.r.o.

Anotace přednášky

V rámci revitalizace Náměstí Republiky v Ostravě byla bezvýkopově obnovena jednotná kanalizační stoka vejčitého profilu DN 1100/1850 v délce 104 bm. Pro sanaci byla zvolena technologie CIPP (Cured-In-Place Pipe), tedy na místě vytvrzovaný sklolaminátový rukávec s UV vytvrzením. Realizace kombinovala hluboké uložení stoky, podchody nad trasou, směrově členitý průběh, řízené přečerpávání, těžkou manipulaci s přibližně 14t rukávce a téměř 23hodinovou nepřetržitou instalační operaci. Výsledkem je souvislá vložka bez nežádoucích vrapů a s vyhovujícími výsledky kontroly kvality.

Příspěvek do sborníku

Kontext stavby a volba bezvýkopové technologie

Sanovaný sběrač A je veden v prostoru významného ostravského dopravního uzlu, přibližně 8 m pod povrchem. Nad stokou se nacházejí podchody a navažující konstrukce a práce byly současně koordinovány s revitalizací celého Náměstí Republiky. Otevřený výkop by proto znamenal výrazný zásah do povrchu, provozu i organizace stavby. Bezvýkopové řešení umožnilo zachovat původní trasu stoky a omezit rozsah výkopových prací. Pro zajištění přístupu byly vybudovány nové velké montážní komory; původní přístupy měly charakter komínků DN 600.

Výchozí stav, statický návrh a příprava

Původní vejčitý profil vykazoval poškození dnové části, lokální kaverny až kolem 0,5 m a nepravidelnosti ve vrchlíku stoky. Směrové změny představovaly u takto rozměrného rukávce významné riziko lokálního skládání a vzniku vrapů. Po vyčištění proto následovala reprofilace dna a úprava atypických míst. Rukávec byl objednan až po dokončení těchto

prací a po podrobném obvodovém zaměření skutečného profilu obvodoměrkou. Tím se minimalizovalo riziko nesouladu mezi geometrií hostitelské stoky a dodanou vložkou.



Obr. 1 Původní vejčitý profil DN 1100/1850 před sanací; patrná je nepravidelná geometrie a poškození dnové části.
Foto: archiv TRASKO BVT.



Obr. 2 Manipulace s transportní bednou rukávce. Hmotnost rukávce včetně obalu byla přibližně 14 t; k osazení byl použit mobilní jeřáb o nosnosti cca 60 t. Foto: archiv TRASKO BVT.

Statické dimenzování vložky

Statický návrh vycházel ze stavu původní konstrukce II podle DWA-A 143-2 a z uvažované hladiny podzemní vody 3,0 m nad dnem stoky. Pro vložku Alphaliner 1800H byla výpočtem stanovena rozhodující tloušťka vytvrzeného CIPP 14,0 mm; dodaný rukávec měl kompozitní tloušťku 14,2 mm. Nelineární výpočet metodou konečných prvků ověřil napětí, deformace i stabilitu proti vybočení. Relativní horizontální deformace vyšla 1,96 %, tedy pod doporučenou hranicí 3 %. Statické posouzení tak potvrdilo bezpečnost navrženého řešení pro danou geometrii a zatížení.

Řízení průtoků během sanace

Sanovaný úsek bylo nutné po dobu instalace bezpečně odstavit. Ze Š1 [2704134] byly splaškové vody tlakově přečerpávány do nové šachty DN 425 v podchodu a odtud pokračovaly gravitačně přes šachty Š2143305, Š2138935 a Š2138933 až do Š2 [2138936]. V Š2 byl současně vytvořen lokální obtok z PVC DN 250, aby nemohlo dojít k vyplavení technologie ani k poškození nevytvrzeného rukávce. Samostatně byla do podchodu přečerpávána také jediná přípojka DN 300 napojená do sanovaného úseku. Návrh a provoz bypassu byl proto plnohodnotnou součástí technologické přípravy.

REALIZACE, UV VYTVRZENÍ A VÝSLEDEK

Manipulace, zatažení a kalibrace rukávce

Vlastní realizace byla zahájena v úterý v 7:00. Rukávec s ochranným obalem vážil přibližně 14 t a vzhledem ke zhoršeným příjezdovým podmínkám bylo nutné transportní bednu dostat jeřábem až do bezprostřední blízkosti montážní komory. Rukávec byl následně zatahován ze Š2 do Š1, tedy proti směru

toku kanalizačního řádu. Po zatažení byly osazeny koncové pakry, vložka byla rozvinuta tlakovým vzduchem a proběhla dvojí kalibrace do vejčitého profilu. Správné rozvinutí bylo kontrolováno kamerou UV soustavy. Kritickými místy byly zejména směrové změny a lokálně atypická geometrie stropu, kde bylo nutné zabránit vzniku vrapů nebo poškození vnitřní fólie.



Obr. 3 Práce v montážní komoře při instalaci, rozvinutí a kalibraci sklolaminátového rukávce. Foto: archiv TRASKO BVT.

Nepřetržitá instalační operace

Instalace a kalibrace probíhaly od 7:00 přibližně do večerních 21:00. Následovalo UV vytvrzování, ochlazení, demontáž technologické soustavy, odřezání konců a odstranění pakerů. Dokončovací práce byly ukončeny ve středu přibližně v 6:00. Celá operace tak představovala téměř 23 hodin nepřetržitého nasazení montážního týmu a vyžadovala přesnou koordinaci přečerpávání, manipulace, tlakování, kontroly i vytvrzování.



Obr. 4 UV lampový řetěz před zavedením do rukávce. Vytvrzování probíhalo soustavou šesti lamp o výkonu 4 000 W. Foto: archiv TRASKO BVT.

UV vytvrzení a dokumentace procesu

Po ověření správného rozvinutí byl zahájen řízený proces UV vytvrzení. Použita byla soustava 6 × 4000 W, instalační protokol uvádí pracovní tlak přibližně 350 mbar a maximální rychlost posuvu 0,30 m/min. Průběh byl kontinuálně zaznamenáván, včetně tlaku, rychlosti, teplot a funkce jednotlivých lamp. Samotné UV vytvrzování trvalo přibližně 5 h 45 min. U velkého vejčitého profilu je právě stabilní tlak, správná rychlost lampového řetězu a nepřetržitá kontrola rozvinutí zásadní pro dosažení rovnoměrně vytvrzené konstrukce.

Výsledek a kontrola kvality

Po odstranění pakerů a dokončení koncových úprav následovala kontrola sanovaného úseku. Laboratorní výsledky byly vyhovující a závěrečná kontrola potvrdila souvislé provedení vložky. Z technologického hlediska je podstatné zejména to, že se navzdory klikatému průběhu stoky podařilo rukávec rozvinout bez nežádoucích vrapů a bez porušení vnitřní fólie. Dronové zobrazení po dokončení sanace zároveň názorně dokumentovalo skutečnou směrovou členitost trasy a význam kvalitní přípravy.

Zkušenosti z realizace

Realizace ukázala, že UV CIPP lze úspěšně použít i pro rozměrný vejčitý profil ve velmi složitých městských podmínkách. Rozhodující nebyla pouze samotná fáze vytvrzení, ale celý řetězec činností: kvalitní reprofilace hostitelské stoky, obvodové zaměření před objednáním rukávce, statické ověření, návrh bypassu, zvládnutí těžké manipulace a kontrolovaná kalibrace v celé délce 104 bm. Výsledkem je obnova kanalizačního sběrače s minimálním zásahem do povrchu a s omezením dopadů na okolní provoz. Zkušenost zároveň potvrzuje význam důsledné přípravy a sešraného realizačního týmu u instalací, kde je prostor pro dodatečnou korekci během vytvrzování velmi omezený.

Vybrané realizační parametry

104 bm sanovaný úsek	14,2 mm tloušťka rukávce
14 t hmotnost s obalem	23 h nepřetržitá operace

Podklady: projektová dokumentace SO 330, statické posouzení LGA Bautechnik, instalační protokol UV a fotodokumentace TRASKO BVT.

SPRAYCOATING ČI BRUSHCOATING

Martin Hobza

IBOS a.s.



V roce 1999 zakládá „garážovou“ firmu o dvou lidech, kterou od té doby úspěšně vede a rozvíjí. Dnes má jeho podnik podobu akciové společnosti, zaměstnává více než 100 lidí a dodává své výrobky prostřednictvím obchodních zastoupení do zemí všech kontinentů. Zakladatel firmy je dnes jedním ze dvou jejích majitelů a zároveň řídí především obchodní stránku jejího chodu.

Anotace přednášky

Spraycoating/brushcoating je způsobem renovace potrubí menších DN, který spočívá v nanášení materiálu dovnitř potrubí štětcem (brush) nebo nástřikem. Postup se zpravidla několikrát opakuje, dokud není v potrubí vytvořena vrstva dostatečné tloušťky. Nespornou výhodou technologie je [v závislosti na použitém materiálu] rychlá aplikace a krátká doba schnutí, která minimalizuje potřebnou dobu odstávky potrubí z běžného provozu.

Příspěvek do sborníku

IBOS je českým výrobcem a dodavatelem technologií a materiálu pro monitoring, opravy a údržbu kanalizačních sítí.

Spraycoating či brushcoating

jsou dalšími způsoby, jak renovovat potrubí menších DN (DN 50 – DN 200) a vyhnout se tak bourání a stavebním pracem nutným k fyzické výměně potrubí a nekomfortu s těmito pracemi spojeným. I zde jde v podstatě o vytvoření „trubky v trubce“, jako v případě instalace lineru, ovšem s některými benefity, které liner/vložka nabídnout neumí – mluvíme například o kolenech 45 a 90°, kde může docházet při aplikaci lineru k problémům při zavádění vložky nebo ke krčení materiálu, nebo absenci otevírání odboček ze sanované trubky, které u této technologie zcela odpadá.

V tomto případě se jedná o nanášení flexibilního, vysoce odolného a rychle schnoucího materiálu rotačním štětcem nebo nástřikovou hlavou v několika vrstvách do vnitřku renovovaného potrubí. Materiál, který je zpravidla dvousložkový, je smíchán do aplikační konzistence až v místě nanášení těsně u štětce nebo nástřikové hlavy.

Brushcoating: hadičkami s resinem dovedeny obě složky ze zásobníků k „mixeru“ těsně u rotačního štětce. Ten je poháněn například pomocí aku vrtačky a roztírá materiál rovnoměrně po celé ploše potrubí. Lze aplikovat vodorovně i horizontálně (pohybem štětce zdola nahoru).

Spraycoating: i zde jsou hadičkami s resinem dovedeny obě složky ze zásobníků k „mixeru“ těsně u nástřikové hlavy. Ta je poháněna tlakovým vzduchem z kompresoru. Lze aplikovat vodorovně i horizontálně (pohybem štětce zdola nahoru i v obráceném gardu).

U obou technik nanášení materiálu je průběh práce kontrolován obsluhou pomocí kamerového systému připevněného k nanášecí technologii, takto může obsluha korigovat rychlost pohybu štětce/nástřikové hlavy v potrubí pro vytvoření přiměřené vrstvy.

Nespotřebovaný materiál technologie nasaje z hadic zpět do zásobníků a tam je připraven pro další použití. Technologie sama je vybavena tzv. Storage módem pro uchovávání materiálu v aplikovatelném stavu i v případě, že je nebudete po dobu několika týdnů používat.



Průběh renovace potrubí nátěrem/nástřikem:

1. Čištění

Nejprve se do potrubí zavede kamera, která zkontroluje aktuální stav. Potrubí se poté mechanicky vyčistí a opláchně vodou, aby se odstranily všechny nečistoty.

2. Sušení

Po vyčištění se potrubí vysuší vzduchovým ventilátorem a poté se znovu zkontroluje, zda je důkladně suché. Drobné trhliny a praskliny nejsou na překážku.

3. Povrchová úprava

Po inspekci potrubí se nanese dostatečné množství resinu, aby se dosáhlo minimální tloušťky vrstvy 3 mm. To obvykle vyžaduje několik vrstev, ať už nastříkaných nebo nanesených nátěrem. Po dokončení nátěru se potrubí znovu zkontroluje kamerou a výsledky se zdokumentují, aby se zajistilo, že výsledek je bezešvý, konzistentní a bez nerovností. Potrubí je připraveno k použití po 20 minutách až 1 hodině schnutí.

Technické vlastnosti polyuretanové pryskyřice Elastoflake [výrobce Relining Group]

- Samonosná
- Rychlá doba tuhnutí 2,5 minuty při 25 °C
- Vysoce odolná vůči změnám teploty
- Dobrá odolnost proti tlaku
- Vysoká rázová pevnost
- Dobrá odolnost vůči chemickým látkám a směsím, jako jsou čisticí prostředky a směsi horkých tuků
- Dlouhotrvající ochrana proti korozi a opotřebení
- Vynikající elasticita materiálu zabraňuje křehkosti, pnutí a tvorbě trhlin
- Hladký a kluzký povrch zajišťuje minimální přilnavost odpadu a lepší průtok renovovaného potrubí
- Vhodné pro plastové potrubí, litinové potrubí, nerezovou ocel, beton, azbestocement, kameninu, GRP, PP, PE a PVC, měď
- Chování při hoření B2 normální hořlavost, DIN 4102-1

- Vhodné pro:
 DN 50 /45° /90°
 DN 70 /45° /90° / více ohybů 90°
 DN 100 /45° /90° / více ohybů 90°
 DN 125 /45° /90° / více ohybů 90°
 DN 150 /45° /90° / více ohybů 90°
 DN 200 /45° /90° / více ohybů 90°

Životnost: Nátěr potrubí vydrží několik desetiletí, ale jeho životnost závisí na mnoha faktorech: materiálu náhradního potrubí, materiálu nátěru, používání a údržbě potrubí a také na tom, jak byla provedena sanace nátěru. V průměru, při běžném používání a při správně provedené sanaci nátěru potrubí, vydrží nástřik potrubí několik desetiletí. K dnešnímu dni jsme zjistili, že většina projektů s polyuretanem nebo polymočovinou vydrží 30 až 50 let, což je přibližně stejná životnost, jakou byste očekávali od výměny všech trubek za nové.

Limity: dostupné technologie jsou vhodné max do DN 300, dosah cca 30 m.



VYUŽITÍ MIKROTUNELOVÁNÍ PŘI VÝSTAVBĚ "REKONSTRUKCE ČSOV KAMÝČKÁ [084], PRAHA 6 – GRAVITACE A VÝTLAK"

Ing. Jan Brabec

BGBAU s.r.o.



Absolvent Fakulty stavební ČVUT v Praze. Po studiu stáž u firmy HERRENK-NECHT AG, návštěva projektů mikrotunelování ve Francii a Švýcarsku. V letech 2018-2022 působil ve firmě HYDROTECHNIK PRAHA spol. s r.o. jako vedoucí střediska mikrotunelování.

Od roku 2022 do současnosti působí jako jednatel a výrobní ředitel ve firmě BGBAU s.r.o. Člen pracovní skupiny „Mladí tuneláři“ u CzTA.

Anotace přednášky

Článek (prezentace) pojednává o nástrahách, kterým firma BGBAU čelila při provádění protlaků pomocí technologie mikrotunelování na akci „Rekonstrukce ČSOV Kamýčká [084], Praha 6 – gravitace a výtlak“.

Příspěvek do sborníku

Společnost BGBAU s.r.o. působí na českém trhu od roku 2022 a od svého založení se podílí na významných projektech mechanizované ražby v České republice. Do projektů vstupujeme již v jejich počátečních fázích, díky čemuž můžeme zajistit odbornou součinnost při přípravě, koordinaci i vlastní realizaci technologicky náročných prací.

Disponujeme oprávněním k provádění činností prováděných hornickým způsobem. Veškeré práce realizuje kvalifikovaný personál s odbornými zkušenostmi v oblasti podzemního stavitelství, ražeb a bezvýkopových technologií. Důraz klademe na bezpečnost, technickou kvalitu provedení, spolehlivost a dodržování požadavků investora i harmonogramu stavby.

Vedle mechanizované ražby se zaměřujeme na široké spektrum bezvýkopových technologií pro výstavbu, obnovu a rekonstrukci podzemní infrastruktury. Provádíme horizontální řízené vrtání, šnekové vrtání s pilotním vrtem, beranění ocelových chrániček, berstlining, pluhování i ruční protlaky. Volbu vhodného technologického postupu vždy přizpůsobujeme konkrétním podmínkám stavby, geologii, trase vedení a požadavkům na omezení zásahů do okolního prostředí i provozu.

1. Úvod

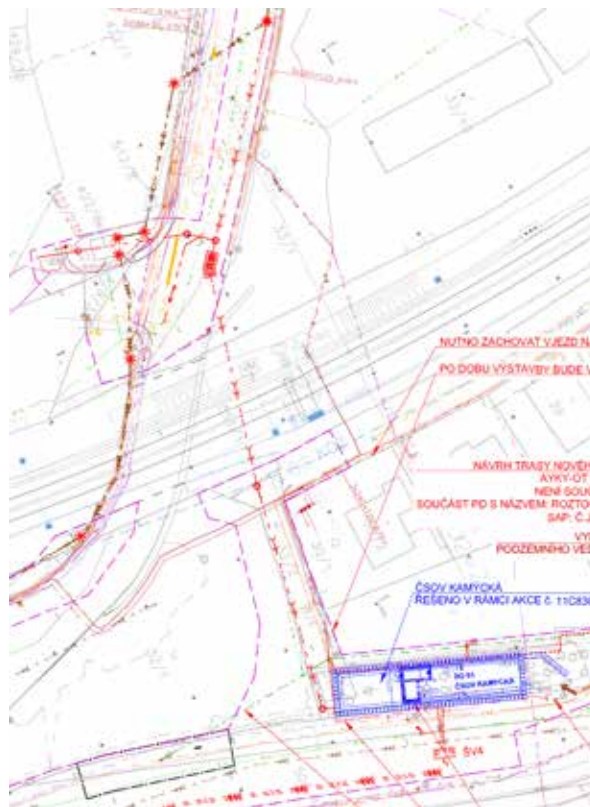
Projekt „Rekonstrukce ČSOV Kamýčká [084], Praha 6 – gravitace a výtlak“ sestává z následujících základních funkčních částí:

- 1) výstavba nové splaškové kanalizace k nové kapacitnější čerpací stanici (součástí je i část mikrotunelování)
- 2) nová čerpací stanice odpadních vod ČSOV Kamýčká – Součástí projektu „Rekonstrukce ČSOV Kamýčká [084], Praha 6, č. akce 11C8300“
- 3) nové výtlačné řady z ČSOV Kamýčká do ČSOV Roztocká (provádí objednatel fa ZEPRIS s.r.o.)

V současnosti existuje stávající ČSOV vzdálená asi 90 m západně od staveniště nové ČSOV Kamýčká, která převezme její funkci. Důvodem je potřeba čerpat větší množství odpadních vod, než je kapacitně schopna zvládnout stávající ČSOV. Délka nové gravitační splaškové kanalizace Stoky A je celkem 140,44 m KAM DN 400 z toho je součástí i protlak ŽB chráničky DN 800 v délce 88,5 m. Parametry dvou nových souběžně vedoucích výtlačných řadů jsou přibližně 792 m v materiálu PEHD d250x22,7 SDR 11.



1/ Situační výkres širších vztahů



2/ Situační výkres



3/ Pohled na stavbu

Gravitační kanalizace podchází pod elektrifikovanou trať a z těchto důvodů je navržena bezvýkopová metoda mikrotunelování. Startovací jáma je navržena v šachtě ŠA2 a cílová jáma v šachtě ŠA3. Po dokončení protlaku je protlak prováděn i v opačném směru do ŠA1. V první fázi protlačena ŽB chránička DN 800, následně je do chráničky instalováno kameninové potrubí DN 400. Provedení dvou protlaků v délkách cca 40 m, včetně vystrojení je plánováno na 6 týdnů.

Investorem akce je Hlavní město Praha v zastoupení PVS a.s., generálním dodavatelem je firma ZEPRIS s.r.o. a subdodavatelem pro provádění mikrotunelování je firma BGBAU s.r.o. Projekční práce zajišťuje firma D-PLUS PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ a.s. Práce byly započaty koncem června 2026 budou dokončeny do 24 měsíců. Z toho rok budou trvat práce na výtlačných řadech a gravitační kanalizaci a druhý rok bude trvat výstavba nové ČSOV.

2. Bezvýkopová technologie mikrotunelování

Mikrotunelování, nebo též mikrotuneláž, je plně mechanizovaná, říditelná a dálkově ovládaná metoda protlačování podzemních vedení různých profilů. Mikrotunelování umožňuje instalovat podzemní vedení přesně do požadované trasy a v případě potřeby vyrovnat vzniklé směrové a výškové odchylky. Trouby se vkládají postupně za razicí stroj a jsou zatlačovány tlačným zařízením umístěným ve star-

tovací šachtě. Tlačné síly se přenáší do opěrného bloku a jsou cíleně snižovány injektáží nadvýrubu pomocí bentonitové směsi. V případě potřeby jsou vloženy mezitlačné stanice. Při protlačování razicí štít (MTBM) otáčí řeznou hlavou, která rozmělní horninu na menší frakci. Posléze je rubanina dopravena pomocí výplachu čerpadly na povrch. Na separační jednotce je rubanina oddělena a výplach je čerpán zpět na čelbu. Po dokončení protlaku je razicí štít vytlačen v cílové šachtě. Razicí štíty jsou vždy uzpůsobeny pro konkrétní geologické podmínky, materiál potrubí, hladinu podzemní vody aj. Materiály vhodné pro protlačování jsou železobeton, sklolaminát, ocel, kamenina nebo polymerbeton. Jedná se o jednu z nejrychleji se rozvíjejících metod ukládání inženýrských sítí, která nemá prakticky žádné technické omezení. Možnost použití je pro profily DN 300 až DN 4000.

3. Ražba ŠA2 – ŠA3

Hlavním důvodem pro využití bezvýkopové technologie mikrotunelování bylo především složitý geologický profil a nutnost uložení do ŽB chráničky (požadavek ČD a.s.). Geologické prostředí v trase protlaku je tvořeno fluvialními sedimenty složené převážně štěrkovitými písky s balvany. Současně byly zastiženy balvany bulžníku a žuly. Provádění jakéhokoli protlaku s otevřenou čelbou by bylo rizikové s ohledem možné kavernování nadloží. Technologie šnekového vrtání s pilotním



4/ Pohled do startovací šachty ŠA2

vrtem by mohla mít s ohledem na výskyt balvanů problém. Dalším důvodem volby této technologie byla i rychlost provádění.

Práce započaly 17. 7. přípravou ve startovací šachtě a návozem techniky. Vzhledem k nestabilnímu geologickému prostředí nebylo možné povytáhnout čela kluznicového pažení, a tak bylo rozhodnuto o jejich ponechání a odřezání v místě zarážky. Po odřezání však i v malém prostoru předních ŽB bloků (1,25 x 1,25 m) vlivem vibrací z trati došlo k vyvalení materiálu. Prostor bylo nutné zapažit pomocí pažnic UNION, které byly zdemontovány až vložení razicího štítu do tlačného rámu a po zatlačení řezné hlavy za ocelovou desku s gumovým těsněním.

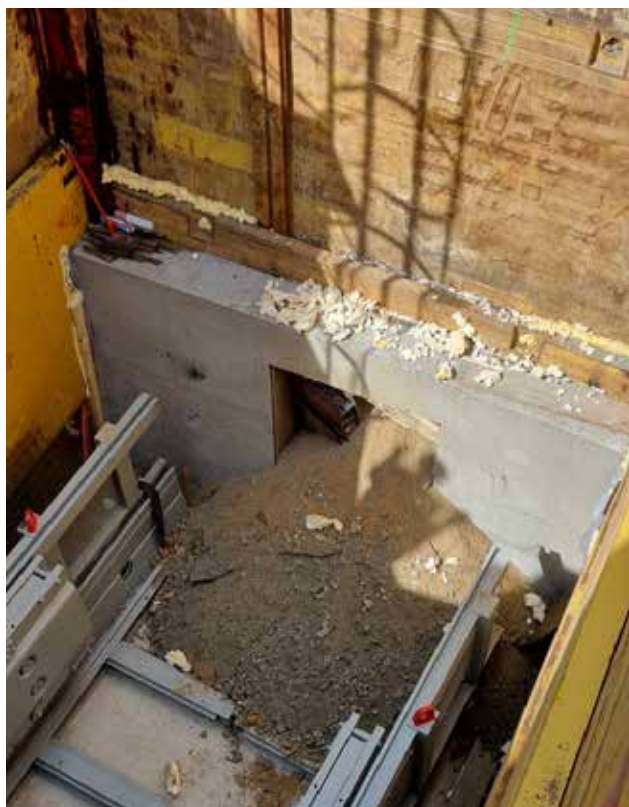
Zařízení staveniště pro mikrotunelování je optimální o rozměrech min. 800 m². Zde jsme se museli popasovat s prostorem 500 m² a šikmým příjezdovým svahem. Dne 23. 7. byl razicí štít AVN800XC-A slavnostně pokřtěn a ražba prvního protlaku začala 30. 7. První protlak v délce 37,2 m by byl dokončen za pouhé 3 dny, nicméně štít zůstal zhruba 1 m před cílovou šachtou a 8 dní se následně čekalo na dohloubení cílové šachty. Prorážka prvního protlaku tak byla až dne 11. 8.

4. Nástrahy v průběhu realizace

Jak bylo již zmíněno, poměrně obtížné bylo celou technologii dostat do poměrně stísněného pro-

storu. Z jedné strany úzká ulice, ze strany druhé poměrně strmý svah se vzrostlými stromy. Práce probíhaly v těsné blízkosti obydlí, a tak bylo nutné se i popasovat s připomínkami místních obyvatel týkajících se hluku. Práce probíhaly ve všední dny a v sobotu při jednosměnném provozu. Pro technologie mikrotunelování může být v některých případech poměrně komplikované práce provádět přerušovaně. Obzvláště u protlačování větších dimenzí a delších vzdálenostech. Pokud se protlak zastaví, při roztlačení kolony trub je nutné vyvinout daleko větší tlačnou sílu, což v některých případech může mít až kritický dopad na dokončení ražby. Tato problematika by měla být řešena už při samotném projednávání s hygienou, stejně tak práce v nepřetržitém 24hod provozu můžou být pozitivní dopad do cenotvorby.

V přípravné fázi projektu je u jakékoli bezvýkopové technologie stěžejní kvalitní geologický průzkum. V počátcích tohoto projektu nebyly ještě dokončeny průzkumné práce, a proto se vycházelo z archivních rešerší. Na základě toho bylo navrženo mikrotunelování s použitím razicího štítu AVN800XC-A (vrtaný profil 1110 mm). Po dokončení geologického průzkumu však byly objeveny velmi pevné buližníky s pevnostmi v prostém tlaku přes 150 MPa. Kombinovaná řezná hlava razicího štítu je navržena pouze pro horniny s pevnostmi do 50 MPa a tím se tak jevila možnost narazit na „překážku“. Jako řešení se



5/ Průval materiálu do stavební šachty



6/ Vložení razicího štítu do tlačného rámu

jevilo optimální použití většího a silnějšího stroje AVN1200TC, který má možnost přístupu na čelbu pro výměnu řezných nástrojů nebo případné uvolnění překážky na čelbě. V průběhu soutěže však tato varianta byla zamítnuta. V případě nedokončení ražby by tak bylo nutné provést záchranný ruční protlak z cílové šachty. Při realizaci se pak razicí štít v posledních metrech opravdu doslova „prokousával“ do cílové šachty a měl velký problém si s takto náročným geologickým prostředím poradit. Svatá Barborka však při nás stála a protlak byl úspěšně dokončen.



7/ Razicí štít po prorážce do cílové šachty ŠA3

5. Ražba ŠA2 – ŠA1

Ihned po prorážce prvního protlaku se započalo s vystrojováním. Do ŽB potrubí DN 800 byla nasazena hrdlová kamenina DN 400 po připravených ocelových kolejích a meziprostor byl zaplněn cementopopílkovou směsí. Současně probíhaly přípravy na ražbu v opačném směru. Ražba protlaku ŠA2 – ŠA1 začala 20. 8. Tento protlak byl prováděn úpadně ve sklonu 6,5 %. Pro dopravu rubaniny bylo nasazeno pouze jedno čerpadlo a tím pádem se ne-

povedlo na čelbě udržet absolutní tlakovou rovnováhu. Vzniklý přetlak měl za příčinu částečný únik výplachu do nadvýrubu a tak byl celý protlak velmi dobře lubrikován výplachovou směsí s bentonitem. Tato skutečnost byla příjemná, protože tím pádem byla absolutně minimální tlačná síla, avšak mělo to i jednu zásadní nevýhodu. Při ražbě je nutné mít na čelbě přítlak (štít musí zabírat, mít kontakt), aby bylo možné stroj výškově a směrově řídit a také aby nevznikaly kaverny. V kombinaci geologického prostředí tvořeném písčitými štěrky s valouny však stroj kontakt úplně neměl a hydraulický tlak hydro-motoru pohánějící řeznou hlavu vždy rázově zabíral, když řezná hlava zrovna drtila nějaký větší valoun. A při této kombinaci se nám razicí štít „kousnul“, zabral a řezná hlava se nám přes tento extrémní tlak zastavila, zatímco tělo razicího štítu se pootočilo o 100 °. I s tímto zásadním problémem jsme se popasovali. Trubky pro výplach byly vyčištěny vzduchem a následně rozpojeny u napojení do štítu. Poté byl stroj zatlačen bez otáčení řezné hlavy a po dostatečném přítlaku pomalu otočena řezná hlava v opačném směru. Tím s nám tak povedlo stroj srovnat. Následovalo spojení prvních dvou ŽB trub společně se zadní částí razicího štítu a tím tak bylo dosaženo k daleko delší třecí ploše. Hydraulické písty určené pro směrovou korekci byly částečně staženy, aby bylo možné řeznou hlavu opět roztočit. Práce pak mohly dále pokračovat v průměrných postupech 50 mm/min. Druhý 40 m dlouhý protlak byl dokončen 25. 8.

6. Závěr

Vystrojení druhého protlaku a odvoz techniky bylo dokončeno 4. 9. Bez již zmíněného prostoje s nedokončenou cílovou šachtou byly práce dokončeny za 6 týdnů. Technicky náročný projekt byl tak úspěšně dokončen za velmi krátkou dobu. Firma BGBAU zde ukázala své zkušenosti kvalifikovaného týmu, který se spolupodílel v předchozích letech na více než 4 km protlacích prováděných touto technologií. Klíčem k úspěšnému dokončení projektu je vždy už v přípravných fázích. Vzhledem k vyšší ekonomické náročnosti těchto projektů je klíčové, aby investor dostal jistotu a riziko bylo, pokud možno, co nejmenší. Proto bych zde znovu apeloval na kvalitní podklady, spočívající v kvalitních geologických průzkumech, ale také kvalitě projekčních prací, které vyžadují nemalé zkušenosti.

SMĚROVĚ ŘÍZENÉ PROTLAČOVÁNÍ KAMENINOVÝCH TRUB – VÝHODY A SKRYTÁ ÚSKALÍ

Ing. Ivan Demjan

TALPA-RPF, s.r.o.

Ing. Ivan Demjan se v oblasti bezvýkopových technologií, především v oblasti metody řízeného horizontálního vrtání, pohybuje od roku 1991. Je jednatelem společnosti TALPA-RPF, se kterou od počátku 90. let zrealizoval velké množství technicky náročných projektů realizovaných bezvýkopově a vzhledem ke svým zkušenostem bývá přizván k přípravě nových projektů.



Anotace přednášky

Příspěvek se zabývá technologií směrově řízeného protlačení (řízeného pilotního protlačení a mikrotunelování) kameninových trub jako jedné z bezvýkopových metod pokládky kanalizačních řadů. Kamenina je díky vysoké chemické odolnosti, tuhosti a hladkému povrchu tradičním a stále často voleným materiálem pro tlačené potrubní systémy. Text nejprve shrnuje hlavní přednosti této technologie a materiálu, poté se však soustředí na skrytá úskalí, která se na první pohled neprojeví a mohou se stát zjevnými až v průběhu realizace nebo dokonce až během provozu hotového díla – geologická a geotechnická, technologická, konstrukční i organizační – a naznačuje možná opatření k jejich eliminaci.

Příspěvek do sborníku

DIRECTIONALLY GUIDED PIPE JACKING OF VITRIFIED CLAY JACKING PIPES – ADVANTAGES AND HIDDEN PITFALLS

1 Úvod

Bezvýkopové technologie pokládky a obnovy inženýrských sítí představují v posledních desetiletích stále významnější alternativu ke klasickému výkopovému způsobu výstavby, a to zejména v hustě zastavěných územích, pod komunikacemi, vodními toky, železničními tratěmi nebo v místech s hustou sítí stávajících podzemních vedení. Mezi tyto technologie patří i směrově naváděné protlačení, které umožňuje s vysokou přesností ukládat potrubí na požadované trase a spádu bez nutnosti otevřeného výkopu po celé délce trasy.

Kameninové trouby zaujímají mezi materiály používanými pro protláčené potrubní systémy specifické postavení. Vyznačují se vysokou odolností proti chemické a abrazivní korozi, hladkým vnitřním povrchem s dlouhodobě stabilními hydraulickými vlastnostmi a životností, která je u kanalizačních řadů udávána v řádu 100 a více let. Na druhé straně jde o materiál křehký, s omezenou schopností pře-

nášet tahová a ohybová napětí a s vysokou citlivostí na koncentrovaná (bodová či hranová) zatížení, což se při realizaci protlačení projevuje řadou specifických problémů, kterým je nutné věnovat zvýšenou pozornost již ve fázi přípravy stavby.

2 Charakteristika technologie

Směrově naváděné protlačení kameninových trub se v praxi realizuje zejména dvěma příbuznými postupy:

- Směrově řízené pilotní protlačení (šnekové vrtání) – nejprve je proveden přesný naváděný pilotní vrt malého průměru, obvykle laserem naváděný, který je následně rozšiřován na požadovaný profil se současným zatlačováním pažnic a odtěžováním rubaniny šnekovým dopravníkem; metoda se používá spíše pro kratší úseky (řádově do 100 m) a menší profily,
- mikrotunelování (MTBM/AVN) – plně mechanizovaná, kontinuálně říditelná a dálkově ovládaná jednostupňová metoda, kdy je před čelem první trouby

umístěn razicí štít s hydraulickým řízením směru; rubanina je odtěžována hydraulickou (splavovací) nebo mechanickou dopravou; metoda umožňuje větší profily, delší úseky, práci pod hladinou podzemní vody i v obtížnějších geotechnických podmínkách.

Společným rysem obou metod je, že vlastní potrubí (kameninové trouby bez hrdel, se speciálně upravenými, vzájemně přesně rovnoběžnými čely) je tlačeno za razicím strojem hydraulickou tlačnou stanicí umístěnou ve startovací jámě, přičemž trasa je průběžně kontrolována a korigována laserovým, případně gyroskopickým naváděcím systémem. Mikrotunelování je metoda často popisovaná a komentovaná, proto se v tomto textu se budeme věnovat především metodě směrově řízeného protlačení.

3 Výhody technologie

Než se text zaměří na problematické stránky realizace, je vhodné připomenout, proč je směrově řízené protlačení kameninových trub i přes svou náročnost v praxi tak často voleno:

- minimalizace zásahu do povrchu – trasa je realizována ze dvou (startovací a cílová), případně jen jedné jámy, bez nutnosti otevřít celou délku trasy, což je zásadní výhoda pod komunikacemi, železnicemi, vodotečemi i v husté městské zástavbě,
- vysoká přesnost uložení – kontinuální laserové, u delších nebo obloukových tras gyroskopické navádění, umožňuje dodržet projektovaný spád i osu s přesností v řádu jednotek až nízkých desítek milimetrů,
- materiálové vlastnosti kameniny – vysoká odolnost proti chemické a abrazivní korozi (agresivní odpadní vody, sulfátová koroze), hladký a dlouhodobě stabilní vnitřní povrch bez nárůstu drsnosti, a tím zachování hydraulické kapacity po celou dobu životnosti,
- dlouhá životnost – u kameninových kanalizačních řadů se běžně uvádí životnost přesahující 100 let,

což ve srovnání s výkopovou pokládkou i jinými bezvýkopovými materiály snižuje náklady na obnovu v dlouhodobém horizontu,

- rychlost a plynulost výstavby – zejména u mikrotunelování jde o kontinuální, plně mechanizovaný proces s možností výstavby i v zimním období a bez přerušení dopravy nad trasou,
- nízké dopady na okolí – omezení hluku, prašnosti, dopravních omezení a zásahu do zeleně ve srovnání s otevřeným výkopem na srovnatelné délce trasy.

Tyto přednosti jsou dobře popsány a v odborné literatuře i marketingových materiálech dodavatelů běžně zdůrazňované. Méně se však hovoří o tom, že využití těchto výhod je podmíněno bezchybným zvládnutím řady dílčích kroků, jejichž opomenutí může přednosti technologie zcela znehodnotit – tato skrytá úskalí jsou předmětem následující kapitoly.

4 Skrytá úskalí při realizaci

4.1 Geologické a geotechnické podmínky

Zásadním předpokladem úspěšné realizace je kvalitní geologický a hydrogeologický průzkum v místě trasy. V praxi se opakovaně ukazuje, že podceněný nebo místně nedostatečný průzkum vede k řadě problémů: nehomogenita zemin, přítomnost balvanů, zbytků staveb či jiných překážek na trase může razicí štít zablokovat nebo vychýlit z projektované osy, proměnlivá soudržnost a zrnitost hornin ovlivňuje potřebnou tlačnou sílu i rychlost postupu a vysoká hladina podzemní vody klade zvýšené nároky na těsnost pažení, na volbu způsobu těžby rubaniny (nutnost hydraulické dopravy s přetlakem v čelbě) a na zajištění stability čelby a startovací i cílové jámy.

4.2 Přesnost směrového navádění

I přes vysokou deklarovanou přesnost naváděcích systémů (laserová triangulace, u dlouhých nebo obloukových tras kombinace s gyroskopem) dochází v praxi k odchylkám od projektované osy. Příčinou



Obr. 1: Zařízení Bohrtec BM400 při rozšiřování vrtu detail ocelové pažnice



Obr. 2: Transport vytěženého materiálu na povrch – středně hrubé štěrky



Obr. 3: Prostor u startovací jámy



Obr. 4: Ocelová pažnice s vloženým šnekem pro transport vytěženého materiálu

bývá zejména nehomogenita horninového prostředí způsobující nesymetrický odpor na řezné hlavě, nepřesné zaměření a stabilizace startovací jámy a laserové základny, teplotní a vibrační vlivy na optickou trasu paprsku u delších úseků a opožděná reakce korekčního systému na náhlou změnu podmínek. Vzniklé odchylky je nutné korigovat postupně a plynule – kameninové trouby s tuhým, přesně opracovaným spojem totiž snášejí jen omezený úhel lomu v hrdle (resp. na přítlačném kroužku), takže náhlá, skoková korekce směru může vést k jednostrannému přetížení hrany trouby a jejímu poškození.

4.3 Mechanické namáhání a křehkost kameninových trub

Nejčastěji diskutovaným problémem je citlivost kameniny na koncentraci napětí v místě styku čel jednotlivých trub. Přenos tlačné síly musí probíhat po celém obvodu čela rovnoměrně; jakákoli nerovnoměrnost čel, nečistota, úlomek horniny nebo nesprávně osazený přenosový (tlačný) kroužek mezi troubami vede k bodovému přetížení a k praskání nebo odštěpování materiálu. Riziko roste zejména:

- při směrových korekcích, kdy dochází k mírnému lomu osy v místě spoje a tím k nerovnoměrnému rozložení kontaktního tlaku,
- při narůstající celkové tlačné síle na delších úsecích, kdy se kumuluje plášťové tření a odpor čelby,
- při nesouosém najetí soupravy nebo trub do vedení (šikmé zatlačení do předchozí trouby),
- při použití nevhodných nebo poškozených přenosových kroužků a nedostatečné údržbě čel trub před osazením,
- při protlačení v nehomogenním, místy ostrohraném nebo abrazivním horninovém prostředí (např. erodovaná skalní hornina), kde neglazovaný nebo jinak nevhodně upravený povrch pláště trub klade zvýšený odpor a je náchylnější k podélnému poškození plášťovým třením než povrch glazovaný.

Přípustná [maximální] protlačovací síla se stanovuje výpočtem pro každý konkrétní případ podle platných technických norem a podkladů výrobce [v praxi se často vychází z metodiky obdobné německé DWA-A 161] a musí být během celého protlačení průběžně měřena a zaznamenávána. Překročení této síly, byť jen krátkodobé, nemusí vést k okamžitému viditelnému poškození, ale může založit skryté trhliny projevující se až po letech provozu sníženou životností nebo netěsností potrubí.

4.4 Tření pláště, mazání a nárůst tlačných sil

S rostoucí délkou protláčeného úseku roste i celková potřebná tlačná síla v důsledku plášťového tření mezi vnějším povrchem trub a okolní zemínou. Toto tření je možné snižovat vháněním bentonitové (případně polymerní) suspenze do mezi-prostoru, jejíž nedostatečné, nerovnoměrné nebo opožděné dávkování je jedním z typických provozních problémů – vede ke skokovému nárůstu odporu, riziku přetížení trub i k rychlejšímu opotřebení tlačné stanice.

4.5 Těsnost spojů a hydraulická funkce potrubí

Spoje kameninových trub musí po zabudování splňovat požadavky na těsnost a přenos smykového i tlakového namáhání dle příslušných zkušebních norem. Poškození hrany nebo čela trouby při protlačení, byť lokálně malého rozsahu, může narušit dosedací plochu spoje natolik, že spoj po dokončení stavby nevyhoví tlakové zkoušce, což znamená nutnost dodatečné [a u zabudovaného potrubí obtížně proveditelné] sanace nebo v krajním případě výměny úseku.

4.6 Kolize se stávající infrastrukturou a okolní zástavbou

Přesnost směrování je klíčová i z hlediska bezpečnosti – nepřesné navádění nebo nedostatečně podrobný průzkum stávajících sítí zvyšuje riziko kolize



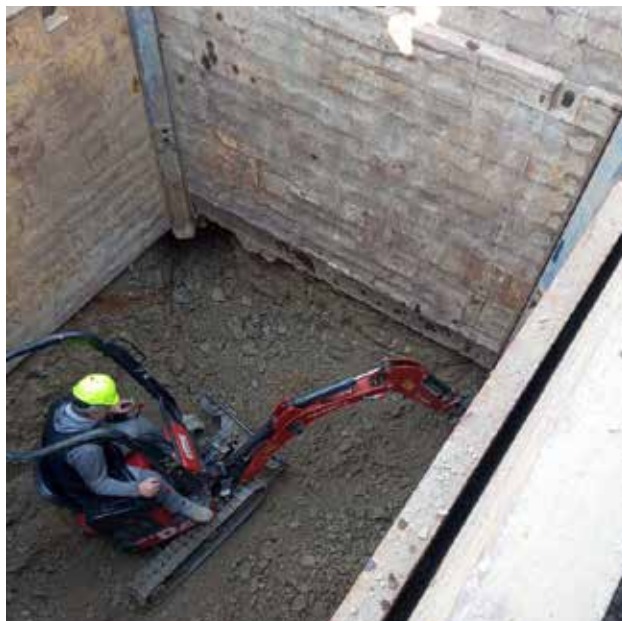
Obr. 5: Geologické podmínky v Praze, ul. Silurská

s jinými podzemními vedeními. U mělce uložených tras nebo v nesoudržných zeminách může navíc docházet k deformacím a poklesům terénu nad razičí trasou, což je nutné sledovat geodetickým monitoringem povrchu i objektů v ochranném pásmu.

4.7 Nesprávná příprava startovací jámy

Zvláštní pozornost si zaslouží kvalita provedení startovací jámy, protože právě zde vzniká celá řada poruch, jejichž skutečná příčina se často mylně hledá až v samotném procesu protlačení. Mezi nejčastější nedostatky přípravy startovací jámy patří:

- nedostatečně dimenzovaná nebo nesprávně orientovaná opěrná stěna – pokud stěna nepřenese reakci tlačné síly rovnoměrně do okolní zeminy nebo pažení, dochází k jejímu posunu či naklonění během protlačení, což se projeví jako postupná ztráta směru celé trasy, přestože navádění razičeho stroje samo o sobě pracuje správně,
- nepřesné geodetické zaměření a stabilizace startovací pozice a laserové základny – i malá odchylka výchozího bodu nebo sklonu vodící dráhy [kolejnic, vedení] se v cíli mnohonásobně znásobí a naváděcí systém ji následně musí kompenzovat prudšími korekcemi, což zvyšuje riziko přetížení hran trub,
- nedostatečná stabilita dna a stěn jámy – nezajištěné nebo podmáčené dno neumožňuje spolehlivé osazení tlačné stanice a vodící dráhy do vodorovné a přesně směřované polohy, dochází k sedání konstrukce v průběhu protlačení a k postupné změně sklonu trasy. Přítlak vyvozený strojem pro protlačování je 100 tun a více a tuto sílu musí zachytit pažení jámy. Častým problémem je i volný prostor za pažením jámy, který vede k posunu-



Obr. 6: Kluznicové pažení startovací jámy

tí pažení jámy, ke ztrátě přesnosti protlačování vyosením pilotních tyčí nebo pažnic a případně i k destrukci pažení jámy,

- nedostatečné rozměry jámy vzhledem k délce protlačovaných trub a manipulačnímu prostoru – ztížená a nepřesná manipulace s troubami při jejich zavážení do vedení zvyšuje riziko šikmého najetí do předchozí trouby a poškození jejího čela,
- chybějící nebo nedostatečné zajištění vstupního [a u mikrotunelování i výstupního] otvoru proti přítoku podzemní vody a nesoudržné zeminy do jámy, což může vést k výplachu materiálu kolem pláště trub v počáteční fázi protlačení a k následné ztrátě opory nebo poklesu terénu v blízkosti startovací jámy.

Vzhledem k tomu, že veškeré další směrové korekce a kontrola tlačné síly vycházejí z geometrie a stability založené právě ve startovací jámě, je jakákoli nepřesnost v této fázi obtížně napravitelná dodatečně a promítá se do celé délky protláčeného úseku. Důsledné geotechnické posouzení základové spáry jámy, statický návrh opěrné stěny a přesné geodetické zaměření vodící dráhy by proto měly být považovány za neoddělitelnou součást přípravy protlačení, nikoli za pomocnou, druhořadou činnost.

4.8 Ostatní organizační a realizační faktory

Kromě přípravy startovací jámy má na úspěšnost realizace vliv i řada dalších organizačních okolností: nedostatečná kvalifikace a zkušenost obsluhy tlačné soupravy, podcenění přípravné fáze [skladování a manipulace s křehkými troubami, kontrola geometrie čel před osazením] a nedostatečná komunikace mezi geotechnikem, projektantem trasy a obsluhou stroje v průběhu protlačení. Tyto faktory

se v kombinaci s nepříznivými geologickými podmínkami nebo s nedostatky popsány v předchozí kapitole často stávají spouštěčem technických poruch popsanych výše.

5 Opatření ke snížení rizik

Na základě výše uvedených poznatků lze doporučit zejména:

- provedení podrobného geologického a hydrogeologického průzkumu s dostatečnou hustotou sond podél celé trasy, včetně ověření polohy stávajících podzemních vedení,
- důsledný projekční výpočet přípustné protlačovací síly ve fázi přípravy stavby,
- kontinuální měření a protokolaci tlačné síly, rychlosti postupu a odchylky od osy v reálném čase s definovanými mezními hodnotami pro zastavení prací,
- důslednou vstupní kontrolu geometrie a stavu čel jednotlivých trub a tlačných kroužků před jejich osazením do trasy,
- plynulou a včasnou směrovou korekci bez skokových změn směru,
- u dlouhých protlaků dostatečné a rovnoměrné mazání pláště bentonitovou suspenzí po celé délce protláčeného úseku,
- statické posouzení pažení jámy a geotechnické ověření opěrné stěny startovací jámy, přesné geodetické zaměření a pravidelnou kontrolu stability startovací pozice a vodící dráhy v průběhu protláčení,
- zajištění odborné způsobilosti a zkušenosti realizačního týmu a jasně definovanou komunikaci mezi geotechnikem, projektantem a obsluhou soupravy.

6 Příklady vad z realizace

Následující příklady, vycházející z realizačních zkušeností, dokreslují, jak se výše popsaná úskalí v praxi konkrétně projevují a jaké byly jejich důsledky.



Obr. 7: Glazovaná kameninová protláčecí trouba DN300 mm na ul. Silurská



Obr. 8: Kontrola opravené kanalizace na ul. Silurské

6.1 Protlak DN 300 v ulici Silurská, Praha – vliv erodované horniny a povrchové úpravy trub

Na akci protlaku kameninového potrubí DN 300 v délce 36 m v ulici Silurská v Praze se v trase neočekávaně vyskytly částečně erodované horniny typu břidlice, které nebyly v tomto rozsahu předpokládány provedeným průzkumem. Pilotní vrt byl v důsledku toho velmi obtížně proveditelný s využitím přítláčných sil na úrovni cca 60 % až 80 % maximálního výkonu soupravy Bohrtec BM400. Po dokončení pilotního vrtu byl tento následně rozšířen a vypořádan ocelovými pažnicemi D406 mm, které byly vytlačeny kameninovým potrubím stejného vnějšího průměru o délce jednotlivých trub 2 m, s neglazovaným povrchem pláště. Potřebné síly při protláčení v některých fázích této operace se blížily k maximu. Po dokončení protláčení bylo při kontrole zjištěno, že část potrubí je poškozena podélnými prasklinami vzniklými zvýšeným třením a nerovnoměrným namáháním pláště trub o erodovanou, místy ostrouhannou horninu v kombinaci s neglazovaným povrchem, který kladl vyšší odpor při zatlačování než povrch glazovaný. Na základě tohoto zjištění byly na stavbu dodatečně dovezeny glazované kameninové trouby v kratší délce 1 m a všechny trouby v protlaku byly tímto potrubím nahrazeny. Oprava byla úspěšná při výrazně nižších protlačovacích silách a protlak byl dokončen bez dalších závad. Případ ukazuje, že volba povrchové úpravy (glazury) kameninových trub a délky jednotlivých dílů má na úspěšnost protláčení v abrazivním, nehomogenním horninovém prostředí přímý vliv a měla by být předmětem posouzení již v projektové fázi, nikoli až do datečné nápravy za provozu.

6.2 Protlak DN 300 v areálu nemocnice v Karviné – nepřekonatelná překážka v podloží

Na stavbě kanalizace v areálu nemocnice v Karviné byly některé exponované úseky trasy prováděny bezvýkopově protlakem kameninového potrubí DN 300. V jednom z úseků, dlouhém 42 m a prováděném v hloubce 6 m, byly zastiženy šterky fluviálního původu s valouny o velikosti až 150 mm, kombinované s navážkami vzniklými při výstavbě původní kanalizace vedené v těsném souběhu s trasou protlaku. V průběhu pilotního vrtu docházelo k postupnému nárůstu tlačných sil a po dosažení 20 m se postup po nárazu na neznámou překážku zcela zastavil. Vzhledem k charakteru překážky a hloubce uložení byla konstatována nemožnost dalšího pokračování v protláčení a byla dohodnuta změna projektového řešení daného úseku. Případ ukazuje, že i při dodržení technologického postupu může kombinace hrubozrnného fluviálního podloží s nevidovanými navážkami z dřívější výstavby představovat překážku, kterou pilotní vrt malého průměru nedokáže



Obr. 9: Detail nevhodně řešeného pažení startovací jámy
(kluznicové pažení v kombinaci s ocelovými plechy)



Obr. 10: Kameninové potrubí DN 300 mm
bez glazury, poškozené protlácením
v poloskalním prostředí

překonat, a že je nutné s touto možností počítat již při volbě metody a rozsahu doplňkového průzkumu v místech souběhu se stávajícími podzemními vedeními. Je vhodné si uvědomit, že maximální rozměr těženého kusu štěrku nebo horniny musí odpovídat volnému prostoru ve šnečích dopravujících materiál pažnicemi do startovací jámy.

6.3 Nesouosé zavedení trouby do vedení

V důsledku nedostatečných rozměrů startovací jámy a s tím spojené omezené manipulační trasy pro zavážení trub byla jedna z trub do vedení zavedena mírně pod úhlem vůči ose předchozí trouby. Při náběhu tlačné síly došlo k soustředění zatížení na jedné straně čela a k odštěpení materiálu na ploše několika centimetrů čtverečních. Vada byla odhalena až následnou kamerovou zkouškou; vzhledem k poloze mimo dosah přístupových šachet bylo nutné poškozený úsek sanovat vložkováním, což znamenalo dodatečné náklady a prodloužení realizace o několik dnů.

6.4 Nepřesné zaměření laserové základny

U protlaku pod železničním náspem byla laserová základna zaměřena bez dostatečné stabilizace bodů v blízkosti provozované trati, kde docházelo k mikroseismickým otřesům od projíždějících souprav. Postupná ztráta přesnosti základny se projevila jako plíživá odchylka trasy, kterou obsluha kompenzovala až s odstupem několika metrů postupu, což vedlo ke skokové korekci směru. Trasa byla nakonec dovedena do tolerance cílové jámy, kontrolní tlaková zkouška však na jednom spoji v místě korekce neprošla a spoj musel být dodatečně utěsněn.

7 Závěr

Směrově řízené protlácení kameninových trub je osvědčenou a v mnoha ohledech výhodnou technologií pokládky kanalizačních řadů – umožňuje přesné a rychlé uložení potrubí s minimálním zásahem do povrchu a dává vzniknout dílu s dlouhou životností a stabilními hydraulickými vlastnostmi. Tyto výhody jsou však podmíněny bezchybným zvládnutím celé řady dílčích kroků, jejichž opomenutí zůstává na první pohled skryté a projeví se často až s odstupem – ať už během vlastní realizace nebo teprve v provozu hotového díla. Křehkost a citlivost kameniny na koncentrovaná zatížení znamená, že i relativně drobné odchylky od technologického postupu – nepřesné navádění, nerovnoměrný přenos tlačné síly, nedostatečné mazání pláště nebo podcenění geologického průzkumu – se mohou projevit poškozením trub, netěsností spojů nebo úplným zastavením protlácení. Systematické řízení rizik na základě podrobného průzkumu, průběžného monitoringu tlačných sil a odchylek trasy a důsledné kontroly kvality materiálu a montáže je proto předpokladem toho, aby deklarované výhody technologie byly skutečně naplněny v praxi, a nezůstaly jen na papíře.

Literatura

- [1] ČSN EN 295 [soubor]. Trouby, tvarovky a spojovací prvky z kameniny a jejich spoje pro venkovní a vnitřní kanalizaci.
- [2] DWA-A 161: Statische Berechnung von Vortriebsrohren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., 2014.
- [3] Steinzeug-Keramo: Příručka pro výstavbu kanalizačních systémů z kameniny – bezvýkopové provedení.
- [4] BRABEC, P. Využití mikrotunelování pro bezvýkopové instalace podzemních vedení. Časopis Stavebnictví, 09/2018.
- [5] Technické standardy veřejné kanalizace – příloková část, kapitola Mikrotunelování.
- [6] Interní materiály a technické listy dodavatelů protlačecích souprav a kameninových protlačecích trub [TALPA-RPF, Steinzeug-Keramo].

VYUŽITÍ PLASTOVÝCH POTRUBNÍCH SYSTÉMŮ PRO BEZVÝKOPOVOU OBNOVU I NOVOU POKLÁDKU

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Sommer

manažer tržního segmentu Sanace potrubí, SIMONA AG

Jörg Sommer pracuje od roku 1998 v oblasti bezvýkopové obnovy potrubí a sehrál klíčovou roli při vývoji a uvedení procesu TIP (tight in pipe) na trh. Jeho dalšími oblastmi zaměření v rámci nového procesu TOP (TOP = tight out pipe – burstlining s bezvýkopovým připojením odboček) jsou burstlining a bezvýkopová pokládka plastových trubek z PP metodou protlačování (šnekové vrtání). Od roku 2018 je zodpovědný za segment trhu sanace potrubí ve společnosti SIMONA AG."



Anotace přednášky

Prezentace nabízí prakticky zaměřený přehled o využití vložkových PE a PP trubek pro bezvýkopové metody (zejména protlačování) při obnově i nové výstavbě potrubí. Zaměřuje se na technické možnosti moderních systémů plastového potrubí a na jejich přednosti z hlediska instalace, prostorových nároků, provozní spolehlivosti a udržitelnosti.

Příspěvek do sborníku

Využití plastových potrubních systémů pro bezvýkopovou obnovu i novou pokládku

**Deformace až 50 % bez jediného výkopu?
DN 500 vrtané ze šachty o průměru pouhé 2 m?
Close-fit lining s délkou zatažení až 1000 m?
Ano, i to je možné!**

Přednáška představí praktické možnosti využití PE reliningových a PP protlačovacích potrubních systémů při bezvýkopové obnově i nové pokládce. Pozornost bude věnována zejména technickým možnostem moderních plastových potrubních systémů a jejich přínosům z hlediska instalace, prostorových nároků, provozní spolehlivosti a udržitelnosti.

Představeny budou mimo jiné metody **burstliningu, TIP-, TOP- a kalibrovaného burstliningu, PTM, horizontálního vrtání (HDD), swageliningu, stejně jako metody pokládky jednotlivých trubek a souvislých potrubních úseků**. Současně bude ukázáno, jak lze plastové potrubí cíleně přizpůsobit požadavkům jednotlivých technologií a jak je možné je úsporně z hlediska potřebného prostoru používat i ve stísněných podmínkách městské zástavby.

Vedle technologických aspektů jsou představeny také **vlastnosti materiálů PE a PP**. Nízká hmotnost, vysoká flexibilita, odolnost proti korozi a vynikající hydraulické vlastnosti umožňují **hospodárnou instalaci potrubí s dlouhodobě vysokou provozní spolehlivostí**.

Dalším důležitým tématem je **udržitelnost a dlouhá životnost**. Při vhodném návrhu mohou plastové potrubní systémy dosahovat **životnosti přes 100 let**, a významně tak přispívat k infrastrukturálním řešením, která šetří zdroje a jsou dlouhodobě ekonomicky efektivní.

Děkuji za váš zájem.



Obr.: Pilotní protlačování (PTM) s PP protlačovacími trubkami ze startovacích šachet DN 2000.



Obr.: Pilotní protlačování (PTM) s PP protlačovacími trubkami ze startovacích šachet DN 2000.

Dipl. Ing Jörg Sommer
Simona AG
Teichweg 16
55606 Kirn

Mail: joerg.sommer@simona-group.com
Phone: +49 (0) 151 462 58978

VÝSTAVBA DEŠŤOVÉ KANALIZACE METODOU MIKROTUNELOVÁNÍ V RÁMCI STAVBY „DO STAVBA 511, BĚCHOVICE-D1“

Ing. Michal Přenosil

HYDROTECHNIK PRAHA spol. s r.o.

Absolvent VŠB – Technické univerzity Ostrava, katedry Podzemního stavitelství a geotechniky z roku 2007. Již v době studií a následujících 18 let jsem pracoval ve společnosti Subterra a.s., v různých stupních řízení, na řadě významných podzemních stavbách, včetně jedné zahraniční ve Stockholmu prostřednictvím dceřiné společnosti SBT Sverige AB. Poslední 2 roky pracuji na pozici výrobního ředitele ve společnosti HYDROTECHNIK PRAHA spol. s r.o., která se ve velké míře specializuje na bezvýkopové technologie. Při své činnosti se rovněž věnuji projektování a odbornému vedení trhacích prací na stavbách.



Anotace přednášky

Přednáška představí okolnosti výstavby dešťové kanalizace metodou mikrotunelování s použitím polymerbetonového potrubí průměru DN 1200 a DN 1400. Zaměří se na neobvyklé situace z realizace jako je provedení dlouhých vrtů s použitím mezitlačné stanice a s tím spojená navigace vrtu, dále na konfiguraci a přestavbu razicího štítu pro 2 odlišné průměry v podmínkách in-situ, na komplikace spojené se složitým geologickým prostředím a v poslední řadě na zkušenosti z prvního nasazení polymerbetonového protlačovacího potrubí v ČR.

Příspěvek do sborníku

Základní informace o projektu

Stavba: DO stavba 511, Běchovice – D1

Dílní stavební objekt (SO), místo: SO 360.4 – Kombinovaný objekt, Praha - Běchovice

Investor: Ředitelství silnic a dálnic ČR s.p.

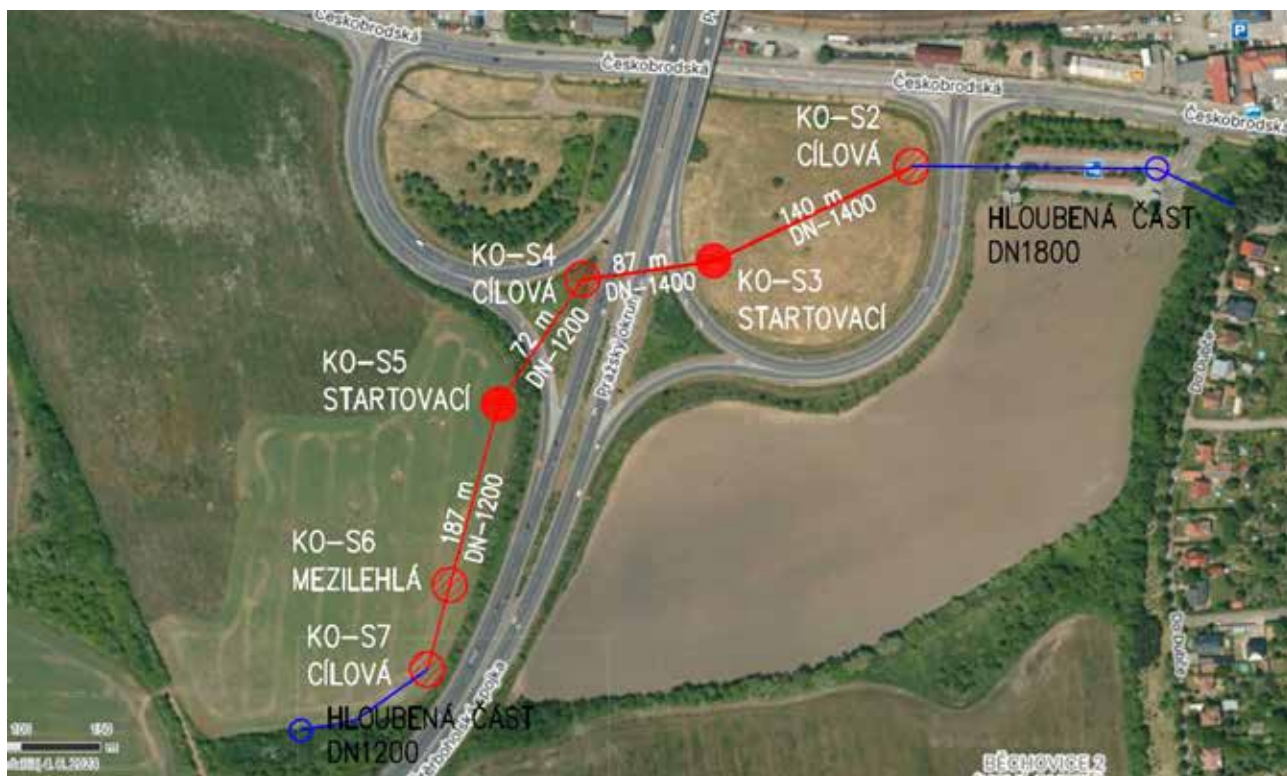
Generální zhotovitel: EUROVIA CZ a.s., Stavby mostů a.s., PORR a.s., PORR Bau GmbH

Projektant SO: INGUTIS, spol. s r.o., SATRA, spol. s r.o.

Stavba dlouho očekávaného východního obchvatu Prahy se táhne od Běchovic, kolem Dubče, Uhřetěvsi a Říčán k napojení na dálnici D1 okolo 10 km. Zmíněný stavební objekt SO 360.4 se nachází právě na úplném začátku, kde dojde k napojení stávajícího Pražského okruhu na nově budovaný, a to v blízkosti Běchovic.

Stavební objekt se nazývá „Kombinovaný objekt“, jelikož bude sloužit k odvodnění s funkcí retence potrubím DN 1200, DN 1400 a DN 1800 v celkové délce 719 m a retenčním objemem 990 m³.

Srážkové vody z dešťové usazovací nádrže a podélných odvodňovacích příkopů budou vedeny do tohoto potrubí a regulovaně vypouštěny do přilehlého vodního toku. Realizace převážné části potrubí DN 1200 a DN 1400 byla vzhledem k veliké hloubce a dvojímu křížení se stávajícím Pražským okruhem navržena bezvýkopovou technologií – mikrotunelováním s hydraulickým transportem horniny. Jedná se celkem o 510 m mezi šachtami KO-S2 až KO-S7, kdy DN 1400 bylo v délce 224 m a spádu 2 ‰ a DN 1200 bylo v délce 286 m a spádu 5 ‰, viz Obr. 1.



Obr. 1 – Situace stavby SO360.4

Geologické prostředí

Projektová dokumentace vycházela z velmi strohého inženýrskogeologického průzkumu, resp. ze 4 vrtaných sond mimo trasu mikrotuneláže. Před realizací tato dokumentace doporučovala vyhotovení doplňujícího průzkumu, ke kterému bohužel nedošlo. Jediným podkladem pro realizaci tak bylo, že mikrotunelování bude pravděpodobně prováděno ve zvětralých jílovitých a prachovitých břidlicích R6-R4 dle neplatné ČSN 731001.

Jílovitá pražská břidlice se na první pohled tváří jako skalní podloží, ale po vystavení vlhkosti se velmi rychle rozpadá.

Ve skutečnosti jsme se museli vypořádat i s úseky jílu s vysokou plasticitou vhodných zejména k modelování a následnému vypálení (zřejmě proto se nedaleko nachází stará cihelna ve Štěrboholích) a za zmínku také stojí překvapivé zastižení tvrdého kompaktního skalního prostředí z křemenců s velmi vysokým indexem obrusnosti CAI (dle laboratorních výsledků), viz Obr. 2.

Realizace

Materiálem potrubí pro pokládku v otevřeném výkopu i potrubí protlačovacího byl zvolen polymerbeton – směs polyesterových pryskyřic a křemenců. Protlačovací trouby byly vnějších průměrů 1485



Obr. 2 – Vytěžený plastický jíl a předrcený křemenec drtičem stroje na konci separačního zařízení HKS150



Obr. 3 – Zaražení stroje AVN1200 TC a separační zařízení HKS150

mm a 1720 mm, 3 m dlouhé, opatřené nerezovými manžetami. Maximálně přípustná tlačná síla na potrubí DN 1200 byla stanovena na 7,99 MN, u potrubí DN 1400 pak na 10,09 MN.

Pro mikrotunelování byl zvolen razicí štít AVN1200 TC se separačním zařízením HKS150 s výkonem 150 m³/hod. a další vybavení od německého výrobce Herrenknecht AG, viz Obr. 3.

Mikrotuneláž se prováděla ze 2 startovacích jam KO-S3 a KO-S5 do cílových jam KO-S2, KO-S4 a KO-S7, tedy vždy 2 vrty z jedné startovací jámy. Celkem byly provedeny 4 vrty v délkách 140 m, 87 m, 72 m a 187 m.

Startovací a cílové jámy byly zhotoveny jako kruhové o světlem průměru 6 m s pažením převrtávaných pilot průměru 900 mm. Hloubky jam byly od 6 m do 10 m. Prorážka razicího štítu do cílové jámy probíhala provrtáním betonového pažení, viz Obr. 4.

Část provádění mikrotuneláží trvala 4 měsíce v období od 17. 4. 2026 až 11. 8. 2026 v jednosměnném 12-ti hodinovém provozu a denní výkony se dle aktuálně zastiženého geologického prostředí pohybovaly v rozmezí 6 – 18 m.



Obr. 4 – Proražení stroje AVN1200 TC do cílové jámy a jeho vytažení



Obr. 5 – Přestavba stroje AVN1200 TC z DN 1400 na DN 1200 v podmínkách in-situ

Neobvyklé situace při realizaci

1. Jeden stroj pro 2 průměry v rámci jedné stavby
Razicí štít byl po provedení úseku s DN 1400 odstrojen do základního průměru DN 1200 v podmínkách in-situ díky unikátní možnosti dané výrobcem Herrenknecht AG, viz Obr. 5.

Změna oproti zadávací dokumentaci

Původní složení průměrů potrubí bylo DN 1600 a DN 1200, což by znamenalo nasazení 2 razicích štítů. Musela být rovněž splněna podmínka retenčního objemu s maximálním dosahem hladiny k jámě KO-S6. Změnou úvodní hloubené části na DN 1800 a prvního úseku mikrotuneláže na DN 1400 došlo k nemalé úspoře finančních prostředků díky možnosti nasazení pouze jednoho razicího stroje.

2. Dlouhé vrtané úseky

Nejdelší 187 m dlouhý vrt byl proveden s použitím mezitlačná stanice, která rozdělila protlačovanou kolonu trub na dvě části. Jestliže tlačný rám dosáhne své maximální tlačné síly, mezitlačná stanice pak může odděleně tlačit část kolony trub před sebou a tlačný rám pak tlačí jen část kolony trub k mezitlačné stanici. Ta byla uložena ve speciálně k tomu určenému potrubí, tzv. „leading a trailing pipes“, viz Obr. 6 a 7. Standardní laserová navigace byla doplněna o hydrostatický systém MT Hydro-level, který na delších úsecích ověřuje vertikální polohu a natočení stroje.



Obr. 6 – Sestava potrubí pro mezitlačnou stanici leading a trailing pipe



Obr. 7 – Instalace mezitlačné stanice a leading pipe

Komplikace při realizaci

Při realizaci pažení jam [převrtávané piloty] byly odebrány vzorky horniny a na základě laboratorních výsledků bylo navrženo složení vrtné výplachové směsi. Kvůli rozpadavosti zastižených břidlic ve vrtném výplachu na jemné a mechanicky neseparovatelné částice bylo zvoleno složení vrtné výplachové směsi z vody, bentonitu a přísad, které mají za úkol zapouzdřit rozrušenou horninu, zpomalit její rozpad a co nejdéle zabránit znehodnocení vrtného výplachu kvůli jeho nečerpateľnosti. Při zastižení plastických jíílů byl pak vrtný výplach doplněn o surfaktanty, které redukují jejich lepivost.

Separční jednotka byla upravena tak, aby maximalizovala svůj výkon v oddělování jemných částic. I přes všechna tato opatření však stále docházelo ke zrychlenému nárůstu hustoty vrtného výplachu a potvrdilo se, že mikrotunelování v jílech a břidlicích je považováno za jednu z největších výzev v provádění této bezvýkopové technologie, viz Obr. 8. Množství znehodnoceného vrtného výplachu způsobeného vlastnostmi těžného materiálu se tak vyšplhalo na téměř 2.000 tun.



Obr. 8 – Zanesení horní nádrže separačního zařízení HKS150 neseparovatelnými částicemi



Obr. 9 – Zničené řezné nástroje po projetí křemenci

V průběhu provádění vrtu z KO-S5 na KO-S7 došlo k zastižení již zmíněného skalního prostředí křemence v délce cca 30 m, na které nebyla řezná hlava navržena. Naštěstí se tímto prostředím podařilo projít, ale vznikla obava o stav řezných nástrojů. Zhotovitel proto musel změnit plán a na místo zasypání mezilehlé jámy KO-S6 v předstihu a následné projetí štítem až do KO-S7 musel mezilehlou jámu použít jako inspekční. Obavy se nakonec potvrdily a vlivem skalního podloží došlo k zničení části rozpojovacích nástrojů, viz Obr. 9. Po repasi hlavy došlo k hutněnému

zásypu jámy cca 2 m nad stroj a dokončení vrtu do cílové jámy KO-S7 bez nutnosti přesunu celé technologie. Jelikož měl zhotovitel náhradní set těchto nástrojů, tak nedošlo k většímu zpoždění jak 4 dny.

Na závěr je nezbytné vznést apel na všechny zhotovitele projektových dokumentací, aby si stáli za zpracováním inženýrskogeologických průzkumů v odpovídající kvalitě. Náklady vynaložené pro tyto průzkumy pak při realizaci uspoří náklady mnohem větší.



POUŽITÍ POLYMERBETONOVÝCH PROTLAČOVACÍCH TRUB NA OBCHVATU PRAHY „DO STAVBA 511, BĚCHOVICE – D1“

Markéta Čížková

HECKL s.r.o.

Vystudovala SPŠ stavební v Praze, obor vodohospodářské stavby a následně ČVUT v Praze, fakultu stavební, obor vodní hospodářství a vodní stavby. Od roku 2019 pracuje ve společnosti HECKL s.r.o., kde má na starosti výrobní sortiment z polymerbetonu firmy meyer-POLYCRETE.

Anotace přednášky

Představení polymerbetonových protlačovacích trub POLYCRETE použitých na obchvatu Prahy „DO stavba 511, Běchovice-D1“.

Vlastnosti a parametry polymerbetonových trub POLYCRETE pro bezvýkopovou technologii.

Na referenčních stavbách bude prezentována část výrobního sortimentu společnosti meyer-POLYCRETE.



Příspěvek do sborníku

Název stavebního objektu: SO 360.4 – Kombinovaný objekt

Místo stavby: Hlavní město Praha, Praha -východ

Investor: Ředitelství silnic a dálnic ČR

Zhotovitel stavby: EUROVIA+PORR+SM – DO stavba 511

Na část stavby prováděné mikrotunelováním stavební firmou HYDROTECHNIK PRAHA jsme dodávali polymerbetonové protlačovací trouby POLYCRETE od výrobce meyer-POLYCRETE GmbH.



Obr. 1 Trouba POLYCRETE o profil DN 1400 a vnějším profilu 1720 mm

První dva úseky mikrotuneláže byly zhotoveny z trub POLYCRETE o profilu DN 1400, vnějším profilu 1720 mm, stavební délce 3 m a celkové délce 222 m (z čehož 45 m byly trouby s injektážními otvory). Spoje trub byly standardní (tj. skladba vodící prstenec V4A (nerez ocel), těsnicí profil, uzávěr spáry, epoxidový tmel a roznášecí prstenec). Tlaková zkouška spoje se provádí na 2,4 bar.

Na třetí a čtvrtý úsek jsme dodávali protlačovací trouby POLYCRETE DN 1200, o stavební délce 3 m a celkové délce 285 m (z čehož 57 m byly trouby s injektážními otvory a délku 3 m měla sestava mezitlačné stanice). Spoje trub DN 1200 byly plovoucí (tj. skladba vodící prstenec V4A (nerez ocel), těsnicí profil, uzávěr spáry, těsnicí profil, smykové těsnění, roznášecí prstenec). Tlaková zkouška plovoucího spoje se provádí na 2,4 bar.

Trouby a spoje od společnosti meyer-POLYCRETE jsou vyráběny s velkou přesností a trouby se vyznačují například následujícími vlastnostmi:

- Vysokou pevností v tlaku [vysoké tlačné síly i při malé tloušťce stěn]

Trouby POLYCRETE DN 1400 mají při tloušťce stěny 160 mm **přípustnou protlačovací sílu 10090 KN**.

Trouby POLYCRETE DN 1200 mají při tloušťce stěny 142,5 mm **přípustnou protlačovací sílu 7990 KN**



Obr. 2 Mikrotuneláž protlačovacích trub POLYCRETE o profilu DN 1400



Obr. 3 Protlačovací trouby POLYCRETE DN 1200, vnější profil 1485 mm, plovoucí spoj

- Přesná rovnoběžnost čelních ploch trub zajistí rovnoměrný přenos tlaku
- Hladký, rovnoměrný a nenasákavý vnější povrch způsobuje nízké plášťové tření
- Testovaná mez únavy při míjivém napětí

Protlačovací trouby POLYCRETE mají až do profilu DN 2000 schválení německého Spolkového železničního úřadu (Eisenbahn-Bundesamt) pro instalaci pod železniční koleje.

Více informací viz přednáška.

PRAKTICKÉ PŘÍKLADY Z INSTALACÍ FLEXIBILNÍCH SUCHOVODŮ A BYPASSŮ PRIMUS LINE NA VODOVODNÍCH PŘIVADĚČÍCH A VTL PLYNOVODECH

Ing. Otakar Cigler

Business Development Manager
Rädlinger primus line GmbH

Odborník na bezvýkopové technologie v oblasti sanací potrubních systémů. Absolvent Stavební fakulty Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. Člen České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Autorizovaný technik pro hydrotechnické stavby a stavby zdravotně-technické. Odborně způsobilá osoba k činnosti koordinátora BOZP na staveništi. Záluby: cyklistika, turistika, lyžování, četba a aktuální dění.



Ing. Jan Kánský, MBA

Vedoucí střediska technologií
HOMOLA a.s.

Vedoucí technologického oddělení. Odborník na kapacitní bypassy a další technologie pro různé potrubní systémy. Absolvent Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze. Absolvent programu Masters of Business Administration, instruktor pilotů ultralehkých letadel. Záluby: turistika, letectví, vzdělávání, četba, technologické novinky.



Anotace přednášky

Příspěvek představuje praktické možnosti využití technologie Primus Line při bezvýkopových sanacích potrubí a realizaci flexibilních bypassů na vodárenských, plynárenských a průmyslových potrubních systémech. Hlavním prezentovaným projektem je rekonstrukce Posázavského vodovodu v Davli, kde byla technologie využita pro sanaci potrubí DN 250 a DN 300 v obtížně přístupném terénu, přes směrové ohyby, na mostní konstrukci a při překonávání vodních toků. Součástí projektu bylo zvýšení návrhového provozního tlaku na PN 25 a zajištění nepřetržité dodávky pitné vody pomocí dočasných flexibilních bypassů.

Další část příspěvku představuje zkušenosti s využitím flexibilních bypassů na VTL plynovodech a dalších tlakových systémech. Prezentovány budou realizace zahrnující 800 m dlouhý bypass zemního plynu při provozním tlaku 23 bar, využití při stoplovacích pracích a specifické aplikace na systémech požární a technologické vody v Jaderné elektrárně Temelín. Příklady z reálného provozu ukazují možnosti flexibilních potrubních systémů při opravách a rekonstrukcích infrastruktury bez nutnosti dlouhodobého odstavení provozu.

Příspěvek do sborníku

V letošním roce se nám již společně s instalačními partnery podařilo zrealizovat řadu velice zajímavých projektů. Jednalo se především o sanace vodovodních přívaděčů, shybek, výtlačných řadů, kanalizačního výtlaku a instalací suchovodů – a to i na VTL plynovodech o provozním tlaku 23 bar.



Technicky nejzajímavějším projektem však byla rekonstrukce posázavského vodovodu v Davli, a to především z toho důvodu, že projekt kombinoval několik technických atributů systému Primus Line. A to konkrétně provádění sanace potrubí přes ohyby a ve velkých délkách, sanace potrubí ve velkém gradientu, sanace potrubí na mostní konstrukci, budování flexibilních suchovodů, a především navýšení provozního tlaku nezávisle na stávajícím potrubí. Posázavský vodovod, budovaný v 50. letech minulého století, je významným páteřním přívaděčem pitné vody pro část Středočeského kraje. Přivádí vodu ze Želivské vodárenské soustavy do regionu Posázaví a zásobuje řadu obcí, včetně Davle, Měchenic, Hradištka či Hvozdnice.

Jedna z větví vodovodu zásobující Davli a okolní obce je z technického hlediska mimořádně zajímavá. Mezi vodojemem Ďábel a údolím Vltavy překonává výškový rozdíl přibližně 200 m. V současném stavu je tlak redukován z přibližně 20 bar v redukční stanici Libřice na 6 bar. Voda následně prochází údolím Zahořanského potoka, překonává Vltavu

dvouramennou shybkou a z čerpací stanice Regent je přečerpávána do vodojemu Račany s převýšením přibližně 130 m.

Cílem rekonstrukce bylo nejen obnovit stárnoucí potrubí, ale především zvýšit návrhový provozní tlak přívaděče na 25 bar. Díky tomu bude možné výhledově provozovat celý úsek čistě gravitačně a odstranit energeticky náročné přečerpávání v čerpací stanici Regent.

V rámci projektu byla provedena sanace celkem 665 m vodovodního potrubí, rozdělená do tří úseků:

- **Úsek F** – levý břeh Vltavy, délka 173 m, DN 300, ocel, násobné ohyby do 45°.
- **Úsek E, D a C** – Zahořanské údolí, celková délka 318 m, DN 300, ocel. Tento úsek vede úzkým a obtížně přístupným údolím Zahořanského potoka. Úsek D překonává záhořanský potok potrubím zavěšeným na mostní konstrukci.
- **Úsek A** – od redukční šachty Libřice směrem k vodojemu Ďábel, délka 161 m, DN 250, litina. Trasa vede nepřístupným lesním svahem s převýšením přibližně 65 m.

Samotná shybka pod Vltavou byla sanována již v předchozí etapě technologií relining.

Pro sanaci byl zvolen systém **Primus Line**, který umožňuje zvýšit provozní tlak nezávisle na stávajícím potrubí a současně umožňuje instalaci přes směrové ohyby i na dlouhých úsecích bez nutnosti rozsáhlých výkopů. Tyto vlastnosti byly rozhodující vzhledem k nepřístupnému lesnímu terénu v úseku A, omezenému přístupu v Zahořanském údolí i překonání vodních toků.

Byla použita vložka **Primus Line 200 MD-W** s kevlarovou výztuží, která umožňuje provozní tlak až 40 bar při přímé instalaci a 27 bar při instalaci v ohybech do 30°.



Protože vodovod nebylo možné odstavit na delší dobu, bylo nutné vybudovat dočasný bypass (suchovod). I zde byl použit systém Primus Line dodávaný v návínu, který nevyžaduje svařování a umožňuje rychlou montáž i demontáž. V úseku **E, D a C** byl bypass veden korytem Zahořanského potoka a následně vyvázán na jeho březích. Toto řešení umožnilo podejít železniční trať pod mostem a současně ponechat jedinou přístupovou komunikaci



volnou. Instalace bypassu probíhala začátkem února 2026. Instalace tohoto suchovodu byla provedena z návínu z cívek. Pro jednu část této etapy stála cívka na břehu Vltavy a pro instalaci dalších částí suchovodu bylo využito uložení cívky na nákladním vozidle, které stálo přímo v brodu před chatařskou osadou u objektu Libřice a z tohoto místa byl suchovod roztažen k Vltavě a do objektu Libřice. Vedení suchovodu v této etapě bylo specifické tažením přímo v korytě potoka za pomoci nafukovací kánoe a následné protažení v dočasně vytvořené chrániče pod brodem k osadě, aby bylo možné zachovat jeho průjezdnost. Celková délka tohoto suchovodu pro tři etapy měřila 550 m. Instalace v zimním období také prokázala schopnost vést bypass za chladného počasí, nezbytnou podmínkou provozu byla nutnost zajištění průtoku vody v případě mrazů, aby voda v bypassu nezmrzla.

Vedení suchovodu v nepřístupné etapě **A** bylo náročné s ohledem na strmý svah, který je plně zalesněný. Zde by instalace suchovodů pomocí

standartních technologií (např. PE potrubím) byla extrémně náročná až nerealizovaná. Instalace pomocí technologie Primus Line umožnila vedení bypassu v lese, bez nutnosti jakéhokoli zásahu do přírody, kácení nebo výkopových prací ve svahu. Instalace suchovodu probíhala výhradně ručně, za pomoci navijáků a lan. Bypass byl v této etapě veden přímo z objektu Libřice do uzavírací šachty nad údolím. Tento bypass byl navržen v provedení PN25 o celkové délce 220 m.

Úsek **F** měl vedený bypass o délce 180 m podél stávajících komunikací od šachty na břehu Vltavy do objektu čerpací stanice Regent. Specialitou bylo překonání silnice druhé třídy přes propustek pod silnicí.

Instalace a deinstalace suchovodů na všech úsecích probíhala vždy jeden den.

Dodávku a instalaci bypassu zajistila společnost **HOMOLA a.s.** pod obchodní značkou **Mr. Bypass**. Pro bypass byla použita vložka **Primus Line 150**. **Celková délka** bypassu v celém projektu dosáhla téměř **1000 m**.

Před samotnou sanací bylo potrubí důkladně vyčištěno. V úsecích **E, D a C a F** bylo použito vysokotlaké čištění vodním paprskem o tlaku až 1200 bar. Úsek **A** byl vzhledem k nepřístupnosti terénu čištěn mechanicky pomocí škrabáků a vytěráků.

Sanaci provedla společnost **TRASKO BVT, s.r.o.** Vložka Primus Line byla hydraulickým navijákem zatažena do sanovaného potrubí, následně pomocí



pneumatických ucpávek natlakována na 1 bar, čímž došlo k jejímu přeformování z transportního tvaru „C“ na kruhový profil. Poté byly osazeny koncové konektory PN 25 a na každém úseku byla provedena tlaková zkouška na 25 bar.

Napojení jednotlivých úseků a montáž armatur provedla společnost **VHS Benešov**.

Klíčové technické výzvy projektu:

- nepřístupný lesní a svažité terén s velkým výškovým převýšením,
- zvýšení provozního tlaku přivaděče na 25 bar,
- omezený přístup přes soukromé pozemky,
- sanace dlouhých úseků s ohyby bez nutnosti rozsáhlých výkopů
- sanace shybky pod Zahořanským potokem
- sanace potrubí na mostní konstrukci s dilatací – přechod Záhořanského potoka
- instalace bypassu přes vodoteč
- zajištění nepřetržité dodávky pitné vody pomocí dočasného bypassu.

Technická data projektu:

Médium:	Pitná voda
Stávající potrubí:	DN 300 ocel a DN 250 litina
Provozní tlak:	navýšen ze 6 bar na 20 bar
Systém Primus line:	200 MD-W
Celková délka:	Sanace 667 m [5 úseků] Suchovod 530 m
Ohyby:	násobné 60°
Investor:	Společná voda d.s.o.
Generální zhotovitel:	Vodohospodářská společnost Benešov a.s.
Realizace Sanace:	TRASKO BVT, s.r.o.
Relaizace suchovodu:	HOMOLA a.s.
Projektant:	PIK Vítek s.r.o.
Realizace:	Listopad 2025 – Duben 2026

Tento projekt byl výzvou pro všechny zúčastněné – nejen z hlediska provozního tlaku **PN 25**, který není na vodárenských sítích běžným standardem, ale především kvůli náročnému terénu, omezeným přístupům a kombinaci několika technicky specifických způsobů instalace. Projekt ukázal, že i v náročných podmínkách lze pomocí systému **Primus Line** nejen obnovit stávající vodovodní infrastrukturu, ale zároveň výrazně zvýšit její provozní parametry bez nutnosti výměny původního potrubí. Společně s našimi instalačními partnery jsme tuto výzvu úspěšně zvládli a jsme rádi, že jsme mohli být součástí projektu, který má potenciál přinést významné provozní i energetické úspory. Těšíme se na další projekty, kde bude možné hledat technicky efektivní řešení i tam, kde klasická rekonstrukce

znamená rozsáhlé výkopy, omezení provozu nebo zásadní zásah do okolí.

Instalace bypassů na jiných potrubních systémech (VTL, požární a jiné vody)

Použití bypassů na pitné vodě byla ukázána v rámci přechodí části článku. Nyní bych se zaměřil na bypassy pro použití na jiných potrubních systémech, kde byly bypassy Mr. Bypass použity.

Druhou nejčastější aplikací bypassů je použití na plynovodech, nejčastěji VTL. Úplně první aplikací bypassů Primus Line v ČR bylo použití bypassu o délce 50 m na propojení regulační stanice a VTL plynovodu v Mohelnici, kde bylo za úkol zásobení odběratelů za regulační stanicí po dobu opravy přípojky k této stanici. Uvedená přípojka vychází ze sítě společnosti GasNet. Tento bypass ukázal nový potenciál této technologie pro budoucí použití.



Nejdelší instalace bypassu v ČR byla provedena v druhém kvartále tohoto roku v Ostravě, kde tento bypass měl délku **800 m** při provozním tlaku **23 bar** zemního plynu. Tento plynovod zásobuje jednu z největších regulačních stanic v Ostravě a lidově se tomuto plynovodu říká „Ostravské anakondy“, jelikož celá trasa je vedena nadzemí a je typická svými častými liramí. Bypass bylo nutné použít z důvodu rekonstrukce této linie. Použití rukávce sloužilo k zásobení Ostravské koksárny a regulační stanice pro CNG stanici pro autobusy. Bypass byl

provozován po dobu **4 měsíců**. Jelikož se jednalo o bypass na delší dobu a na vysoký tlak, bylo dle platných TPG nutné provést standartní tlakovou zkoušku za přítomnosti Technické inspekce České republiky.



Bypass na plynovodech se také používají běžně při stoplovacích pracích na plynovodech, kde dochází k uzavření plynovodu za plného provozu pomocí stoplovacích zařízení. Tyto bypassy obvykle jsou o délkách v řádu desítek metrů.

Bypassy Mr. Bypass se také již dostaly do netradičních prostorů, například do **Jaderné elektrárny Temelín**, kde již prokázaly svojí vysokou efektivitu. Zde byly používány na různých vodách (technické, požární a jiné vody). První aplikace v JE Temelín byla na požární vodě, kde byla nutná oprava potrubí s požární vodou a nebylo možné odstavit toto potrubí, zde opět byly použity stoplovací soupravy, obdobné jako na pracích výše, a propojení pomocí bypassu bylo nezbytné pro zachování funkčnosti systému. Specialitou této aplikace byl požadavek investora, kdy v rukávci byl stacionárně tlak vody 4 bary a při zapnutí požárních čerpadel rázově vzroste tlak v systému na 12 bar (čerpadla nejsou vybavena odlehčovacími ventily). Tento zátěžový test byl proveden ihned pro připojení bypassů. Systém byl provozován po dobu dvou měsíců, než bylo potrubí opraveno.

Poslední aplikací byla instalace na vyhrazeném technickém zařízení, taktéž v JE Temelín, kde bylo nutné mít tento bypass připravený, pokud by nefungovaly vypustní armatury DN 300, které měly vypustit podzemní vedení potrubí DN 700 a nebylo by tím pádem možné systém drenážovat.

Pro oba uvedené projekty byly použity rukávce Primus Line DN 150.

PRIMUS  **LINE**

lomola


**MR.
BYPASS**

POZNÁMKY

SEZNAM
PŘEDNÁŠEK
STŘEDA
16. 9. 2026

CIMR-BARTÁKOVA METODA REKONSTRUKCE LINIOVÝCH PLYNOVODŮ

Jan Barták

GasNet Služby, s.r.o.



Oddělení projektování plynovodů Praha
Vedoucí projektování plynovodů Praha/HIP
Prosecká 851/64, 19000 Praha 9
M +420 731 141 018
E jan.bartak@gasnet.cz

Absolvent střední průmyslové školy zeměměřické v Praze. Od roku 1985 pracuje v plynárenství jako projektant (Plynoprojekt Praha, RWE a.s., Innogy s.r.o., GasNet, s.r.o.) a od roku 2010 jako vedoucí oddělení projektování plynovodů v Praze. Od roku 1997 je autorizovaným technikem v oboru technologická zařízení staveb.

Robin Cimr

Spiderplow Rohr- & Kabelpflug GmbH



Robin Cimr je absolventem střední technické školy v Mnichově, obor „Automatizace a energetika“, kde po ukončení působil v různých oborech (konstrukce, vývoj/výzkum, management kvality).

Od roku 2003 pracoval v projekční kanceláři, která se zabývala komplexní dodávkou větrných elektráren od projekční činnosti až k vedení stavby větrných parků. Tam se seznámil s technologií bezvýkopové instalace inženýrských sítí pluhováním, kde převzal pozici projekčního a stavebního manažera od roku 2006 až do roku 2022 této technologie.

Od roku 2022 pracuje ve společnosti Spiderplow Rohr- & Kabelpflug GmbH na pozici projektového manažera a podílí se na řadě projektů v oblasti bezvýkopové instalace inženýrských sítí od projekční činnosti až po komplexní řízení investiční akce. Pravidelně přednáší na konferencích/seminářích a přispívá do odborných časopisů.

Anotace přednášky

Metoda rekonstrukce ocelových VTL plynovodů výměnou přesně v trase stávajícího potrubí.

Pomocí mobilního hydraulického navijáku je horizontálně ze země vytaženo stávající ocelové potrubí. Na jeho konec je přivařeno potrubí nové, které je současně zataženo do stávající trajektorie.

Pilotní projekt (Mnichovo Hradiště 2025) prokázal realizovatelnost tohoto způsobu rekonstrukce u potrubí DN 200. Délky jednotlivých takto rekonstruovaných úseků se pohybovaly mezi cca 50 – 120 metry a bylo takto provedeno 16 úseků.

Metoda je vhodná pro rovné úseky plynovodů (bez umělých ohybů), kde je potřeba minimalizovat zásahy do okolí, náklady na rekultivace pozemků a kompenzace újmy na zemědělských pozemcích. V neposlední řadě má metoda zjevné pozitivní ESG přínosy.

Příspěvek do sborníku

Cimr-Bartákova metoda rekonstrukce liniových plynovodů

Autor: Jan Barták, GasNet Služby, s.r.o., Prosecká 855/69, 190 00 Praha

Recenze: Ing. Marek Helcelet

Abstrakt

Metoda rekonstrukce ocelových VTL plynovodů výměnou přesně v trase stávajícího potrubí. Pomocí mobilního hydraulického navijáku je horizontálně ze země vytaženo stávající ocelové potrubí. Na jeho konec je přivařeno potrubí nové, které je současně zataženo do stávající trajektorie. Pilotní projekt [Mnichovo Hradiště 2025] prokázal realizovatelnost tohoto způsobu rekonstrukce u potrubí DN 200. Délky jednotlivých takto rekonstruovaných úseků se pohybovaly mezi cca 50 – 120 metry a bylo takto provedeno 16 úseků. Metoda je vhodná pro rovné úseky plynovodů (bez umělých ohybů), kde je potřeba minimalizovat zásahy do okolí, náklady na rekultivace pozemků a kompenzace újmy na zemědělských pozemcích. V neposlední řadě má metoda zjevné pozitivní ESG přínosy.

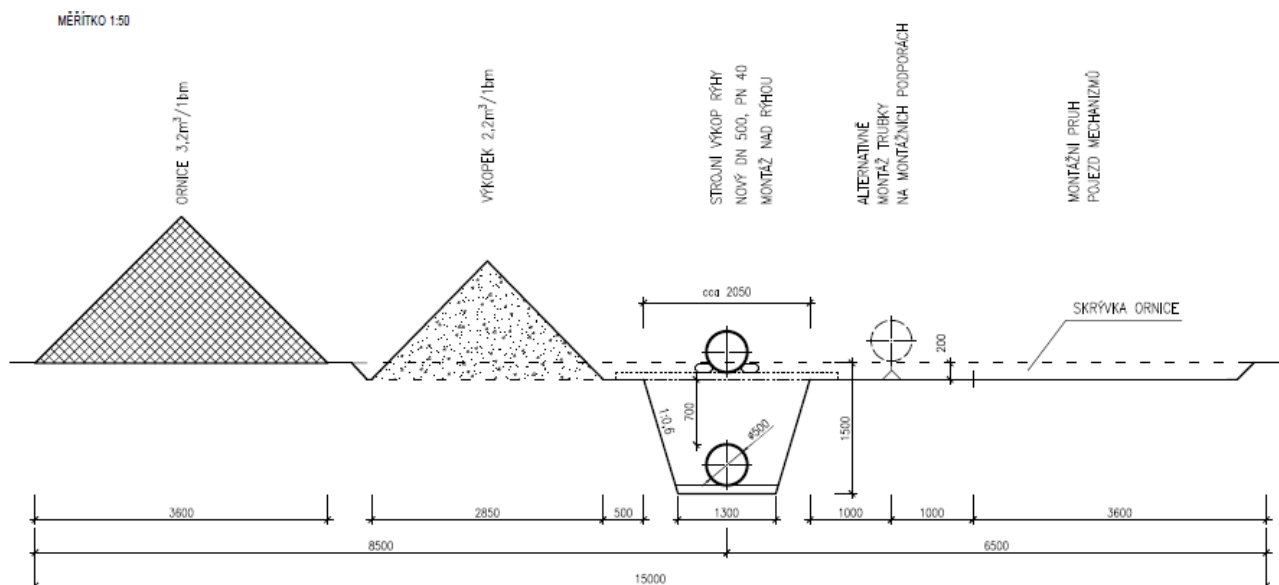
Úvod

Plynárenské společnosti dnes stojí před nutností obnovovat staré ocelové plynovody, aby byl zajištěn jejich bezpečný a spolehlivý provoz. Mnohá z těchto vedení jsou desítky let staré a jejich stav již neodpovídá současným požadavkům.

Klasický postup obnovy

Obnova probíhá většinou výměnou potrubí ve stejné nebo nové trase, pokud možno v režimu drobných staveb dle Přílohy č. 1 k zákonu č. 283/2021 Sb. Tyto práce se provádějí převážně v otevřeném výkopu. Preferujeme sice bezvýkopové technologie, ale pro výměnu „kus za kus“ jsme doposud o žádné vhodné technologie nevěděli.

Obnova formou otevřeného výkopu vyžaduje vytvoření pracovního pruhu o šířce cca 11 – 22 m podle dimenze potrubí. To znamená rozsáhlé zemní práce – úpravy terénu, skrývku ornice a výkopy nad stávajícím potrubím, včetně manipulace se zeminou případně její dopravu na deponii a zpět. Rypadla, buldozery a nákladní technika přitom významně zvyšují produkci emisí, zejména CO₂.



K tomu se přidávají omezení ze strany ochrany přírody, životního prostředí a vlastníků pozemků, která často zužují pracovní pruh nebo omezují dobu realizace.

Impuls k inovativní metodě

Proč inovativní?

Tato metoda existuje již od 70. let minulého století a využívala se zejména ve vodárenství, a to převážně u přípojek.

Autor článku pracuje v plynárenství jako projektant od roku 1985 a za celou dobu své kariéry se s touto metodou nesetkal, a prostřednictvím tohoto článku představuje tuto metodu jako metodu novou. Na skutečnost, že tato metoda již existuje od 70. let 20. století, byl autor upozorněn recenzentem tohoto mého článku.

Koncepci prezentace však autor ponechává, neboť vše jsme řešili bez jakýchkoliv podkladů a zkušeností – v podstatě „od nuly“.

V roce 2024 provedla společnost Spiderplow Rohr- & Kabelflug GmbH pro EG.D, s.r.o. úspěšné vytažení cca 100 m dlouhého úseku ocelového potrubí DN 200 ze země, k čemuž použila mechanismů využívaných při pluhování. Tento projekt se stal základem úvahy, zda by bylo možné během vytahování starého potrubí zároveň vtahovat potrubí nové.

Spolu s Robinem Cimrem, projektovým manažerem Spiderplow, jsme přišli na jednoduchý nápad:

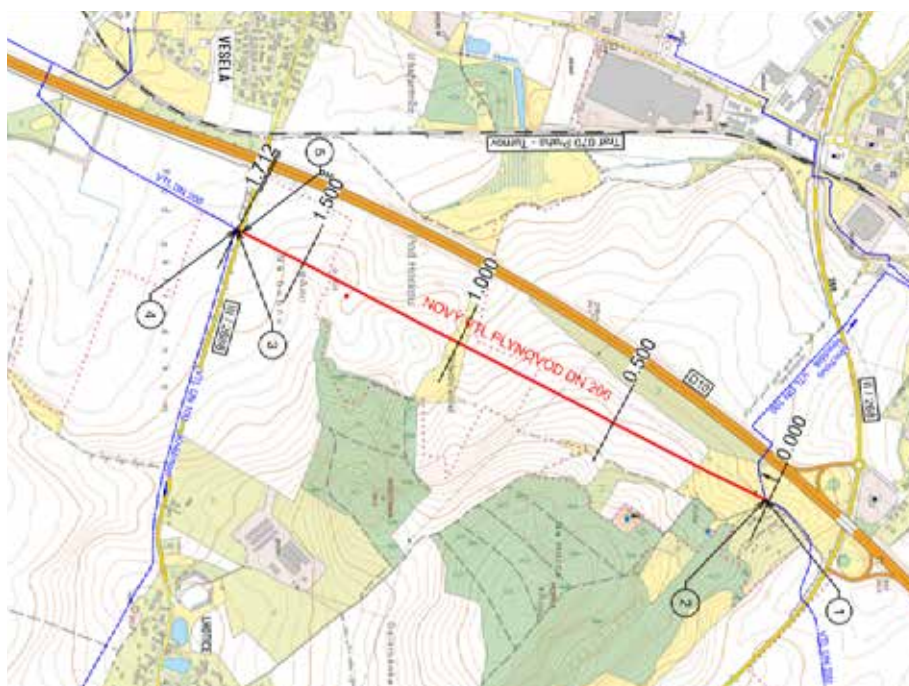
Na konec starého vytahovaného potrubí navařit nové potrubí stejné dimenze a pomocí navijáku jej zatáhnout do uvolněné trasy.

Postup později získal název **Cimr-Bartáková metoda**.

Volba pilotního projektu

Pro ověření metody byla vybrána stavba **REKO VTL Veselá – Mnichovo Hradiště**, což je přímý úsek DN 200 v délce cca 1,7 km. Součástí bylo i nové umístění odbočkového armaturního uzlu a získání potřebných stavebních povolení. Termínově šlo o náročné období, protože probíhala implementace nového stavebního zákona a s tím související digitalizace řízení.

Cílem tohoto pilotního projektu bylo prokázat realizovatelnost stavby touto metodou a následně vyhodnotit její přínos, úskalí či neefektivnost pro případné další využívání.



V rámci zpracování projektové dokumentace jsme řešili několik otázek, které vycházely z potřeby jiných činností než činností běžných při realizaci metodou otevřeného výkopu. Jednalo se v podstatě o tyto hlavní technické kroky:

1) Rozdělení rekonstruovaného úseku na jednotlivé dílčí části

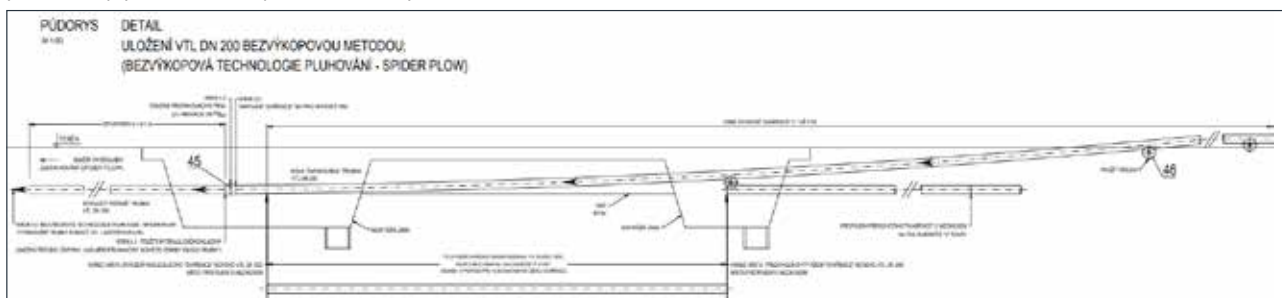
Trasa byla rozdělena na 16 úseků v délkách 50 – 120 metrů

Toto rozdělení bylo ovlivněno několika zásadními faktory. Jednak to byly terénní překážky (silnice na jednom konci a zahrady na konci druhém) a jednak nutnost mít svařenec zatahované délky svařen a připraven v celé délce za úsekem, kam má být vtažen.



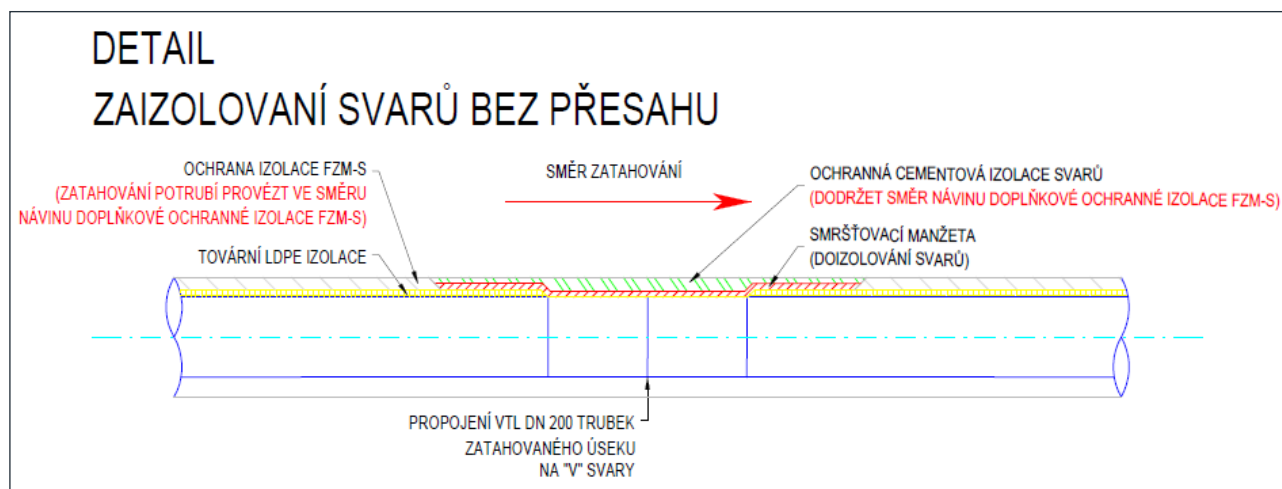
2) Návrh jam v místech rozdělených úseků

Výsledkem bylo navržení „dvojitých jam“ propojených užším otevřeným výkopem tak, aby byl zajištěn potřebný poloměr ohybu nového potrubí.



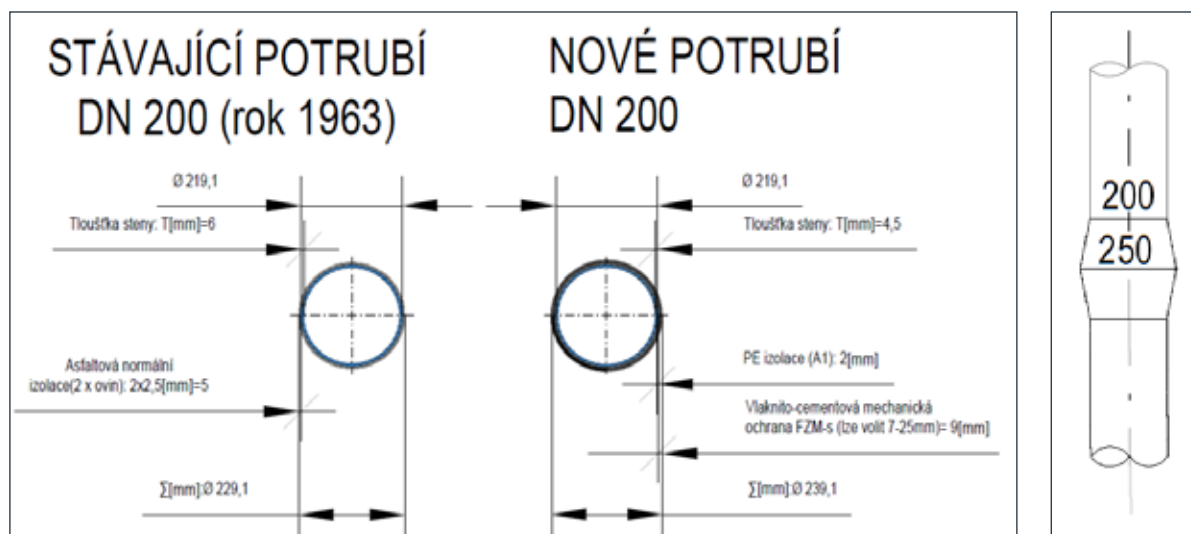
3) Doizolování svarů zatahovaného potrubí

Svary na zatahovaném potrubí byly po jejich úspěšné kontrole zaizolovány smršťovací PE manžetou a přesahem na stávající tovární PE izolaci. Doizolování plastbetonové FZM-S ochrany izolace bylo provedeno bez přesahu přes stávající tovární vrstvu FZM-S tak, aby nedošlo k jejímu stržení při zatahování.

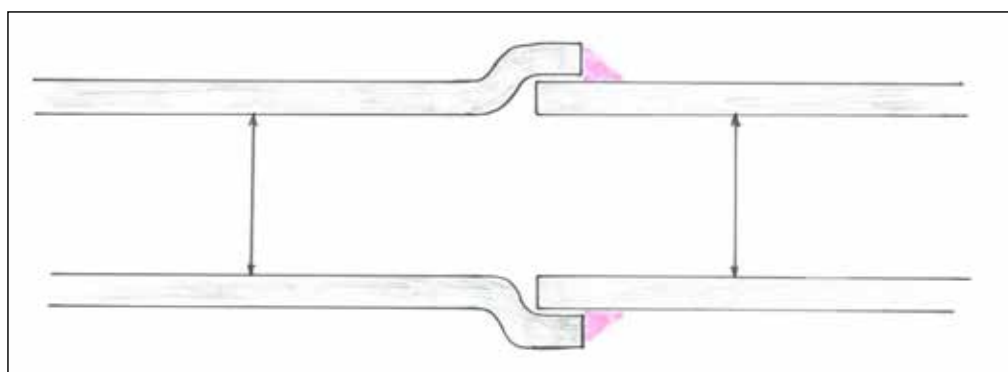


4) Rozšiřovací klín

Vzhledem ke skutečnosti, že průměr nového zatahovaného potrubí opatřeného plastbetonovou ochranou izolace FZM-S je o cca 10 mm větší než průměr potrubí vytahovaného, jsme zvažovali použití rozšiřovacího klínu z dvou redukcí DN 200/250.



Po zjištění, že stávající potrubí je z hrdlových trubek, které mají slabší koutové svary, jsme od osazování rozšiřovacího klínu ustoupili.



5) Stanovení tažných sil a jejich skutečné hodnoty

- počet navržených úseků – **16 úseků**
- délky jednotlivých úseků – **50–120 m**
- maximální možná tažná síla spočítaná na základě minimální zaručené meze kluzu potrubí používaného v době jeho stavby (1963) – **72 tun**



Reálné tažné síly [při cca 100 m úseku]:

- maximální vyvinutá tažná síla na staré potrubí současně při použití hydraulického kladiva – **65 tun**
- tažná síla při zahájení vytahování a zatahování [po navaření potrubí nového]:
- prvních cca 12 m – **60–54 tun** (*orientačně po první hrdlový spoj*)
- do zhruba poloviny vytahovaného úseku – **54–46 tun**
- od poloviny do konce vytahovaného úseku [začátek vtahování potrubí nového – **46–20 tun**
- potrubí nové – **20–14 tun [jedná se primárně o překonání tření zeminy]**
(v PD vypočítaná tažná síla → 9–17 tun – pro délku 50–100m zatahovaného potrubí)
- průměrná rychlost vytažení a zatažení úseku – **10–12 m/min**

6) Tažná hlava a úderová deska

V rámci projekčních prací jsme se rozhodli k tomuto účelu využít ty, které byly použity v rámci pilotního projektu vytažení potrubí v roce 2024.

Toto naše rozhodnutí však nebylo ideální, ale díky tomu jsme zjistili dvě zásadní závady:

- o U tažné hlavy došlo k vytržení rozšířené části



Toto jsme operativně na stavbě vyřešili vyztužením tažné hlavy.

Takto provedené vyztužení tažné hlavy bylo v pořádku, a využili jsme jej na všechny další úseky.



- o U úderové desky došlo v podstatě k její celkové deformaci současně s deformací části potrubí DN 200, na které byla tato úderová deska nasazena (úderová deska se nepřivařuje na potrubí – pouze se nasazuje).

Toto jsme rovněž na stavbě vyřešili výrobou zcela nové úderové desky, která byla vybavena křížovým vystředěním zasouvané části a vodícím prstencem pro trn hydraulického kladiva.



Problematika tažné hlavy a úderové desky bylo v podstatě to jediné, co nás při realizaci potkalo a bylo nutné operativně řešit.

Harmonogram a realizace

Původní plán – 3–4 úseky denně – byl kvůli výše uvedeným úpravám konstrukcí prodloužen, ale závěrečné dny již odpovídaly předpokladu.

Zpoždění dodávky trubního materiálu a povoleného vstupu na travní porost ovlivnilo i rozsah skrývky ornice, která musela být provedena v celé délce úseku.

Vyhodnocení pilotního projektu

Zhotovitel **Výstavba sítí Kolín a.s.** zvládl technologii velmi dobře, a díky jeho operativnímu přístupu byl projekt úspěšně dokončen.

Metoda prokázala svou **realizovatelnost i efektivitu**. Přináší:

- snížení emisí CO₂,
- menší zásah do krajiny,
- kratší dobu výstavby,
- úspory nákladů na rekultivace i kompenzace,
- výrazné ESG přínosy.

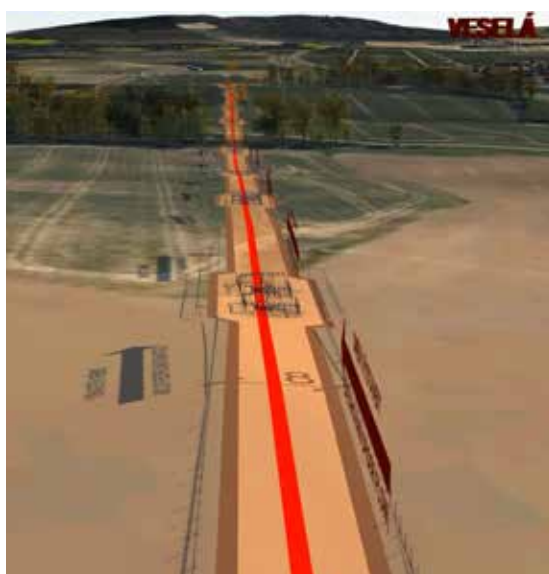
Z vlastní realizace pilotního projektu byl pořízen videozáznam, který si lze prohlédnout na webu: <https://youtu.be/XIzs6OYVEHU>.

EMISE CO ₂			kubatura	SPOTŘEBA NAFTY - litry zjednodušená odhadní hodnota pro střední typ zeminy a běžný bagr 0,5l nafty / 1m ³ zeminy	EMISNÍ FAKTOR pro naftu zdroj: směrnice IPCC, EPA   2,67 kg CO ₂ / 1 litr nafty	PRŮMĚRNÁ TRŽNÍ CENA EMISNÍ POVOLENKY se v současné době pohybuje v rozmezí 70-100€ / 1 tunu CO₂ Pro účely odhadu použijeme střed 85 € / tCO ₂	Při kurzu 25,00 CZK/€
			m ³	litry nafty	tuna CO ₂	EURO	CZK
skrývka ornice	skrývka ornice klasický výkop	dL 1700m, š. 9,0m	4500	2250	6,01	510,64	12765,94
	skrývka ornice "dvoj-jámy" - 17ks VPO zohledněno	pouze nad "dvoj-jámami" dL 16,0m, š. 5,0m	410	205	0,55	46,52	1163,12
	rozdíl = dílčí ÚSPORA dle PD		4090	2045	5,46	464,11	11602,82
	skrývka ornice mezi "dvoj-jámami" VPO nezohledněno - bylo provedeno s ohledem na podmáčený terén = děšť	dL 1400m, š. 4,0m	1700	850	2,27	192,91	4822,69
výkopové práce rýha/jámy	objem zeminy klasický výkop	dL 1700m, š 0,8m, hl. 1,2m	1630	815	2,18	184,96	4624,11
	objem zeminy montážní "dvoj-jámy" - 17ks	dL 8m, š 3,0m, hl. 1,5m	620	310	0,83	70,35	1758,86
	spotřeba mobilního navigáku FWF 94 (50l / den)	7 dní		350	0,93	79,43	1985,81
	rozdíl = dílčí ÚSPORA dle PD		1010	155	0,41	35,18	879,43
	CELKOVÁ ÚSPORA dle PD		5100	2200	5,87	499,29	12482,25
CELKOVÁ ÚSPORA dle skutečných prací		3400	1350	3,60	306,38	7659,56	

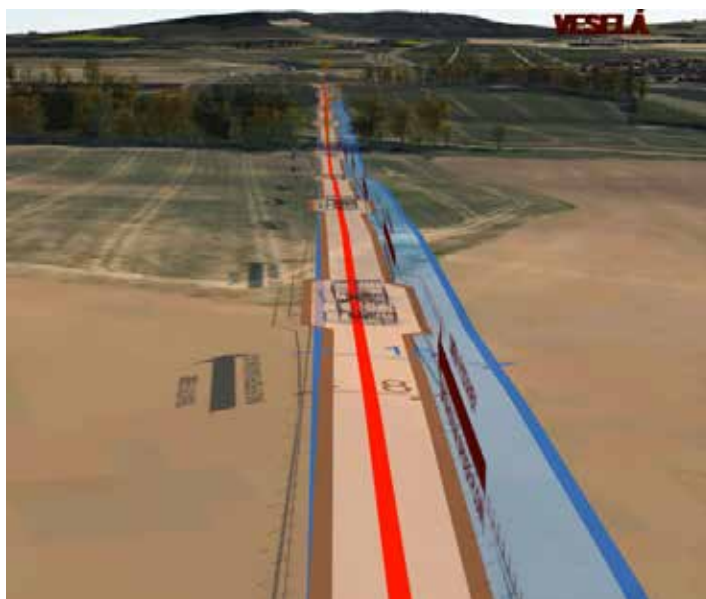
V této tabulce jsou zohledněny pouze spotřeby za bagrování a zatahování. Ostatní spotřeby mechanismů jsou víceméně totožné u obou hodnocených metod.

Spotřeba pro svářečské agregáty, doprovodné mechanismy, menší dieselové kompresory (čištění, sušení, TZ, apod.) není zohledněna, neboť se jedná v podstatě o totožné rozsahy činnosti jak při otevřeném výkopu tak při vtahování.

Skutečná úspora emisí bude ještě vyšší v případě započítání manipulace se zeminou v pracovním pruhu, případně odvoz na deponii a zpět, dopravu zásypového a obsypového materiálu (písek) na stavbu (680m³), spotřeby paliv mechanismů na hutnění a finální úpravy terénu ve větším rozsahu.



Obr. 1 Pracovní pruh pro zatahování



Obr. 2 Modrá plocha – úspora proti klasickému pracovnímu pruhu

ZÁSAH DO KRAJINY	<i>klasická metoda otevřený výkop</i>	<i>pilotovaná Cimr-Bartáková metoda</i>
	Kompletní narušení 1,7 km dlouhého pásu půdy, nutnost deponie a rekultivace obrovského objemu zeminy.	Zásah jen v místech startovacích a cílových jam (cca každých 100 m) a v místech svárů. Minimum narušené půdy.
	Pracovní pruh - šíře min. 15,0m v celé délce 1700m 2,56 ha	Pracovní pruh v šíři 8,0m → 4,0 na obě strany od potrubí (rozsah OP), s rozšířením u "dvoj-jam" na 12,0m v délce vždy cca 16,0m 1,55 ha
MINIMALIZACE EROZE, MENŠÍ ROZSAH NÁSLEDNÉ REKULTIVACE A JEJÍ KRATŠÍ DOBA	Minimalizací zásahů do krajiny mj. snižujeme náklady na rekultivaci půdy. Současně díky malému rozsahu budou tyto práce rychlejší.	
MINIMALIZACE KOMPENZACÍ (NÁHRADY ŠKOD)	Minimalizovaný ZÁSAH DO KRAJINY generuje snížení nákladů na kompenzace ve smyslu Energetického zákona (náhrady škod).	
MINIMALIZACE VÝKOPOVÝCH PRACÍ MENŠÍ POČET MECHANIZACE	Značné omezení bagrování, manipulace se zeminou v pracovním pruhu případně s jejím odvozem na deponii a zpět.	
ZKRÁCENÍ DOBY VÝSTAVBY	V rámci tohoto pilotního projektu jsme vyřešili vzniklé komplikace (tažné hlavy, úderové desky, vychylovací kladka). Současně jsme každým dnem zlepšovali koordinaci jednotlivých činností což zůstává jako výzva do budoucna. Do budoucna předpokládáme, že budeme schopni zatahovat 3-4 úseky (cca 300-400m) potrubí denně. Samozřejmostí je připravenost svařenců nového potrubí pro jejich zatažení (sváry, RTG, izolace, ochrana izolace)	

Závěr a možnosti dalšího využití

Závěrem lze konstatovat, že pilotní projekt, který měl prověřit realizovatelnost rekonstrukce VTL plynovodu DN 200 touto metodou, byl úspěšný a metoda je do budoucna využitelná.

Cimr-Bartáková metoda je jednoznačně metoda, která se v plynárenství (a liniových potrubních stavbách obecně) může používat pro minimalizaci dopadů, a která má zjevné **pozitivní ESG přínosy**.

Přináší úspory v nákladech, zkrácení doby výstavby, minimalizaci zásahů do krajiny a nižší náklady na rekultivaci a kompenzace.

Možnosti dalšího využití: Metoda je vhodná pro rovné úseky plynovodů, kde je potřeba minimalizovat zásahy do okolí, například v případě komplikovaných vlastnických vztahů k pozemkům nebo tam, kde není možné rozšiřovat pracovní pruh nad rámec ochranného pásma nebo v úsecích, kde není dovoleno realizovat práce v otevřeném výkopu vůbec – parky, městská zeleň, apod.

Využití metody pro jiné dimenze je možné, vše ovšem závisí na materiálu a pevnostních parametrech stávajících trub.

GRUNDOBURST 1900G A 800G – REÁLNÉ POZNATKY Z PRAXE

Ing. Petr Janoušek

OHLA ŽS, a.s.



- Absolvent Fakulty stavební VUT v Brně, obor Materiálové inženýrství
- Autorizovaný technik ČKAIT pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství, specializace stavby zdravotnětechnické
- Osvědčení pro výkon funkce Závodní dle § 3 zákona č. 61/1988 sb. písmena c), e), f), i).
- Od roku 2013 doposud zaměstnán u společnosti OHLA ŽS, a.s. na pozici Technik přípravy a poté na pozici Stavbyvedoucí na středisku Mikrotuneláže. Ve své praxi se zabývá zejména bezvýkopovými technologiemi, jako jsou berstlining, horizontální řízené vrtání, ručně kopané protlaky a šnekové vrtání. Za svou profesní kariéru realizoval velké množství projektů sanace nebo bezvýkopové pokládky trubních vedení v oblasti vodohospodářských, dopravních, energetických a plynárenských staveb.

Anotace přednášky

Berstlining je technologie sanace trubních vedení, která spočívá v jejich výměně za nové potrubí v původní trase a niveletě. Vzhledem k variabilitě technologie lze provádět berstlining trubních vedení z plastu, oceli, litiny, azbestocementu nebo jiného materiálu. Jako nově vtahované potrubí se používají zejména trubky z polyethylenu, polypropylenu, tvárné litiny nebo oceli. Základní princip spočívá v prostrčení tažných tyčí sanovaným potrubím a zatažení nového potrubí v původní trase a niveletě. Staré potrubí je současně se zatahováním nového potrubí rozdrčeno nebo rozříznuto a roztlačeno do okolní zeminy.

Výhodou této technologie je její variabilita, rychlost pokládky, šetrnost k okolí a omezení nepříznivých vlivů způsobených výstavbou.

Příspěvek do sborníku

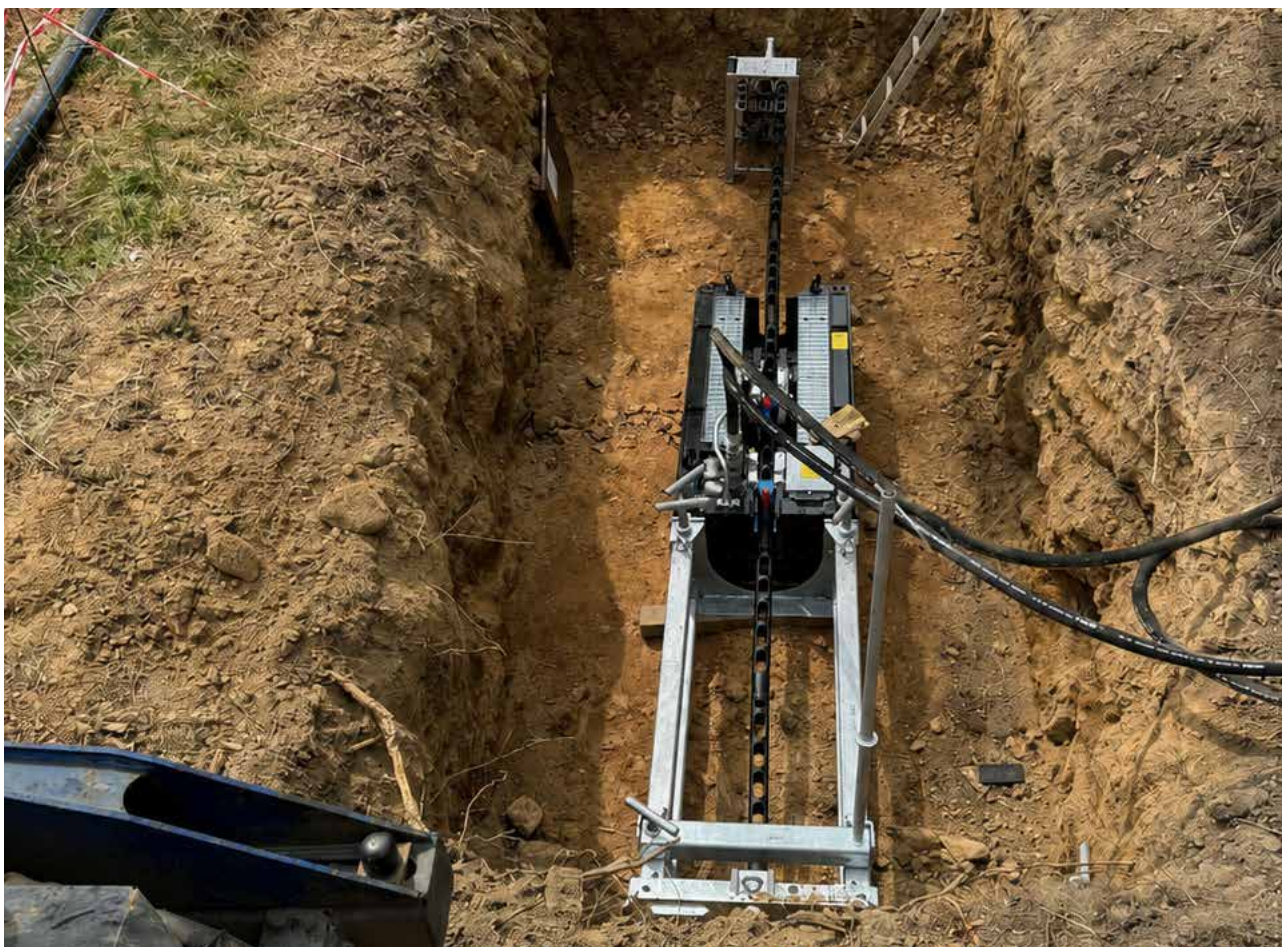
Grundoburst 1900G a 800G – reálné poznatky z praxe

Úvod

V loňském roce vstoupila společnost OHLA ŽS, a.s., na pole sanace trubních vedení metodou berstlining. Jako první jsme pořídili jeden z nejsilnějších strojů pro technologii berstlining, konkrétně Grundoburst 1900G (obrázek 1) od německého výrobce TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG. V letošním roce na jaře jsme od stejného výrobce navíc pořídili ještě jeden, menší stroj Grundoburst 800G (obrázek 2). S těmito stroji jsme doposud na dvou projektech provedli sanace vodovodního potrubí v délce zhruba 4 km. V rámci projektu Zkapacitnění vodovodního přivaděče Hranice – Lipník jsme zrealizovali výměnu cca 3 km azbestocementového potrubí DN 300 za potrubí z tvárné litiny DN 400. Součástí prací bylo i měření tahových sil zařízením Grundolog. Na projektu Rohozná – VDJ Nová Ves – rekonstrukce vodovodního přivaděče jsme provedli sanaci azbestocementového potrubí DN 150 novým potrubím PE 100 RC d225. V tomto příspěvku bych vás rád seznámil s praktickými poznatky z realizace těchto dvou projektů.



Obrázek 1: Grundoburst 1900G
(zdroj: fotoarchiv OHLA ŽS, a.s.)



Obrázek 2: Grundoburst 800G (zdroj: fotoarchiv OHLA ŽS, a.s.)

Základní popis technologie

Berstlining je bezvýkopová technologie sanace potrubí, která spočívá v zatažení nového potrubí v původní trase a niveletě potrubí starého. Používá se nejen ve vodohospodářských stavbách pro sanaci vodovodních přívaděčů a vodovodních řadů, ale také pro obnovu plynovodů a kanalizací.

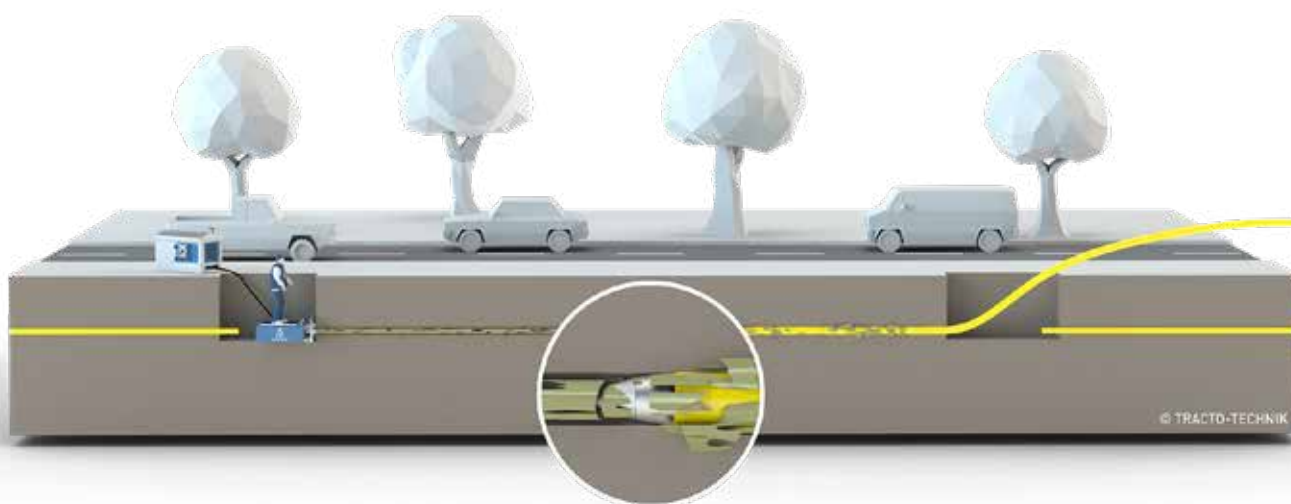
Vzhledem k variabilitě trhacích, řezných a rozšiřovacích hlav lze provádět berstlining trubních vedení z plastu, oceli, litiny, azbestocementu nebo jiného materiálu. Jako nově vtahované potrubí se používají zejména trubky z polyetylenu, polypropylenu, tvárné litiny nebo oceli.

Rozměr starého a nového zatahovaného potrubí je dán hlavně technickými parametry stroje, který je na stavbu nasazen. Hlavním parametrem je maximální tahová síla použitého stroje. Náš silnější stroj, tedy Grundoburst 1900G, dokáže vyvinout maximální tahovou sílu až 190 t. Maximální vnější rozměr nově vtahovaného potrubí, které dokáže zatáhnout, je až 900 mm. Oba stroje nepoužívají tyče se závitovými spoji, ale se speciálně vyvinutými zámky (obrázek 3). Jejich spojování a hlavně rozpojování je tedy mnohem jednodušší, než je tomu u tyčí se závitovým spojem.



Obrázek 3: Tažné tyče – Grundoburst 800G (zdroj: katalog Tracto-technik GmbH & Co. KG)

Pro realizaci jednoho úseku, který může být v závislosti na počtu tyčí, geologie a průměru potrubí dlouhý i více než 150 m, stačí pouze vykopat dvě montážní jámy (obrázek 4). V jedné je osazena lafeta s hydraulickými písty (startovací jáma). Z této jámy se prostrčí tažné tyče starým potrubím až do druhé montážní jámy (cílová jáma). V té se k tažným tyčím zapojí sestava trhacích nebo řezných hlav a vtažovací hlava, k níž je připojeno vtažované potrubí. Tato sestava je zatahována do startovací jámy a staré potrubí je současně rozřezáváno nebo roztrháno a roztlačováno do okolní zeminy.



Obrázek 4: Schéma provádění berstliningu (zdroj: katalog Tracto-technik GmbH & Co. KG)



Obrázek 5: Trhací a rozšiřovací hlava (zdroj: fotoarchiv OHLA ŽS, a.s.)

Konkrétní sestava trhacích nebo řezných hlav je určována vždy pro jednotlivé realizace na základě rozměrů a materiálů starých sanovaných a nových vtažovaných trub. Na obrázku 5 je vidět sestavu trhací hlavy na azbestocementové potrubí DN 300 a rozšiřovací hlavu rozměru 600 mm po dokončení jednoho z úseků zatahování potrubí z tvárné litiny DN 400.

Vtažované potrubí je ideální spojit v celé délce na povrchu ještě před jeho vtažením, což je možné zejména u potrubí z plastu nebo oceli. U litinového potrubí, kde se vtažuje potrubí s jištěnými hrdlovými spoji, je nutné potrubí spojovat po jednom spoji přímo v cílové jámě, což je časově náročnější. Z praxe ale máme vyzkoušeno, že s pětičlennou posádkou jsme schopni za hodinu zatáhnout až 10 trub z tvárné litiny v dimenzi DN 400.

Důkladná příprava – základ úspěchu

Předpokladem pro zdárné provedení sanace metodou berstliningu je důkladná projektová a realizační příprava.



Obrázek 6: Křížení plynu s berstliningem (zdroj: fotoarchiv OHLA ŽS, a.s.)

Co je třeba znát:

- 1) V první řadě musíme znát materiál a dimenzi starého potrubí určeného k sanaci. Již v projektové fázi přípravy je ale také nutné zjistit co nejvíce informací o umístění armatur (vzdušníky, kalníky, sekční šoupata a jiné), o jednotlivých opravách potrubí, o délkách přímých úseků potrubí a o směrových a výškových lomech trasy.
- 2) I když je sanace prováděna ve stejné trase a niveletě, je nutné znát i polohu dalších dotčených sítí, aby nemohlo dojít k jejich poškození roztlačováním zeminy.
- 3) Je třeba vědět, jaký druh potrubí bude na samotnou sanaci používán. S tím souvisí také to, zda investor požaduje měření tahových sil na potrubí. Zejména při použití litinových trub je tento požadavek již v zadávací dokumentaci projektu.

Na základě těchto informací je pak projektant schopen naplánovat umístění montážních jam, staveništních komunikací a délky jednotlivých úseků.

V realizační fázi přípravy, kdy už se pohybujeme přímo v místě stavby, jsou provedeny další nutné přípravné práce. Pokud nejsou k dispozici kamerové průzkumy z projekční fáze, musí se provést a vyhodnotit před osazením stroje do startovací šachty. Ty nám dokáží ukázat nesrovnalosti mezi předpokladem projektanta a realitou. Například právě při kamerovém průzkumu, kdy probíhalo i trasování stávajícího potrubí v rámci stavby Hranice – Lipník, jsme zjistili, že reálná trasa potrubí se

od trasy zakreslené v dostupné projektové dokumentaci v úseku zhruba 300 m lišila až o 50 m. Pokud by tento průzkum nebyl proveden a my realizovali tyto úseky „naslepo“, pravděpodobně by došlo k poškození stávajícího provozovaného vodovodního potrubí DN 200, které se ve dvou místech blížilo k naší trase až na zhruba 3 m.

Před zahájením sanace jednotlivých úseků je na sanovaném potrubí nutné vyřezat veškeré armatury a opravné kusy a také vytyčit a nasondovat veškeré dotčené inženýrské sítě. Opět z vlastní zkušenosti víme, že i jeden opravný kus potrubí (WAGA spojka DN 300) dokáže při zatahování způsobit velké problémy. Tyto opravné kusy jsou velice pevné a při zatahování trub se je většinou nepovede roztrhnout nebo rozříznout. V podstatě zůstanou navléknuté jako prstenec na tažných tyčích před trhací nebo řeznou hlavou a výrazně zvyšují odpor při zatahování. Během zatahování trub ale obsluha stroje nemá jak zjistit, že s potrubím táhne i WAGA spojku nebo armaturu. Jediným varováním může být nárůst tlaků na pístech lafety. Ten ale může být způsoben lokální změnou geologie, kořeny stromů nebo jinou překážkou. Shodou okolností v tomto konkrétním případě křížil naši trasu i plynovod (obrázek 6) průměru cca 400 mm, který byl před zahájením realizace nasondován, aby nedošlo k jeho poškození. Vzhledem k tomu, že tento opravný kus se vyskytoval ještě před touto sondou, bylo možné ho zde odstranit.



Obrázek 7: Porušený masiv opěry před lafetou (zdroj: fotoarchiv OHLA ŽS, a.s.)

Před samotnou realizací je také vhodné vyslechnout i pamětníky, kteří byli osobně při různých udržovacích pracích na potrubí. Některé opravy potrubí nebo třeba i kalníky, vzdušníky a jiné armatury nemusí být v archivní projektové dokumentaci zaznamenány zcela přesně podle skutečného stavu nebo nemusí být zaznamenány vůbec. Právě při realizaci jednoho z úseků se nám stalo, že bez jakéhokoli zjevného důvodu náhle vzrostl tlak na pístech. Po konzultaci s pracovníky provozního oddělení vlastníka jsme zjistili, že se v místě nachází zapomenutý již nefunkční vzdušník, který ale v projektové dokumentaci nebyl zakreslen.

V rámci realizační přípravy je velmi důležitá také příprava montážní [startovací] jámy, ve které má být umístěn stroj. Stěna jámy, o kterou se opírá rozlišovací plech lafety, musí být svislá a kolmá k ose sanovaného potrubí. Tato stěna přenáší veškeré síly od lafety a jakákoli odchylka ve svislosti nebo kolmosti vede k tomu, že se zeminový blok před lafetou poruší. V takovém případě může dojít k pohybu lafety v jámě do boku [poruší se jen jedna strana opěrného masivu] nebo může lafeta z jámy „vyjždět“ nahoru [v případě, že je porušena celá plocha opěrného masivu (viz obrázek 7)]. Jako opěru pro stroj lze použít také stěnu ze zaberaněných štětovic, a to v případě, že by masiv zeminy v místě opěry nepřenese tahové síly. To může být způsobeno například podmáčením zeminy, nesoudržnou zeminou [písky, štěrky] nebo nízkým nadložím sanovaného potrubí.

S čím jsme se setkali a co nás překvapilo

Při provádění prací metodou berstlining jsme se setkali s řadou komplikací, které bylo nutné operativně řešit.

Cenné poznatky nám přineslo zejména měření tahových sil působících přímo na vtahované potrubí a vyhodnocení grafů z těchto měření. Měření je prováděno pomocí zařízení Grundolog, kdy měřicí zařízení je zapojeno v koloně mezi rozšiřovací hlavu a vtahovací hlavu.

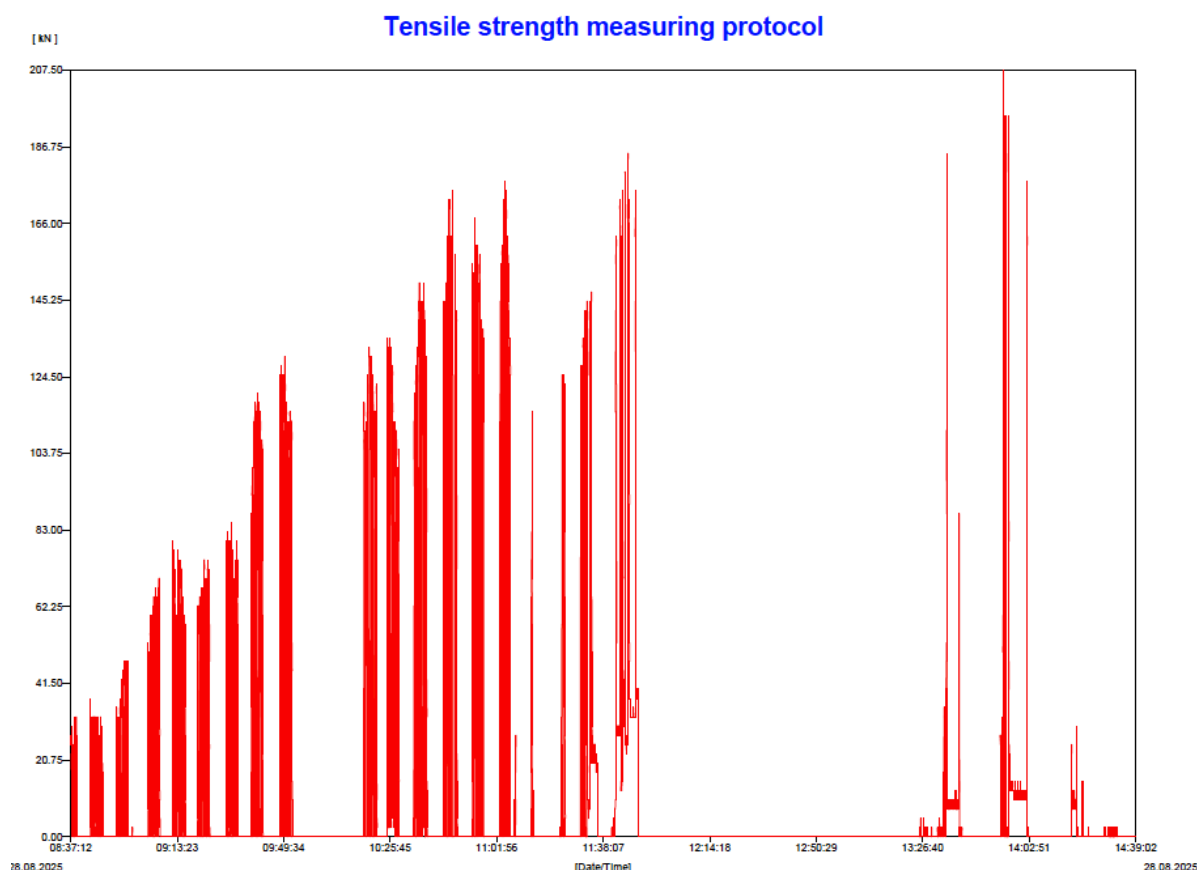
Souběžně se sledováním tahových sil jsme také schopni sledovat tlak na pístech, kterým celou kolonu včetně trub táhneme. Zde je právě velice zajímavé srovnání, jak spolu vlastně souvisí tahové síly působící na potrubí a tahové síly působící na celou kolonu. Jelikož známe průměr pístu a tlak v systému, jsme schopni jednoduchým výpočtem zjistit tahovou sílu, kterou působíme na celou kolonu. Grundoburst 1900G dokáže vyvinout tahovou sílu 190 t, což odpovídá tlaku na pístech 250 barů (viz tabulka 1). Otázkou tedy je, jakou sílu „vezme“ rozrušení stávajícího potrubí a roztlačení zeminy a jaká síla se přenáší jako tah do vtahovaného potrubí. Bohužel jediná hodnota, kterou lze sledovat přímo při provádění berstliningu, je právě tlak na pístech, tedy celková tahová síla. Data z měření tahu jsou k dispozici až po ukončení daného úseku.

OHLA ŽS, a.s.
Turanka 1554/115b
627 00 Brno

Software &
Hardware



www.tracto-technik.de



Obrázek 8: Protokol ze zařízení Grundolog (zdroj: archiv OHLA ŽS, a.s.)

**Tabulka 1: Vztah tlaku na pístech
a tahové síly**

Tlak [bar]	Tahová síla [t]	Tlak [bar]	Tahová síla [t]
50	38,8	160	124,0
60	46,5	170	131,8
70	54,3	180	139,5
80	62,0	190	147,2
90	69,8	200	155,0
100	77,5	210	162,8
110	85,3	220	170,5
120	93,0	230	178,2
130	100,8	240	186,0
140	108,5	250	190,0
150	116,2		

Jak jsem již zmínil, na stavbě v Lipníku jsme místo původní azbestocementové trubky DN 300 zatahovali novou trubku DN 400 z tvárné litiny. Zde byla výrobcem potrubí povolena maximální tahová síla 65 t. Investor požadoval jejich kontinuální měření a doložení protokolu (obrázek 8).

V jednom úseku jsme měli maximální tlakovou sílu na pístech okolo 120 barů, což odpovídá celkové tahové síle 93 t. Po načtení dat z Grundologu jsme zjistili, že maximální tahová síla přenášená na potrubí byla ale jen cca 21 t. To znamená, že celých 72 t síly bylo vynaloženo na roztržení starého potrubí a hlavně roztlačení okolní zeminy. Tento úsek jsme nakonec museli přerušit. Stalo se právě to, o čem jsem psal výše. Opěrná stěna startovací jámy se tlakem zcela rozrušila a stroj začal postupně vyjíždět z jámy. Nejprve jsme si mysleli, že jsme narazili na nějakou

překážku [obetonovaná armatura] nebo opravný kus. Po odkopání jsme ovšem ale žádnou překážku nenašli. Jediným problémem v tomto místě bylo to, že jsme právě projížděli pod částí zahrady, kde byly vzrostlé stromy a keře. Tento porost ze zeminy zcela „vytáhl“ vodu a ta byla tak tvrdá, že i bagr měl velké problémy kolonu vykopat. Nutno dodat, že na tomto úseku se vyskytovaly jílovité zeminy.

Naopak v jiném úseku jsme měli na pístech maximální tlak kolem 130 barů (takže téměř stejná hodnota jako v předchozím případě). Po načtení dat jsme ale zjistili, že tahová síla na potrubí byla 51 t (více než dvakrát vyšší než předchozí případ). Realizace tohoto úseku probíhala v nesoudržných vrstvách zvodnělých štěrků. Tyto vrstvy se po projetí kolony hlav sesypávaly a postupně svíraly vtahované potrubí.

Při provádění jiného úseku se stalo, že po zatažení čtyř trub náhle vzrostl tlak na pístech z dosavadních cca 70 barů na hodnoty až kolem 150 barů. To bylo způsobeno tím, že trasa procházela pod vzrostlým stromem, jehož kořenový systém obrostl stávající potrubí a kolonu hlav zcela zablokoval. Tahové síly na potrubí v tomto úseku byly asi jen 26 t. Po odstranění stromu a kořenů jsme pokračovali s realizací prováděného úseku, přičemž tlaky na pístech se vrátily na původní hodnoty okolo 70 barů.

Je tedy jasné, že mezi tlakem na pístech (tedy skutečná síla, kterou táhneme celou kolonu) a tahovou silou, která působí přímo na potrubí, je určitá závislost. Do této závislosti ale vstupuje jedna velmi důležitá proměnná, kterou je geologická skladba daného úseku. Nikdy tedy nejde s jistotou říci, že pokud na pístech naměříme určitou hodnotu tlaku, odpovídá to přesně dané tahové síle, která je přenášena do vtahovaného potrubí. Pro přesné určení tahových sil, které působí na vtahované potrubí, je vždy nutné použít měřicí zařízení.

Dalším velkým tématem je také to, jak probíhá samotné zatahování trub a co se děje s okolní zeminou. Je potřeba počítat s tím, že při zatahování se zemina roztlačí do všech směrů. Při zatahování trub menších rozměrů není na povrchu znatelná žádná deformace nebo poruchy. Naopak při zatahování tak velkých trub, jako je DN 400, kdy jsme museli použít rozšiřovací hlavu průměru 600 mm (litinové potrubí má přes hrdlo cca 550 mm), je dokonce v průběhu zatahování vidět, kde přesně se rozšiřovací kolona nachází. Na povrchu totiž vznikají nad vtahovaným potrubím viditelné trhliny. Dokonce v místech, kde úseky probíhaly v rostlém terénu s malým nadložím, tedy na loukách a polích, což byla naprostá většina prováděných prací v Lipníku, bylo patrné zvednutí terénu do výšky cca 10 až 15 cm.

Vzhledem k tomu, že při provádění berstliningu je zemina roztlačena do okolí, je nutno dbát zvýšené opatrnosti nejen při křížení stávajících sítí, ale i při jejich přiblížení k trase prováděné sanace. Při zatahování litinových trub DN 400, kdy největší použitá rozšiřovací hlava měla průměr 600 mm, je oblast, kterou bezprostředně ovlivníme roztlačením, až 2 metry od osy vtahovaného potrubí. Proto je již ve fázi přípravy nutné vytyčit veškeré stávající inženýrské sítě, které mohou být prováděním berstliningu dotčeny. Veškerá křížení nebo souběhy sítí s trasou berstliningu musejí být odkopány tak, aby bylo možno průběh zatahování přímo vizuálně kontrolovat. Při zatahování trub menších rozměrů (cca do 200 mm) postačí sonda o rozměrech cca 1 × 1 m, ale při zatahování trub větších rozměrů je již potřeba počítat s tím, že tato sonda bude rozměrů až 3 × 3 m.

Závěrem

Nespornou výhodou technologie berstlining je minimalizace výkopových prací oproti pokládce do otevřeného výkopu. S tímto souvisí také minimalizace dopravní zátěže, snížení hluku a vibrací od hutnění, ale také úspora materiálu. To všechno má konečný vliv na cenu díla, která je ve většině případů při výběru nejvhodnější technologie pokládky, respektive sanace inženýrských sítí, rozhodujícím faktorem.

Cena díla ale nemůže být jediným faktorem, na jehož základě se investor rozhoduje. Dalším velmi důležitým faktorem je i rychlost výstavby. Za předpokladu, že jsou vhodně připraveny startovací a cílové jámy, jsme schopni za týden zatahnout cca 300–400 m litinových trub DN 400. U menších profilů se týdenní výkon může pohybovat někde kolem 600–700 m.

Technologie berstliningu má samozřejmě i svá úskalí a rizika a není použitelná všude. Tato rizika je však možné ve fázi projektové a realizační přípravy eliminovat. Proto je nutné, aby i investoři a projektanti byli obeznámeni s možnostmi a limity této technologie a byli schopni zvolit správnou technologii realizace.

Každopádně doufám, že investoři a projektanti si projekty vhodné pro berstlining najdou a že OHLA ŽS, respektive středisko Mikrotuneláže, se může těšit na další zajímavé realizace.

PROTLAKY DN 800 POD ŽST Kladno CHRÁNIČKY PRO HORKOVOD BD STROMOVKA

Ing. Marek Varga

Subterra a.s.

Vystudoval jsem na Žilinské univerzitě v Žilině, obor Provoz a ekonomika železniční dopravy. Od roku 2004 jsem byl zaměstnán u vícero stavebních firem v ČR, kde jsem se zabýval převážně technologiemi řízených protlaků, výstavbou kanalizačních a vodovodních sítí a také hornickou činností. Od roku 2024 působím v společnosti Subterra a.s. jako Vedoucí projektu podzemních staveb.



Anotace přednášky

Horkovod BD Stromovka – chráničky DN 800

V prostoru žst. Kladno byly v prvním pololetí roku 2026 provedeny dvě souběžné chráničky pro napojení nově budovaného horkovodu pod hlavní žst. Kladno. V rámci tohoto díla provedla firma Subterra a.s. formou mikrotuneláže DN 800 dvě souběžné chráničky délky 2 x 81 m. Ke kritickým patřila zejména místa s možnou kolizí s ostatními inženýrskými sítěmi a souběžně uloženým kabelem VN 22kV.

Změna realizace ražeb v původně plánovaném termínu umožnila dodržet lhůtu bez potřeby výluky tratí a eliminovala zásah do hlavní železniční stanice Kladno a bez potřeby realizace šachty pro kompenzační smyčku horkovodu uprostřed mezi kolejemi.

Příspěvek do sborníku

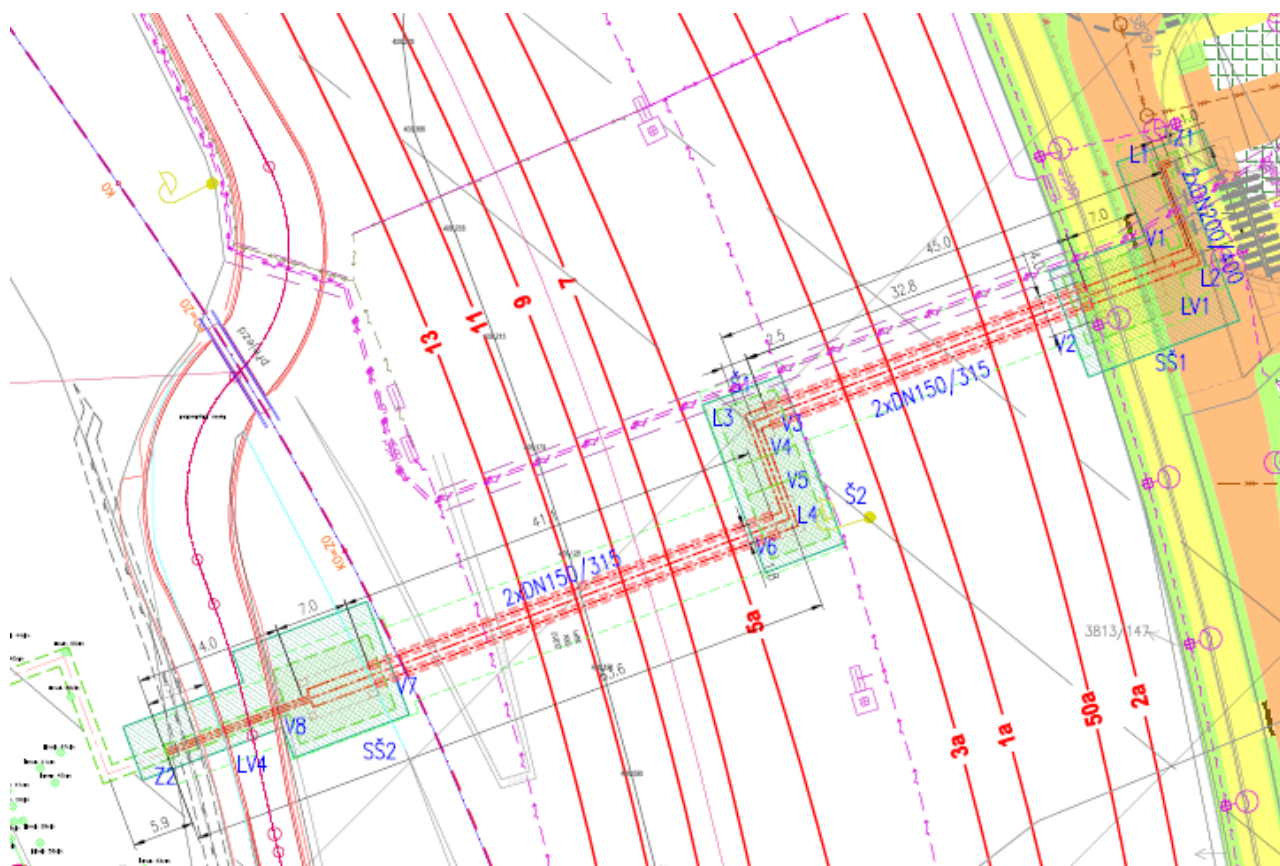
Protlaký DN 800 pod žst. Kladno pro horkovod BD Stromovka

Úvod

Železniční stanice Kladno jako významná rozvojová a dopravní infrastruktura čelí specifickým požadavkům pro rozvoj sítě pro novou výstavbu. Po rekonstrukci vlastní žst. Hlavní nádraží Kladno byla zahájena výstavba nové obytné čtvrti Stromovka

v její bezprostřední blízkosti. Součástí rozvoje inženýrských sítí je také napojení na trasu horkovodu. Jelikož se napojovací bod horkovodu nachází na opačné straně nádraží, bylo potřeba provést jeho propojení pod celým zhlavím železniční stanice.





Obr.1 – původní řešení protlaků s kompenzační šachtou uprostřed zhlaví žst. (AFRY)

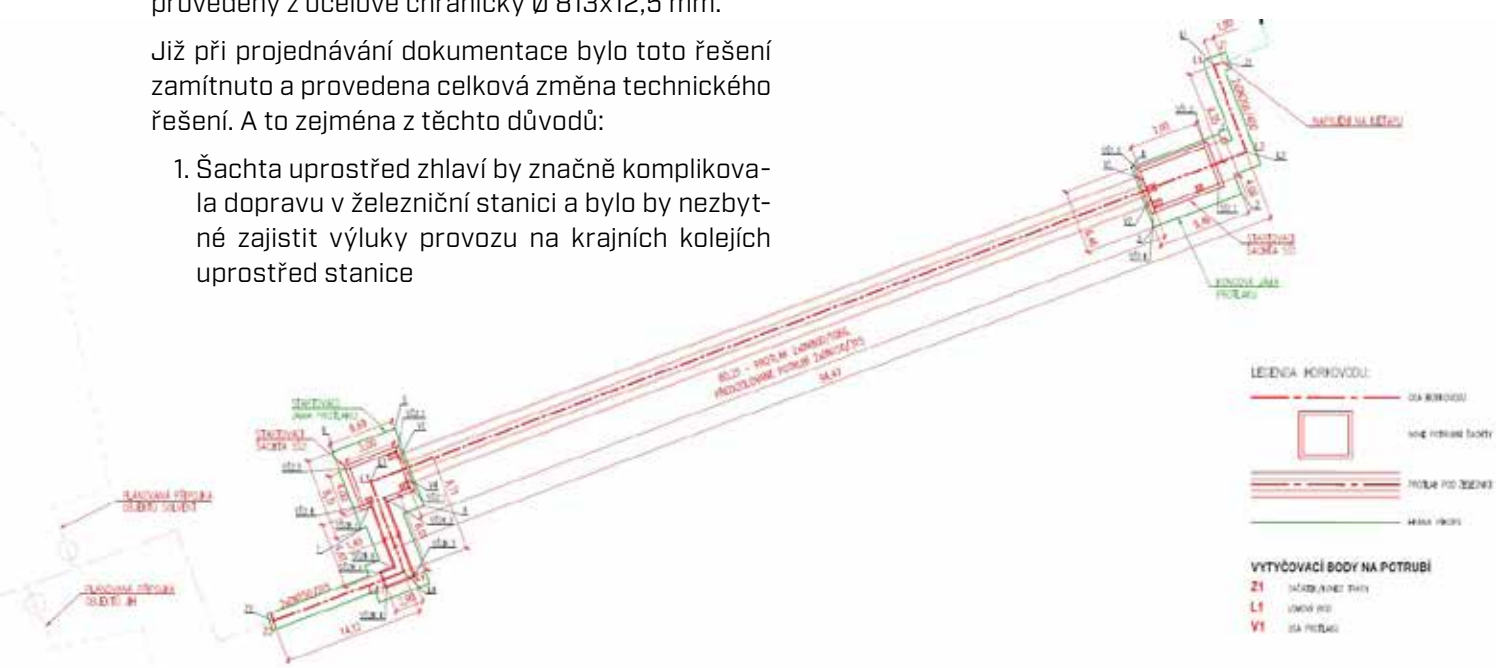
Původní řešení provedení protlaků

Původní řešení propojení počítalo s rozdělením protlaků na dva úseky, přičemž uprostřed zhlaví by se nacházela šachta, která by současně sloužila jako kompenzační smyčka horkovodu. Protlaků měly být provedeny z ocelové chráničky $\varnothing 813 \times 12,5$ mm.

Již při projednávání dokumentace bylo toto řešení zamítnuto a provedena celková změna technického řešení. A to zejména z těchto důvodů:

1. Šachta uprostřed zhlaví by značně komplikovala dopravu v železniční stanici a bylo by nezbytné zajistit výluky provozu na krajních kolejích uprostřed stanice

2. Značné navýšení finančních nákladů výstavby – cena výluky a výstavba středové šachty
3. Náročná koordinace se souběžně probíhající stavbou parkoviště P+R a časové nároky na dokončení napojení na původní horkovod.



Obr.2 – nové technické řešení protlaků (AFRY)



Obr. 3 - stroj typu Herrenknecht AVN800 HR (Hard Rock)



Obr. 3 – Zahájení ražby 1 úseku (foto Subterra)

Proto zástupci investora – TEPO s.r.o., Kladno, a projektant stavby – firma AFRY CZ s.r.o., prověřili novou variantu technického řešení. Kompenzační šachta byla umístěna na trase blíže k BD Stromovka a byla současně navržena jako startovací šachta protlaku dvou paralelních chrániček pod celou šířkou zhlaví železniční stanice. Viz obr 2.

Protože nová délka chrániček – 80,25 m nebyla vhodná pro původní řešení protlaku s využitím ocelového potrubí, přistoupili projektanti také ke změně materiálu chrániček – nově navrhli betonové potrubí DN 800 (OD1100). Ze stejného důvodu bylo nezbytné provést i změnu technologie a použít k ražbě mikrotunelovací metodu pomocí stroje Herrenknecht typ AVN800 HR (hardrock).

Popis technologie

Mikrotunelování bylo zvoleno jako efektivní a šetrný způsob, jak uložit podzemní potrubí bez nutnosti rozsáhlého výkopu. Tímto způsobem je možné protlačovat potrubí až do průměru 4 m. Technologie je vhodná zejména v tvrdších horninách, kde by bylo potřeba použít trhacích prací. Mikrotunelování zaručuje minimální zásah do povrchu, přesné vedení potrubí a je vhodné zejména do měst a složitých terénů. Na této stavbě byly vyraženy dva souběžné úseky o souhrnné délce 162 m.

Jedná se o dálkově řízenou, jednostupňovou metodu, kterou se zatlačují tlačné trouby – produktové nebo chráničky – pomocí plně mechanizovaného razicího stroje se současným úplným odtěhováním zeminy a s neustálou oporou čelby.

Trouby se umísťují postupně za razicí stroj a jsou zatlačovány tlačným zařízením ve startovací jámě

pomocí tlačných sil, případně ještě s využitím mezitlačných stanic.

Zaměření budované trasy se děje průběžně pomocí laserového paprsku nebo gyroskopem či vodní váhou. Přizpůsobování směru ražby zajišťuje hydraulické ovládání řídicí hlavy.

Dnes se využívá mikrotunelování s výplachovým odtěžením, které je nejuniverzálnější z pohledu různorodé geologie. Odtěžená zemina se od čelby odvádí hydraulicky pomocí transportního média do separačního zařízení (např. usazovací nádrže, případně i síta, cyklóny apod.), kde se separuje od výplachové suspenze.

Popis geologie

V lokalitě byl proveden před zahájením prací inženýrsko-geologický (IG) průzkum.

Předpokládané IG poměry trasy uvedené v projektové dokumentaci jsou následující: navážky, jíly s příměsí štěrku, slínovce (pevnost R3, R4 a R5).

Trasa ražeb měla probíhat převážně ve slínovcích R4 – R3. Výskyt hladiny podzemní vody se v předmětných hloubkách nepředpokládal.

Použitá potrubí

Při výstavbě protlaku pod žst. Kladno bylo použito železobetonové potrubí DN 800 výrobce HABA-Beton (Německo).

Spojení trub DN 800 zajišťuje polodrážka a pryžovým těsněním (dřík) na jednom konci a pero na druhém. Čelo polodrážky trouby je opatřeno dřevotřískovým mezikružím pro přenášení tlačných sil a speciálním nerezovým límcem. Vnější průměr trub je 1100 mm, vnitřní průměr 800 mm, délka trub 3000 mm.



Obr. 4 – prorážka 1.úseku (foto Subterra)

Popis realizace

Projekt představuje úspěšnou aplikaci kombinace klasických a bezvýkopových stavebních metod v prostředí s vysokými nároky na bezpečnost a plynulost provozu. Technické řešení respektovalo komplexní infrastrukturu železniční stanice a splnilo požadavky na kapacitní i provozní úroveň a nulovým omezením železničního provozu.

Ražba prvního úseku mezi šachtami Š1 - Š2 v délce 81 m byla pro realizační tým velkou výzvou. Vzhledem k pozdějšímu dodání komponentů stroje od firmy Herrenknecht, byla ražba zahájena o 7 dní později. Stavba i přesto musela být dokončena do 20. 7. 2026 z důvodu potřeby včasného dobudování cílové šachty tak, aby bylo možné dokončit vedlejší zakázku parkoviště P+R do termínu 30. 8. 2026.

Přestože byl původní harmonogram ražby navržen na zcela jiné podmínky, byla výstavba oproti původnímu plánu zpožděna pouze o jeden den. Rychlost ražby se v prvním úseku pohybovala v závislosti na tvrdosti horniny mezi 28-43 mm/min.

Z důvodu nutného zrychlení postupu výstavby přistoupil investor k variantě vybudování definitivy cílové šachty v souběhu s ražbou. Prorážka prvního úseku tedy proběhla do finální šachty určené pro napojení nově budovaného horkovodu.

Celková doba ražby prvního úseku byla 9 dní, což představuje rychlost ražby zhruba 9 m/den. V průběhu ražby prvního úseku byla provedena 2x výměna bentonitové výplachové směsi v separační jednotce.

Za 5 dnů od prorážky byl razicí štít přestěhován zpátky do startovací šachty a byla zahájena ražba druhého souběžného úseku. Ve stejném časovém horizontu byl provedený i druhý úsek chráničky.

Následně byla také upravena délka potrubí v cílové a startovací šachtě na projektovanou délku 80,25 m. Předání hotového díla investorovi tedy proběhlo zhruba o 4 dny dříve, než byl původní předpoklad.



Obr. 5 – prorážka 2 úseku chráničky (foto Subterra)

Závěr:

Projekt představuje úspěšné využití mikrotunelování v prostředí s extrémními technickými, bezpečnostními a provozními nároky. Představuje možnost realizace bez nutnosti zásahu do železniční infrastruktury a provedení výkopů. Umožnil zachování plynulosti dopravy a provozu železnice a také úspěšnou koordinaci 2 samostatných projektů - výstavby horkovodu a parkoviště P+R.

BEZPILOTNÉ PROSTRIEDKY V SPRÁVE KANALIZÁCIÍ - INŠPEKCIE, VYTYČOVANIE A MONITORING

Matúš Sura

Terradron s.r.o.

Matúš Sura je zakladateľ a CEO spoločnosti Terradron s.r.o., ktorá sa špecializuje na profesionálne využitie bezpilotných technológií v priemysle a správe infraštruktúry. Spoločnosť patrí medzi prvé v strednej Európe, ktoré zaviedli inšpekcie uzavretých priestorov pomocou interiérových dronov. Dlhodobu sa venuje implementácii moderných technológií do správy podzemnej infraštruktúry, digitálnej dokumentácii a využitiu 3D dát pri plánovaní údržby a obnovy technických zariadení.



Anotace přednášky

Prednáška predstaví praktické možnosti využitia bezpilotných technológií pri inšpekcii, digitalizácii a správe kanalizačnej infraštruktúry. Na príkladoch z reálnych projektov ukáže využitie dronov pri monitoringu kanalizačných zberačov, možnosti kombinácie vizuálnej inšpekcie s LiDAR skenovaním a tvorbou 3D dokumentácie. Dôraz bude kladený na praktické skúsenosti a na využitie získaných dát pri hodnotení technického stavu, plánovaní údržby a správe kanalizačnej infraštruktúry.

užitie získaných dát pri hodnotení technického stavu, plánovaní údržby a správe kanalizačnej infraštruktúry.

Příspěvek do sborníku

Inšpekcia a digitalizácia kanalizačnej infraštruktúry pomocou bezpilotných technológií

JUDr. Matúš Sura, CEO, Terradron s.r.o.

Bezpilotné systémy umožňujú pri inšpekcii kanalizačnej infraštruktúry kombinovať rýchly pohyb kontrolovaným priestorom s paralelným zberom vizuálnych a priestorových dát. Výsledkom tak nie je iba obrazový záznam, ale dátový podklad využiteľný pri hodnotení technického stavu, plánovaní údržby a aktualizácii technickej dokumentácie.

Spoločnosť Terradron poskytuje službu inšpekcie a digitalizácie kanalizačnej infraštruktúry od roku 2023. Rozsah realizovaných inšpekcií presahuje 100 km kanalizačných zberačov na Slovensku, v Českej republike a Poľsku. Služba zahŕňa prípravu realizácie, zber vizuálnych a LiDAR dát, ich spracovanie a odovzdanie výslednej dokumentácie prevádzkovateľovi.

Používané bezpilotné systémy zaznamenávajú 4K obrazový záznam a súčasne geometriu okolitého priestoru pomocou LiDAR skenera. Kombinácia oboch dátových vrstiev umožňuje pracovať nielen s obrazom konkrétneho miesta, ale aj s jeho polohou v rámci kontrolovaného úseku.

Príprava a realizácia inšpekcie

Príprava začína v rámci predletovej prípravy analýzou dostupnej technickej a výkresovej dokumentácie. Vyhodnocuje sa priebeh kontrolovaného úseku, poloha prístupových objektov a ďalšie údaje relevantné pre plánovanie realizácie. Na základe podkladov sa pripraví predbežný postup inšpekcie a rozdelenie úseku na jednotlivé lety.

Rozsah a presnosť vstupných podkladov sa v praxi líšia, preto sa rozhodujúce prevádzkové podmienky overujú priamo na lokalite. Pred realizáciou sa preveria prístupové body, aktuálny stav kontrolovaného úseku a podmienky bezpečného nasadenia bezpilotného systému. Podľa reálneho stavu sa následne upresní postup jednotlivých letov.

Ak je požadovaným výstupom priestorovo orientovaná dokumentácia, príprava môže zahŕňať aj geodetické zameranie kontrolných bodov. Tie umožňujú následné umiestnenie priestorových dát do požadovaného súradnicového systému a ich ďalšie využitie spolu s GIS, CAD alebo projektovými podkladmi.



Obr. 1 – Bezpilotný systém pripravený na nasadenie do kanalizačného zberača

Po príprave pracoviska je bezpilotný systém nasadený cez existujúci prístupový bod. Operátor riadi let z povrchu a priebeh inšpekcie sleduje v reálnom čase. Počas letu sa súčasne zaznamenáva 4K video a LiDAR dáta. Systém využíva vlastné osvetlenie a nie je závislý od externého zdroja svetla.

Schopnosť letu je pri tomto type inšpekcie zásadnou technologickou výhodou. Systém sa pohybuje bez káblového vedenia a bez kontaktu s dnom, čo umožňuje plynulý zber dát aj v úsekoch, kde môže byť pohyb pozemných zariadení obmedzený sedimentmi, lokálnymi prekážkami alebo aktuálnym prevádzkovým stavom.

Po dokončení jedného úseku sa tím presunie k ďalšiemu prístupovému bodu. Denný výkon závisí od charakteru objektu, dostupnosti prístupových bodov, prevádzkových podmienok a požadovaných výstupov. V priaznivých podmienkach možno počas jedného pracovného dňa realizovať inšpekciu a digitalizáciu úsekov v rozsahu stoviek metrov až jednotiek kilometrov.

Významnou prevádzkovou výhodou je možnosť vykonávať inšpekciu počas štandardnej prevádzky zberača. Ak podmienky umožňujú bezpečný let, nie je potrebné kontrolovaný úsek odstavovať iba na účely inšpekcie. Minimalizuje sa tak zásah do prevádzky siete a čas potrebný na realizáciu.

Súčasne sa znižuje potreba vstupu pracovníkov do kontrolovaného úseku. Operátor a ostatní členovia tímu zostávajú počas letu na povrchu a potrebné vizuálne a priestorové údaje sa získavajú bez pohybu

pracovníka spolu so snímacou technikou v kontrolovanom priestore.

Spracovanie dát a výsledná dokumentácia

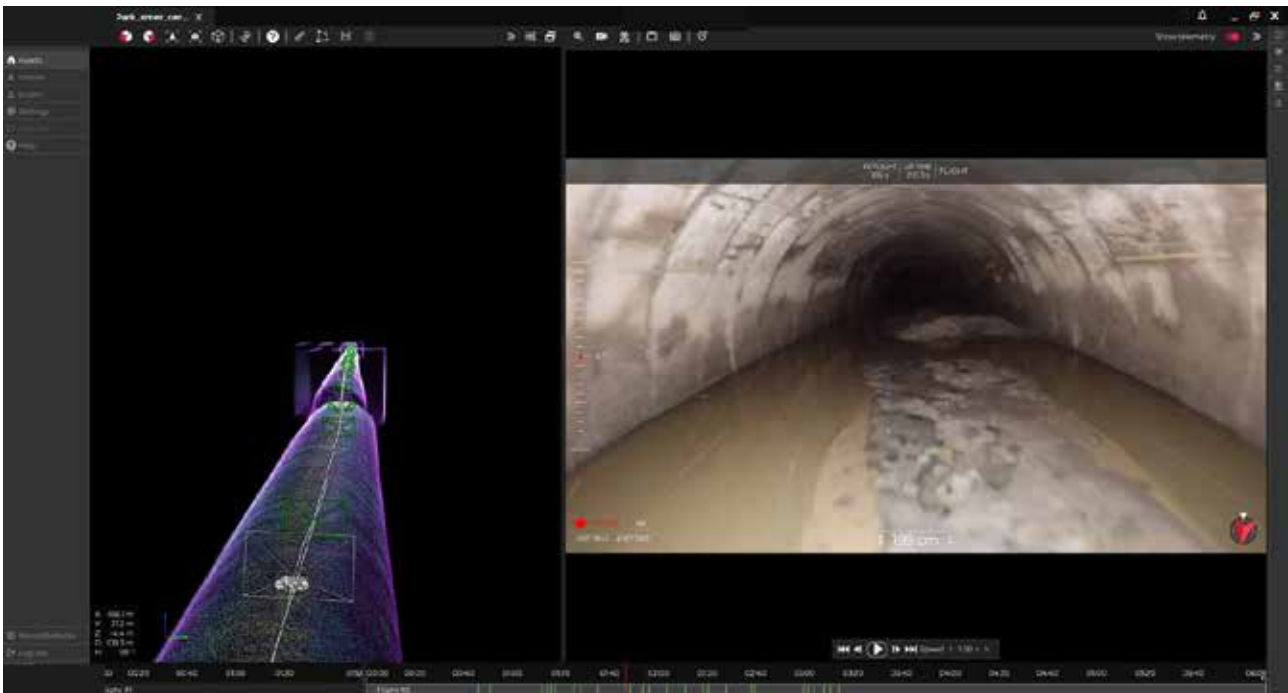
Po terénnom zbere nasleduje spracovanie LiDAR dát s cieľom vytvoriť ucelenú a technicky použiteľnú priestorovú dokumentáciu.

Priestorová rekonštrukcia je založená na SLAM spracovaní. Následne prebieha filtrácia, kontrola a registrácia jednotlivých datasetov. Pri rozsiahlejších realizáciách sa mračná bodov z jednotlivých letov spájajú do spoločného modelu. Ak boli použité geodeticky zamerané kontrolné body, výsledné dáta možno transformovať do zvoleného súradnicového systému.

Výsledkom môže byť georeferencované 3D mračno bodov doplnené o trajektóriu letu a obrazový záznam. Vizuálne dáta možno synchronizovať s polohou dronu v modeli, čím vzniká priama väzba medzi obrazovou informáciou a jej priestorovou lokalizáciou.

Pri vyhodnocovaní je možné spätne prechádzať medzi vizuálnym záznamom a 3D dokumentáciou konkrétneho miesta. Podľa charakteru zistenia možno v mračne bodov vykonávať merania, určovať rozsah nálezů alebo dokumentovať jeho priestorovú väzbu na ďalšie prvky infraštruktúry.

Pri realizovaných projektoch sa týmto spôsobom dokumentujú napríklad sedimenty a nánosy, stav napojení a prípojok, poruchy ostenia, lokálne poškodenia konštrukcie alebo ďalšie vizuálne identifikovateľné zmeny. Priestorové dáta dopĺňajú vizuálny



Obr. 2 – Zobrazenie kanalizačného zberača spolu s LiDAR mračnom bodov a trajektóriou letu

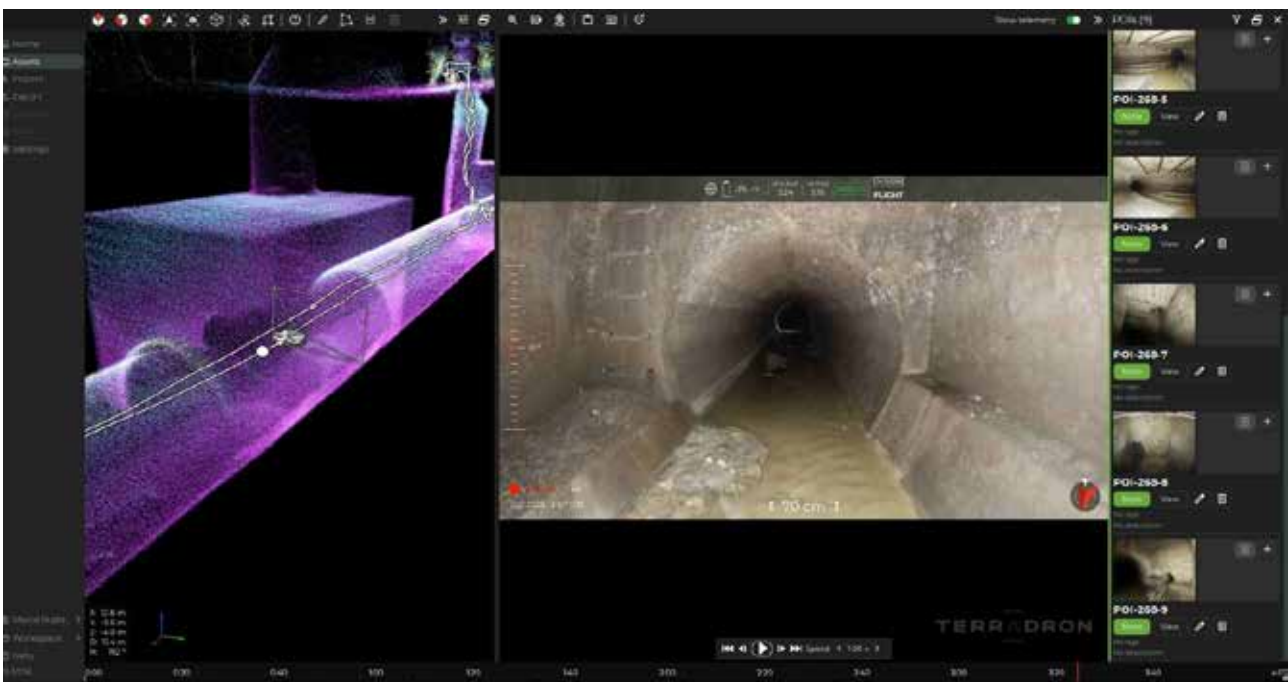
nález o geometrickú informáciu a podľa charakteru prípadu umožňujú aj jeho kvantifikáciu.

Samostatným výstupom môže byť dokumentácia existujúcej geometrie objektu. Ak je historická dokumentácia neúplná alebo sa skutočné vyhotovenie od dostupných podkladov líši, LiDAR model môže slúžiť ako podklad pre aktualizáciu technickej dokumentácie, projektovanie alebo prípravu opráv a rekonštrukcií.

Výstupy možno ďalej využívať v GIS, CAD alebo BIM prostredí. Priestorovo lokalizované dáta sa tak môžu stať súčasťou existujúceho systému správy majetku, nie iba samostatným výsledkom jednej inšpekcie.

Praktické skúsenosti a využitie dát pri údržbe

Doterajšie realizácie ukazujú, že hlavnou prevádzkovou výhodou bezpilotnej inšpekcie je kombiná-



Obr. 3 – Ukážka spracovania výstupov v spracovateľskom softvéri: LiDAR mračno bodov, trajektória letu, 4K obrazový záznam a body záujmu (POI)

cia rýchlosti, bezpečnosti a rozsahu získaných dát. Možnosť dokumentovať súvislé úseky pri minimálnom obmedzení prevádzky vytvára priestor na systematickejšiu kontrolu kanalizačnej infraštruktúry.

Pri reaktívnom modeli údržby je diagnostika spravidla vyvolaná známym problémom alebo poruchou. Inšpekcia následne slúži na lokalizáciu príčiny, určenie rozsahu poškodenia a návrh ďalšieho postupu.

Možnosť realizovať kontrolu rýchlo a bez potreby odstavenia však umožňuje posun aj do preventívnej roviny. Kontrolou súvislých úsekov možno identifikovať zmeny, ktoré zatiaľ nemajú bezprostredný prevádzkový prejav, a podľa zisteného stavu určovať priority ďalšej diagnostiky, čistenia, opráv alebo obnovy.

Osobitný význam má opakovaný zber dát. Prvá inšpekcia vytvorí referenčný stav objektu. Pri ďalšej kontrole možno sledovať vývoj konkrétnych nálezov, zmenu geometrie alebo rozsahu poškodenia.

Takýto časový rad je jedným zo základných predpokladov dátovo podporovanej prediktívnej údržby. Predikcia nevychádza zo samotného použitia bezpilotného systému, ale z opakovateľných a porovnateľných údajov o vývoji technického stavu. Výhodou bezpilotnej technológie je schopnosť tieto údaje získavať efektívne a s minimálnym zásahom do prevádzky.

Hodnota obrazového záznamu zároveň rastie, ak je konkrétny nález priamo previazaný s jeho polohou v 3D modeli. Pri opakovaných realizáciách možno následne porovnávať vizuálny aj priestorový stav toho istého miesta.

Viac ako 100 km realizovaných inšpekcií na Slovensku, v Českej republike a Poľsku zároveň potvrdzuje, že realizácia musí byť vždy prispôbena konkrétnemu objektu a prevádzkovým podmienkam. Bezpilotná inšpekcia preto nie je univerzálnou náhradou ostatných diagnostických metód, ale ďalším nástrojom, ktorý možno zaradiť podľa typu objektu, požadovaného výstupu a konkrétnej technickej úlohy.

Z pohľadu poskytovateľa služby je rozhodujúci celý pracovný reťazec – od vyhodnotenia dostupnej dokumentácie a prípravy realizácie cez samotný let a zber dát až po ich spracovanie, interpretáciu a odovzdanie prevádzkovateľovi.

Praktickým výsledkom je možnosť v relatívne krátkom čase získať detailný vizuálny záznam a priestorovú dokumentáciu kontrolovaného úseku, realizovať práce s minimálnym zásahom do prevádzky a výsledné dáta ďalej využívať pri hodnotení technického stavu, plánovaní údržby a správe kanalizačnej infraštruktúry.

JUDr. Matúš Sura | CEO, Terradron s.r.o. | Kostiviarska cesta 4,
974 01 Banská Bystrica, Slovenská republika
matus@terradron.sk | +421910 866 822 | www.terradron.sk

REKONSTRUKCE PŘIVADĚČE PITNÉ VODY KOUTY NAD DESNOU - ŠUMPERK

Ing. Radim Jirout, MBA, LL.M.

Šumperská provozní vodohospodářská společnost, a.s.

Ing. Radim Jirout, MBA, LL.M. ekonom a vrcholový manažer s více než 30letou praxí. Je absolventem Technické univerzity v Liberci, oboru ekonomika a řízení. Vzdělání si následně rozšířil o postgraduální manažerské studium MBA se zaměřením na strategické řízení, ekonomiku a motivaci, následně pak i o obchodní právo. Své bohaté zkušenosti nesbíral pouze v oblasti vodního hospodářství, ale i strojírenství, automotive a chemické výrobě. Od roku 2008 zastává funkci generálního ředitele Šumperské provozní vodohospodářské společnosti, a.s., kam nastoupil v roce 2006 na pozici finančního ředitele. Dlouhodobě se zabývá otázkami spojenými s ekonomikou a efektivitou provozu, dlouhodobou udržitelností systému.



JUDr. Mgr. Martin Budiš

Vodohospodářská zařízení Šumperk, a.s.

JUDr. Mgr. Martin Budiš je český právník a manažer působící v oblasti vodního hospodářství. Od roku 2015 zastává funkci výkonného ředitele společnosti Vodohospodářská zařízení Šumperk, a.s., která spravuje a rozvíjí vodovodní a kanalizační infrastrukturu na území Šumperska. Podílel se mimo jiné na akvizici provozní společnosti ŠPVS v roce 2020 a následně se stal předsedou její dozorčí rady. Je absolventem Právnické fakulty Masarykovy univerzity a dlouhodobě se věnuje také veřejné správě. Působí jako zastupitel a radní města Mohelnice a angažuje se rovněž v oblasti ochrany životního prostředí a regionálního rozvoje. Ve své profesní činnosti se zaměřuje na modernizaci vodohospodářské infrastruktury, realizaci investičních projektů a zajištění dlouhodobě udržitelného rozvoje vodárenských služeb v regionu.



Příspěvek do sborníku [Prezentace]

Obnova přivaděče DN 400 z ÚV Kouty nad Desnou do Šumperka aneb, jak

metoda „close-fit“ splnila naše očekávání efektivního postupu obnovy přivaděče.

Ing. Radim Jirout, MBA, LL.M.
Generální ředitel ŠPVS, a.s.

JUDr. Martin Budiš
Výkonný ředitel VHZ Šumperk, a.s.

NO-DIG 2026 15.9.2026 Mikulov



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



Jedním z největších vodovodních systémů VHZ ve správě společnosti ŠPVS je skupinový vodovod Šumperk.

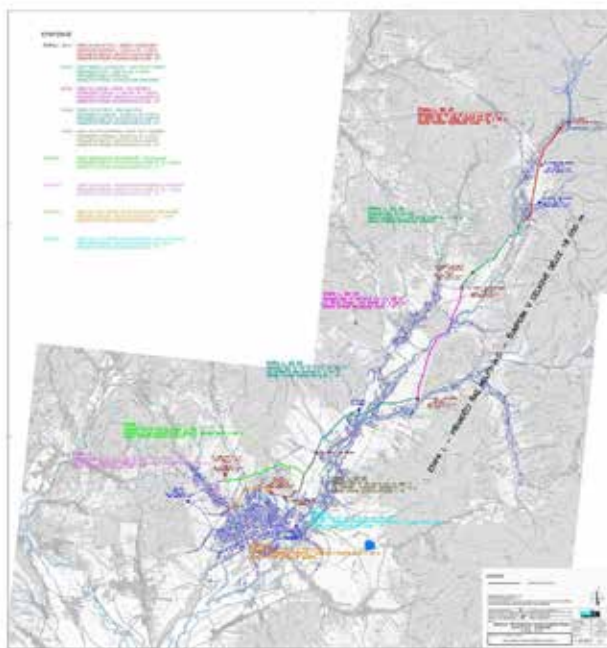
V rámci své sítě zásobuje pitnou vodou četné obce v oblasti řeky Desné (Loučná nad Desnou, Kouty nad Desnou, Velké Losiny, Sobotín, Petrov nad Desnou, Vikýřovice), město Šumperk a Bludov.

Tento skupinový vodovod je zásobován ze tří zdrojů – povrchová voda se odebírá z vodního toku Hučivá Desná v Jeseníkách, podzemní voda z vrtů na prameništi Rapotín a z vrtů na prameništi Luže u Šumperka.

Zásadní roli v zásobování skupinového vodovodu pitnou vodou ovšem zastává **zdroj povrchové vody na řece Hučivá Desná**, která je upravována na Úpravě vody v Koutech nad Desnou a odtud je následně přivaděčem DN 400 transportována k zásobovaným obcím a městům.



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



Úpravna vody v Koutech nad Desnou byla generálně opravena v roce 2008.

Ocelový přivaděč o délce cca 25 km z roku 1976 byl ovšem vzhledem ke svému stáří na hranici životnosti a byl stále více vystavován negativním účinkům koroze.

Problémy se zvýšenou koncentrací železa se i přes veškerou snahu a časté odkalování potrubí prohlubovaly řadu let. Jedinou efektivní a také ekonomickou únosnou variantou ke snížení druhotného zaželeznění pitné vody v přivaděči byla aplikace přípravku inhibitorů koroze ocelového potrubí.

Tento postup se však v roce 2020 stal problematickým optikou posouzení orgánu Krajské hygienické stanice v Olomouci, který další aplikaci přípravku Metaqua K 50 L, určeného k inhibici koroze vodovodního potrubí povolil za podmínky okamžitého zahájení řešení obnovy vodovodního potrubí.

Od tohoto okamžiku bylo zřejmé, že společnost VHZ a ŠPVS čeká rozsáhlá a nákladná obnova bezmála 25 km přivaděče o dimenzi DN 400.



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



Výchozí podmínky - trasa přivaděče je vedena ve velmi komplikovaném, členitém terénu, v řadě případů v souběhu s VTL plynovodem, v souběhu s linkami VN, VVN. Je vedena v převážném rozsahu extravilánu obcí, místy zastavěnou částí obcí. Přivaděč pod úpravou vody kříží současně silnici I. třídy, železnici a následně nadzemním křížením s uložením do ocelové chráničky vodní tok Desná. Přivaděč dále na trase 3x kříží železnici, 10x vodní tok z toho 2x v nadzemní chráničce, 3x silnici I. třídy, 5x silnici III. třídy a několikrát místní komunikace a polní a lesní cesty. Na trase přivaděče se nachází 38 šachet (vzdušníkové, armaturní, šoupátkové, vodoměrné, pro napojení do chráničky, odkalovací v několika kombinacích), 18 kalosvodů a 2 hydranty.

S ohledem na rozsah a složitost prací bylo rozhodnuto o přípravě technicko-ekonomické studie proveditelnosti obnovy přivaděče.

Cílem studie bylo najít nejvhodnější technické řešení, technickou proveditelnost obnovy přivaděčů s ohledem na ekonomickou efektivitu, vodohospodářskou koncepci v zásobování pitnou vodou.

V průběhu zpracování studie byl proveden detailní průzkum tras, objektů (kalníků, vzdušníků, šoupátkových šachet, VDJ), seznámení s dochovanou projektovou dokumentací, výškopisné a polohopisné zaměření celé zájmové lokality, včetně zaměření vytyčené trasy přivaděčů.

Studie proveditelnosti byla zpracována jako podklad pro další rozhodování společnosti VHZ, jak postupovat s obnovou významných vodovodních přivaděčů a stala se tak nezastupitelným podkladem pro další projektovou přípravu investora VHZ.

Velkou přidanou hodnotu vlastní studie bylo provedení analýzy vhodné a proveditelné etapizace obnovy jednotlivých částí s ohledem na technické, provozní a finanční možnosti.



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



VÝSLEDEK ETAPIZACE ÚSEKŮ

➤ ETAPA I. – ÚV Kouty n/D – kuželové uzávěry

SO 01: 0,000 km – 3,750 km – od ÚV Kouty nad Desnou po zámek Loučná nad Desnou (řešená část předložené PD celého projektu)

SO 02: 3,750 km – 7,228 km – od zámku Loučná nad Desnou po VDJ Losiny

SO 03: 7,228 km – 11,562 km – od VDJ Losiny po VDJ Petrov ETAPA I

SO 04: 11,562 km – 15,932 km – od VDJ Petrov po SRO Rapotín ETAPA I

SO 05: 15,932 km – 18,050 km – od SRO Rapotín po Kuželové uzávěry

➤ ETAPA II. – přivaděč od odbočky za SRO Rapotín – VDJ Skalka

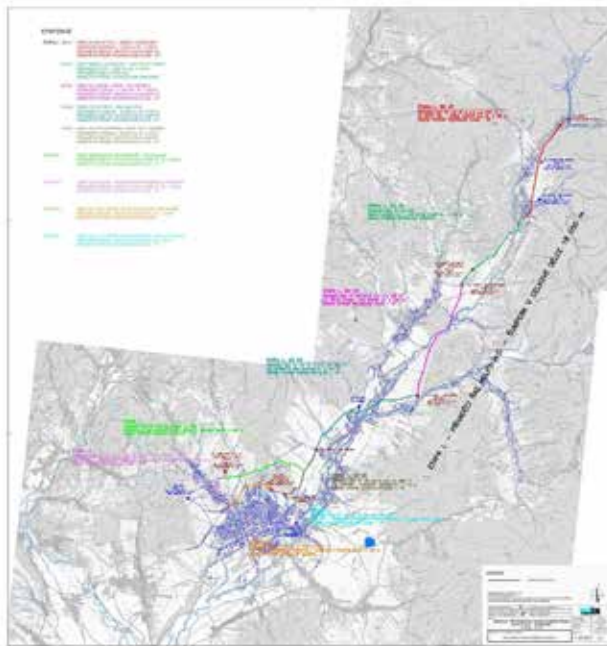
➤ ETAPA III. – přivaděč z VDJ Skalka – po křižovatku Temenická – Anglická

➤ ETAPA IV. – přivaděč z VDJ HTP – po křižovatku Temenická – Šumavská

➤ ETAPA V. – přivaděč z VDJ HTP – po křižovatku Vyhlička – Pod Vyhličkou



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



V obecné rovině lze konstatovat, že v dnešní době vybudovat zcela nový vodovodní řad, liniovou stavbu v nové trase je téměř nadlidský výkon, s ohledem zejména na nutnost projednání trasy s dotčenými orgány, organizacemi, vlastníky infrastruktury a hlavně s vlastníky dotčených pozemků.

V současné době technické řešení liniové stavby zabere cca 30 % času projektové dokumentace a 70 % času na přípravě projektu zabere samotné projednání, inženýrská činnost.

Zejména z těchto důvodů a důvodů časových bylo zřejmé, že se obnova povede ve stávajících trasách, niveletách a že bude nezbytně nutné využít stále více používaných bezvýkopových technologií.



Vodohospodářská zařízení
Sumperk a.s.



V návaznosti na provedenou analýzu došlo k rozhodnutí, že přívaděč bude až na jednu úsekovou výjimku obnovován nedestruktivní metodou **vtažení předdeformovaného potrubí z výroby**. 1 stavební objekt (ETAPA I, úsek SO 02) bude rekonstruován metodou **berstlining**, zatažení nového potrubí z tvárné litiny.

Metoda vtažení předdeformovaného potrubí z výroby - jedná se o samonosné potrubí z PE 100 RC, které je v rámci jeho výroby za tepla zdeformováno do tvaru C a navinuto na buben.

V rámci této technologie se předem určí úseky, dle morfologie terénu, dle lomů na trase, dle objektů apod. a rozpočítají se úseky pro zatahování. Tato technologie patří do skupiny Close – fit, tzn., že při realizaci daného úseku dojde k napaření celého úseku potrubí jeho uvedení do původního tvaru (PE 100 RC) má tvarovou paměť a potrubí vnějším lícem těsně přilne k vnitřnímu povrchu stávajícího potrubí, které musí být dokonale vyčištěno, prohlédnuto kamerou, protaženo kalibračním kusem, aby byla zajištěna expanze potrubí v celém profilu trubky.

Po napaření potrubí a jeho ochlazení se z potrubí stává samonosná trubka, která nevyžaduje spolupůsobení okolí. Výhodou této technologie je, že dokáže projít obloukem až do 20°, v závislosti na průměru potrubí, typu oblouku, tloušťce stěny.



Vodohospodářská zařízení
Sumperk a.s.



První část projektu „Obnova přiváděcích vodovodních řádů Kouty n. D. – Šumperk, etapa I., SO 01“, byl realizován v letech 2021 a 2022 a představoval pro nás zahajovací etapu v rámci celkové stavby obnovy přiváděcích vodovodních řádů vedoucích z Úpravny vody v Koutech nad Desnou do města Šumperk.

Cílem realizace první etapy projektu bylo obnovit bezmála 3800 m stávajícího velkokapacitního ocelového potrubí o dimenzi 400. Převážná část této první etapy obnovy vodovodního přiváděče byla provedena právě bezvýkopovou technologií předdeformovaného potrubí (technologie close – fit – těsně přiléhajícího potrubí), kdy do stávajícího ocelového potrubí DN 400, po jeho vyčištění, monitoringu bylo vtaženo nové z výroby předdeformované potrubí z PE 100 RC. V rámci vlastní realizace projektu bylo použito potrubí Compact Pipe DN415 výrobce WAVIN.

Tato první část projektu byla úspěšně dokončena v listopadu 2022. Praxe a praktické zkušenosti potvrdily, že v této nabízené a rozvíjené metodě byla nalezena cesta, jak efektivně provést obnovu velkokapacitního potrubí v oblasti s omezeným přístupem a zástavbou, kde by bylo jen velmi těžko proveditelné provádět obnovu potrubí klasickým výkopovým postupem. To vše pak velmi šetrně s ohledem na ekologii a charakter přírodně chráněného území a rovněž velmi přizpůsobivě ve vztahu k morfologii stávajícího ocelového potrubí, které zůstává dále jako součást nového plnohodnotného potrubí.



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



Společnost VHZ v roce 2025 zahájila již třetí fázi obnovy přiváděče, při níž používá metodu „close – fit“.

S ohledem na všechny věcné, finanční aj. aspekty se rok 2030 zdá být rokem, kdy by mohlo dojít ke splnění cíle obnovy potrubí v celé jeho délce. Odhadovaná celková částka obnovy přiváděče osciluje kolem částky 450 milionů Kč bez DPH. **Aktuálně máme obnoveny cca 17 km přiváděče.**

Společnosti VHZ se podařilo pro realizaci prvních dvou úseků Etapy I obnovy získat dotaci Ministerstva zemědělství ve výši cca 48 mil Kč. S obdobnou dotační podporou se pro následující etapy již nepočítalo, proto společnost VHZ financuje obnovu této části infrastruktury vlastními zdroji.



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



Metoda „close fit“ v praxi z pohledu zákona

§ 7 zákona o vodovodech a kanalizacích

Práva a povinnosti stavebníka, vlastníka a provozovatele při výstavbě, údržbě a provozování vodovodu nebo kanalizace

(1) Vlastník vodovodu nebo kanalizace je oprávněn za účelem kontroly, údržby nebo stavební úpravy vodovodu nebo kanalizace vstupovat a vjíždět na příjezdné, průjezdné a vodovodem nebo kanalizací přímo dotčené cizí pozemky, **a to způsobem, který co nejméně zatěžuje vlastníky těchto nemovitostí.** Stejně oprávnění má i provozovatel za účelem plnění povinností spojených s provozováním vodovodu nebo kanalizace.

(4) Práva podle odstavců 1 a 2 musí být vykonávána tak, aby bylo co nejméně zasahováno do práv vlastníků pozemků a staveb. Za tímto účelem je oprávněná osoba zejména povinna svůj vstup na cizí pozemek nebo stavbu jejímu vlastníku předem oznámit a po skončení prací pozemek nebo stavbu uvést do předchozího stavu, pokud se s vlastníkem nedohodne jinak. **Výkon tohoto práva musí být prováděn též tak, aby co nejméně omezoval osoby užívající pozemek nebo stavbu na základě smlouvy s vlastníkem pozemku nebo stavby a další osoby, které ji užívají s jeho souhlasem.**

Oprávnění vstupu na pozemek v souladu se zákonem.



Vodohospodářská zařízení
Šumperk a.s.



POTRUBÍ TYPU 3 Z MATERIÁLU PE100 RC S ODSTRANITELNOU OCHRANNOU VRSTVOU

Petr Novotný

výkonný ředitel a spolumajitel LUNA PLAST, a.s.

Anotace přednášky

Přednáška začne krátkým představením společnosti a dále bude pokračovat stručným popisem výrobních procesů, technologie a produktového portfolia. Zaměří se tak hlavně na poslední novinku, a to trubku pro vodu a kanalizaci MP PE100 RC MULTIRPOTECT - Typ 3 s odstranitelnou ochrannou vrstvou, její hlavní výhody, varianty pokládky a možnosti svařování. Na konci přednášky bude prostor pro případné dotazy.



Příspěvek do sborníku



Rodinná společnost LUNA PLAST, a. s., součást holdingu TPN MĚLNÍK HOLDING a. s., v roce 1994 začala vyrábět ochranné PE potrubí pro kabely a optické kabely. V současné době se zaměřuje na výrobu různých typů potrubí z vysokohustotního, středněhustotního a nízkohustotního PE pro tlakové rozvody pitné vody, tlakové a podtlakové kanalizační systémy, zavlažovací systémy a plyn, ochranné potrubí, povrchově předizolované potrubí, závitů na PE potrubí pro netlakové aplikace a také tepelná čerpadla.

Od svého založení firma prošla mnoha velkými změnami a rozvojem. V roce 2005 se například rozšířila o moderní laboratoř pro stanovení vlastností vyráběných PE potrubí. V rámci této činnosti proto nabízí stanovení odolnosti vnitřního přetlaku, termooxidační stability – DIT, tahových vlastností, indexu toku taveniny – MFI, podélného smrštění a frézování plastů dle příslušných norem. O 7 let později vznikla nová výrobní linka pro třívrstvé PEHD PE100 potrubí do průměru 110 mm. V roce 2016 renovovala výrobní linky na třívrstvé provedení do d 63 mm. Za další 2 roky přibyla nová skladovací hala na tvarovky a v roce 2022 i venkovní skladovací plocha o rozloze 7500 m². V roce 2023 byla vybudována hala č. 5. Došlo tak k instalaci a následnému zprovoznění nové výrobní linky, která dokáže jako jediná v Evropě vyrobit třívrstvé potrubí do rozměru až 1200 mm.

Přes 25 let výrobních zkušeností se daří společnosti zúročovat na větších i menších projektech napříč republikou i v zahraničí. Například při výstavbě po-

žárních i pitných vodovodů v průmyslových zónách CTP jako je třeba Žatec, Brno – venkov, Kadaň, Chrástany nebo v Plaveckém Štvtoku na Slovensku. V oblasti kanalizačních aplikací například projekt pro ČOV Brandýs nad Labem, vodovod v Kladně nebo v maďarském Gödu. Jedním ze zelených projektů, na kterém se společnost podílela, byla realizace plovoucích větrných elektráren Norsku.

LUNA PLAST, a. s. je vždy schopna dodat ucelený systém potrubí, včetně elektrotvarovek nebo tvarovek natupo, nabízí také služby svařování těmito tvarovkami vlastními kvalifikovanými zaměstnanci.

Poslední novinkou zavedenou v portfoliu výrobků je potrubí **MP PE100RC MULTIPROTECT**. Jedná se o tlakovou trubku pro pitnou vodu a kanalizaci s vnějším ochranným pláštěm konstrukce dle PAS1075 – TYP 3. Tento produkt společnost LUNA PLAST, a.s. vyvinula za spolupráce s Akademií věd ČR.

MP PE100RC MULTIPROTECT

s odstranitelným ochranným pláštěm



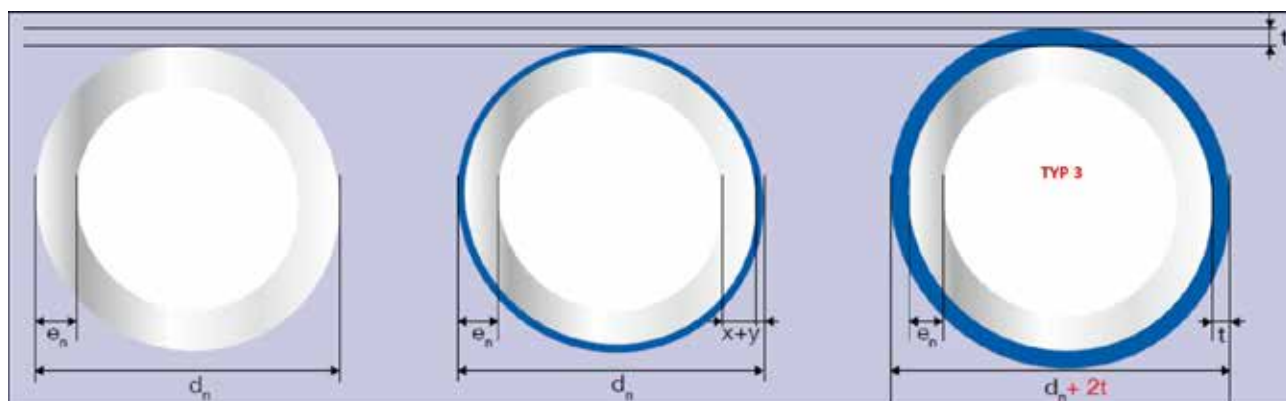
Klasifikace PAS1075 rozděluje RC trubky podle odolnosti proti poškození.

TYP 1 – plnostěnná trubka z PE100 RC z homogenního materiálu odolného proti šíření trhlin.

TYP 2 – koextrudovaná dvou nebo třívrstvá trubka, kde všechny vrstvy jsou z PE100 RC.

Vnější vrstva (barevná) má přibližně 10% tloušťky stěny.

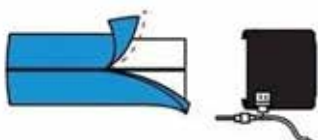
TYP 3 – základní tlaková trubka z materiálu PE100 RC a na ní je dodatečně nanesen samostatný ochranný plášť, který není s trubicí nijak svařen, lze jej tedy dle potřeby snadno mechanicky odstranit.



Tento typ [TYP 3] se vyznačuje extrémní odolností proti bodovému zatížení a pomalému šíření trhliny. Plášť eliminuje bodová zatížení ve výkopu a chrání před vrypy, které jsou u PE hlavní příčinou selhání. Typ 3 je určen pro všechny bezvýkopové metody pokládky, sanace a otevřené pokládky. Plášť má velmi tvrdý a hladký povrch a ulehčuje tak zatahování.

Při pokládce není nutné pískové lože ani obsyp, přičemž zrnitost obsypové zeminy je bez omezení – všechny třídy těžitelnosti hornin dle ČSN 736133 / ISO 14688-1, zatímco u trubek typu 1 nebo 2 je limit zrna 63 – 200 mm.

Trubky typu 3 je možné spojovat elektrospojkami, kdy se vrchní ochranná vrstva jednoduše mechanicky odstraní a svár proběhne na tlakové části.



Při svařování natupo je svařitelná základní trubka i plášť v jednom kroku.



Tento typ potrubí jako všechny ostatní typy vyráběné společností LUNA PLAST podléhají výrobním postupům a podmínkám dle platných norem, a to hlavně dle ČSN EN 12201. Firma je držitelem několika produktových certifikátů jako je PAS1075, ITC Zlín, DVGW, FM Global, jejichž pravidelné audity zajišťují prokazatelnou výši kvality vyráběných produktů.

Společnost LUNA PLAST, a.s. pořádá po domluvě pro své současné i budoucí zákazníky exkurze do areálu s možností vidět linky v provozu, včetně poslední nejnovější technologie – linky pro třívrstvé potrubí až do průměru 1200 mm. V plánu další výstavby a rozšiřování celého holdingu je projekt vybudování sportovního přístavu v sousedství areálu nebo stavbu nedaleké obytné zóny.

LUNA PLAST, a. s. je významným hráčem v oblasti polyethylenového potrubí a přináší inovativní řešení na evropský trh.

INSPEKČNÍ TECHNOLOGIE JAK SPRÁVNĚ ROZHODOVAT A CÍLIT INVESTICE PRO CHYTROU OBNOVU INFRASTRUKTURY

Luboš Bafrnec

Ředitel divize Smart Solutions

LK Technology, s.r.o



Ing. Luboš Bafrnec vystudoval VUT v Brně se zaměřením na telekomunikace. Již během studia začal pracovat v nadnárodní firmě zabývající se smart meteringem a obecně vodohospodářstvím.

Je manažerem zaměřeným na inovace a řešení, své zkušenosti si vybudoval za více než 20 let, a pomáhá soukromým a veřejným společnostem ve vodním sektoru.

V roce 2008 nastoupil do společnosti Sensus jako technik podpory prodeje a úspěšně se podílel nasazení několika Smart Metering projektů v celé ČR.

V roce 2012 nastoupil do globálního marketingového oddělení, kde získal podrobné zkušenosti ze všech fází návrhu, výroby a nasazení smart měřidel a budování Smart Cities na celém světě.

Je kvalifikovaným inženýrem a má další VŠ vzdělání v oboru management a finance. V současné době řídí oddělení Smart Solutions ve společnosti LK Technology a přináší pokročilé světové technologie do vodního hospodářství, jakými jsou například technologie SmartBall a PipeDiver.

Anotace přednášky

Zodpovědný přístup k údržbě potrubí je založen na myšlence udržování stávajícího vybavení, bez nutnosti jeho náhrady. Pochopením mechanismu zhoršování stavu konkrétního typu potrubí můžeme využít nákladově efektivní technologie k identifikaci a určení akutních problémů a pokročilých známek degradace.

Přednáška pojednává o kontrole potrubí technologií SmartBall a PipeDiver. Jedná se o nedestruktivní interní kontrolní systém, který shromažďuje data o stavu potrubí, zatímco je jeho provoz nepřerušen.

Po nasazení takovéto technologie bude mít vlastník/provozovatel potrubí kvalitní údaje o netěsnostech a plynových kapsách v potrubí, což umožní přijímání kvalifikovaných rozhodnutí. Identifikace úniků (malých, středních nebo velkých) přispívá k udržení dobrého stavu přenosové sítě. V potrubích katastrofickému selhání často předchází úniky. Kontrola a oprava netěsností pomůže snížit výpadky vodovodního potrubí, a také snížit nevratné ztráty vody. V případě technologie PipeDiver přesný odhad životnosti potrubí, identifikování slabých částí pro přesné zacílení investice. Celkově prodloužení životnosti potrubí na základě přesně naměřených dat.

Příspěvek do sborníku

Vodárenské společnosti po celém světě čelí výzvě nejen přesně měřit spotřebu vody a správně účtovat zákazníkům, ale také aktivně předcházet jejím ztrátám. Voda je cenným zdrojem, který je mnohými považován za samozřejmost, přesto však není dostupný pro velkou část světové populace. Úniky a havárie potrubí mohou pro vodárenské společnosti představovat významný problém.

Voda, která nepřináší výnosy (Non-Revenue Water – NRW), může mít různé podoby – od úniku, který vodárenská společnost po určitou dobu nezjistí, až po havárii potrubí, která způsobí rozsáhlé škody na infrastruktuře. V obou případech dochází ke ztrátě zdrojů a k nedostatečné ochraně vodních zásob. Přibližně jedna třetina vodárenských společností na celém světě uvádí, že v důsledku úniků dochází ke ztrátám více než 40 % pitné vody.

Schopnost přesně určit místo v distribuční síti, kde existuje potenciální únik nebo kde již k úniku dochází, je proto zásadní. Dokonce i v zemích, které vykazují velmi nízkou míru úniků, jako jsou například Nizozemsko nebo Japonsko, je nezbytné průběžně monitorovat a kontrolovat stav vodovodní sítě, pokud má být nízká úroveň úniků dlouhodobě zachována a současně udržena v ekonomicky přijatelných mezích.

Díky komplexnímu přístupu k řízení vodárenské infrastruktury mohou vodárenské společnosti kombinovat řadu vzájemně se doplňujících technologií. Vhodně zvolené analytické nástroje následně umožňují transformovat získaná a konsolidovaná data na prakticky využitelné informace. Na základě těchto informací lze přijímat konkrétní opatření, prodlužovat životnost kritické infrastruktury, zvyšovat provozní jistotu a snižovat kapitálové výdaje.

Posuzování stavu infrastruktury

Při rozhodování o tom, kterou infrastrukturu je nutné vyměnit, není samotný věk potrubí a historie poruch dostatečným podkladem pro kvalifikované rozhodování o kritických potrubních systémech. Diagnostické posouzení může vodárenským společnostem poskytnout přesná data o skutečném stavu podzemní infrastruktury a o pravděpodobnosti jejího selhání – jak v současnosti, tak v budoucnosti.

Program správy majetku [Asset Management], založený na skutečných údajích o technickém stavu infrastruktury, nikoli na předpokladech, představuje ověřený způsob, jak snižovat rizika, kontrolovat náklady a prodlužovat životnost potrubí a armatur.

Technologie PipeDiver a SmartBall

Žádná jiná technologie nedokáže v kombinaci s jednoduchostí nasazení nabídnout takovou úroveň rozlišení a přesnosti lokalizace jako platforma PipeDiver. Zařízení je schopno procházet potrubím i přes armatury umístěné přímo v potrubní trase, ostré oblouky a odbočky typu T. Díky tomu lze potrubí kontrolovat s minimálním nebo žádným omezením provozu.

Platforma PipeDiver je proto ideálním nástrojem pro kontrolu kritických vodovodních a kanalizačních potrubí, která není možné odstavit z provozu z důvodu nedostatečné redundance nebo provozních omezení. Zařízení lze do potrubí zavést i z něj vyjmout prostřednictvím stávajících přístupových a technologických prvků, čímž se minimalizuje rozsah potřebných stavebních prací.

Tato platforma poskytuje vodárenským společnostem komplexní přehled o stavu stěny potrubí prostřednictvím vysokorozlišovacích elektromagnetických nebo ultrazvukových dat. Senzory zařízení umožňují přesně lokalizovat a kvantifikovat úbytek tloušťky stěny u kovových potrubí, přetržené drátěné výztuže u předpjatých betonových potrubí a přetržené výztužné dráty a úbytek tloušťky válcové stěny u potrubí s drátěnou výztuží.

V závislosti na podmínkách v potrubí může palubní kamera zařízení rovněž pomoci lokalizovat vzduchové kapsy, usazeniny a nečistoty, výtokové objekty, trhliny a stopy koroze.

Výsledky jsou prezentovány v podobě mapových podkladů, které vodárenským společnostem umožňují získaná data názorně zobrazit a zasadit do prostorového kontextu. Dokumentace pro výkopové práce („dig sheets“) umožňuje přesně lokalizovat problematické úseky potrubí a provést cílené opravy.

Na základě údajů o stavu stěny potrubí lze vypočítat jeho strukturální odezvu na degradaci a předpovědět budoucí provozuschopnost. Tyto informace slouží jako podklad pro plánování investic a umožňují vytvořit obhajitelnou dlouhodobou strategii správy potrubní infrastruktury.

Doplňující platforma SmartBall je schopna přesně určit úniky již velikosti jako špendlíková hlavička, a to s přesností na pár cm. Dále potom vzduchové kapsy a přesné trasování potrubí do systému GIS.

Kombinace těchto dvou technologií nabídne kompletní pasportizaci zkoumaného potrubí v celé jeho délce.

Efektivní správa infrastruktury

Výměna podzemní infrastruktury pouze na základě jejího stáří je neefektivní a nákladná, protože značná část potrubí má stále významnou zbývající životnost. Data, technologie a odborné znalosti umožňují vodárenským společnostem stanovit priority investic a zaměřit finanční prostředky na potrubí, která je skutečně potřebují.

PipeDiver představuje špičkové řešení ve své kategorii, které využívá více než deset let zkušeností s inspekcí potrubí a umožňuje zjednodušit a zefektivnit sběr dat o stavu stěn potrubí. Informace o skutečném technickém stavu infrastruktury umožňují vodárenským společnostem cíleně řešit problémové úseky a snižovat riziko nebezpečných a nákladných poruch.

PARTNEŘI GOLFOVÉHO TURNAJE O PUTOVNÍ POHÁR NO-DIG CZSTT



KAREL FRANCZYK

VÁŽNÉ POŠKOZENÍ.

JEDNODUCHÁ OBNOVA.

Na míru, partnersky, udržitelně: SIMONA nabízí pro potřeby vodního a kanalizačního hospodářství bezvýkopové a ekologické způsoby pokládky s dlouhodobě odolnými potrubními systémy z PE a PP.

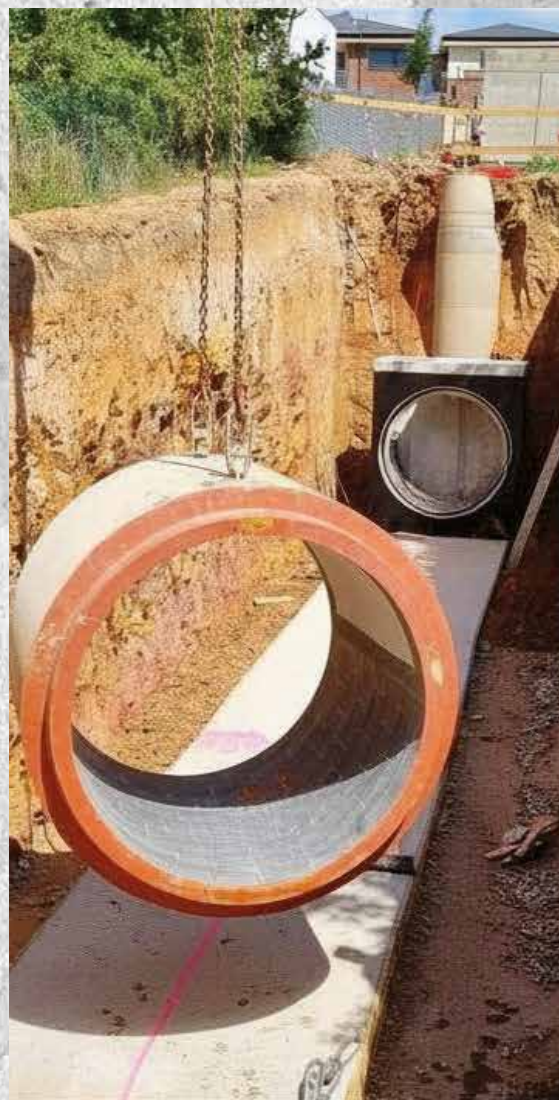
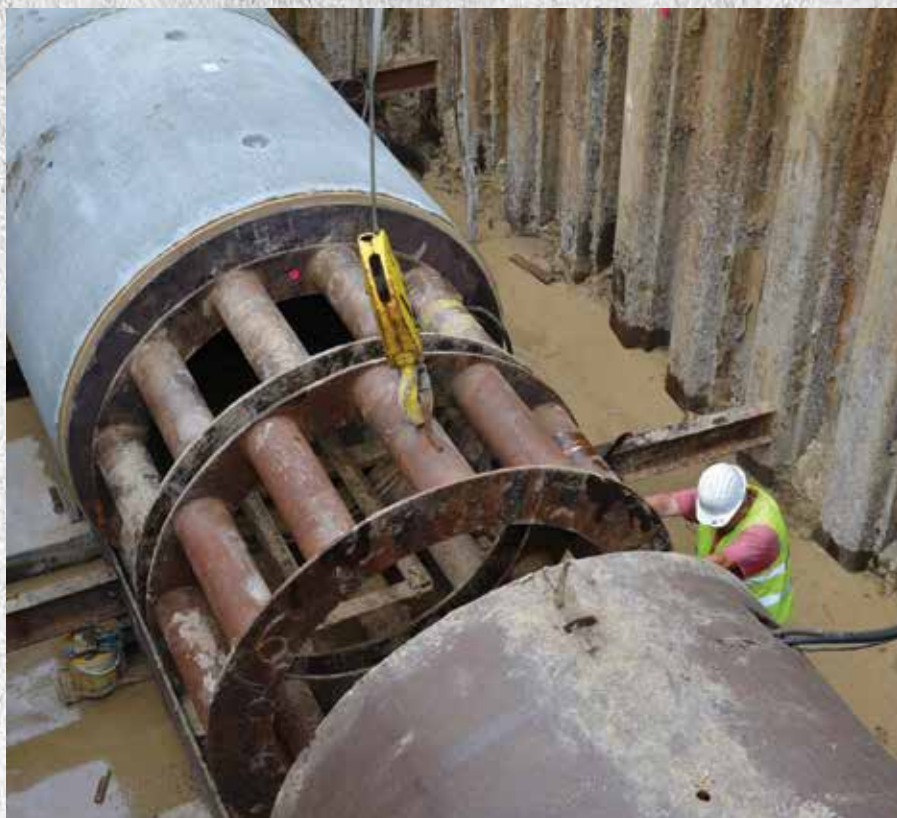


Více informací:
www.simona-cz.com



PREFA BRNO

...jsme tam, kde vy stavíte



**KOMPLEXNÍ ŘEŠENÍ
PRO VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY.**

WWW.PREFA.CZ



RAZÍME BUDOUCNOST POD ZEMÍ



www.bgbau.cz



info@bgbau.cz



+420 736 447 636

Když běžné čištění nestačí.
Nastupuje síla až **2 500 barů**



Robotické vysokotlaké čištění kanalizačního a vodárenského potrubí



2 500 barů



DN 70 - 1500



Robotické čištění



Příprava před sanací



Beton – kořeny- cementace – sanační vložka – injektáže - roxory



Ultravysokotlaký vodní tryskový robot
Bruno (profil vejec 933/1400)

Ultravysokotlaký vodní tryskový robot
Bruno mini (DN 600)

Ultravysokotlaký vodní tryskový robot
Brunhilde (DN 150)

Odstranění sanačních vložek

Díky speciální technologii vodního paprsku s maximálním tlakem až **2 500 barů** lze cíleně a efektivně odstranit vápno, beton, kořenové vrstvy, povlaky, vložky i cizí tělesa jako jsou ocelové kotvy a betonářská ocel. Čistíme běžné i **speciální profily** — kruhové, vejčité i pochůzné.

Robotické čištění vodovodních a kanalizačních řádů
Sanace vodovodních, kanalizačních a průmyslových řádů



+420 734 743 335



www.procleanix.cz



www.renovacepotrubí24.cz



www.procleanix.cz



www.renovacepotrubí24.cz



TECHNOLOGIE PIPE-IN LINER

sanace vodovodních potrubí

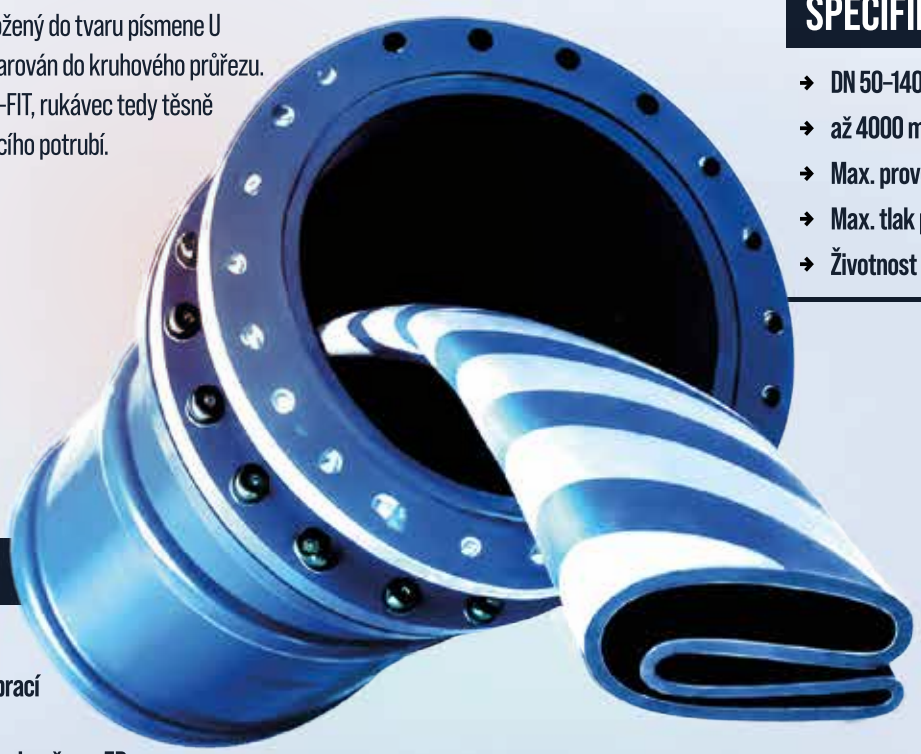
Sanační rukávec tvořený úpletem z vysokopevnostních polyesterových vláken, případně kevlarových vláken, který je z vnitřní i vnější strany chráněn nánosem z měkčeného polyetylénu.

Do potrubí se zatahuje složený do tvaru písmene U a tlakem vzduchu je natvarován do kruhového průřezu. Jedná se o metodu CLOSE-FIT, rukávec tedy těsně přiléhá ke stěnám stávajícího potrubí.



TECHNICKÁ SPECIFIKACE VLOŽKY

- DN 50-1400 mm
- až 4000 m / instalaci
- Max. provozní tlak 40 BAR
- Max. tlak při roztržení 120 BAR
- Životnost více než 50 let



VÝHODY

- + Vhodné pro shybky
- + Minimalizace výkopových prací
- + Použití do potrubí s ohyby až 45° nebo s ohyby 90° s poloměrem 5D
- + Vhodné pro potrubí pod mostními konstrukcemi
- + Bez využití chemické pryskyřice, vytvrzování, lepení
- + Odolné proti korozi

NÁVAZNOSTI PRACÍ

 Monitoring před čištěním	 Osazení přírub pro montáž potrubí	 Zařízení rukávce a nalisování koncových montážních přírub
 Mechanické čištění	 Zatažení rukávce	 Tlaková zkouška
 Monitoring po čištění	 Nafouknutí rukávce	 Montáž propoje a zprovoznění potrubí

TRASKO BVT

BEZVÝKOPOVÉ OPRAVY VODOVODŮ A KANALIZACÍ

Specialisté na bezvýkopové opravy vodovodů a kanalizací s mnohaletými zkušenostmi.



KANALIZACE

UV LINER

vložkování
kanalizace skelným
rukávem

17 km/rok

ČIŠTĚNÍ
A MONITORING

OPRAVY
NAPOJENÍ
PŘÍPOJEK

PASPORTIZACE

SANACE
KANALIZAČNÍCH
ŠACHET

LOKÁLNÍ
OPRAVY

TĚSNĚNÍ
NÁ TOKŮ
BALASTŮ

VODOVODY

PRIMUS LINE

Více než 6km

ZEMNÍ PROTLAKY

RELINING

www.traskobvt.cz



ELMOPLAST

Společnost ELMO-PLAST a.s. je česká, dynamicky se rozvíjející společnost s mnohaletými zkušenostmi s výrobou plastového vodovodního a kanalizačního potrubí včetně uceleného systému kabelovodů pro ochranu inženýrských sítí.

Ve vlastní moderní výrobě v České republice a Německu vyrábíme potrubní systémy z LDPE, HDPE, PP a PVC včetně tvarovek pod různými produktovými řadami.

Díky velkému množství skladovacích prostorů jsme schopni držet nejprodávanější průměry potrubí skladem po celý rok.

**Dodáváme
komplexní
systémy, které
vydrží přes sto
let!**



www.elmoplast.cz

talpa-rpf



ŘÍZENÉ PROTLAKY

- Řízené protlaky HDD
- Bezvýkopová výstavba vodovodů a kanalizací
- Protlačení kameninových trub
- Skalní vrtání
- Renovace potrubí metodou relining

www.talparpf.cz



TALPA - RPF, s.r.o., Holvekova 36, Ostrava



HECKL

Dodáváme kompletní řešení pro vodu, kanalizaci, plyn a vytápění.

- dodávky materiálu pro vodovody a kanalizace
- instalatérský a topenářský materiál
- výroba poklopů a zemních souprav
- koupelňová studia a sanita



služby a výrobky
nejvyšší kvality

www.heckl.cz

PRIMUS LINE® FLEXIBLE REHAB PIPE

Řešení podzemních výzev.

25^{YEARS}
QUALITY SINCE 2001



PRIMUS LINE

SAFE.RELIABLE.SUSTAINABLE.

www.primusline.com

pam
SAINT-GOBAIN

Protože voda
je vzácná

directional

**BEZVÝKOPOVÉ
TECHNOLOGIE
POKLÁDKY POTRUBÍ**



SAINT-GOBAIN

TECHNOMA
WWW.TECHNOMA.CZ

VŠE PRO VODOVODY A KANALIZACE

LITINOVÉ POTRUBÍ PRO PITNOU VODU

WWW.TRM.CZ



ibos®

**Dodavatel technologií pro monitorování,
údržbu a čištění kanalizačních sítí**



PROKASRO

BRAWO SYSTEMS

StoneAge

USB DÜSEN

Roberto Bruna

PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

Brandenburger

PICOTE
LIFE FOR PIPES

Hächler

VAFS

COVER
UP key

LATERAL
REPAIRS

RELINING
GROUP

WWW.IBOS.CZ

Pragnum Retain Pořádná retenční kapacita

ŘEŠENÍ PRO VODU A ENERGIE

PIPELIFE 



 **wienerberger**

OBNOVOVAT MÍSTO OPRAVOVAT UDRŽITELNĚ BEZ VÝKOPŮ **TRACTO.COM**

Díky technologii GRUNDOBURST od společnosti TRACTO lze poškozené potrubí rychle a šetrně obnovit ve stávající trase – a v případě potřeby s větším průměrem pro zvýšení kapacity.

Chcete se dozvědět více o udržitelných řešeních pro spolehlivou infrastrukturu? Rádi osobně poradíme při plánování i efektivní realizaci sanačních projektů.

Váš partner TRACTO pro ČR:
INTERGLOBAL DUO s.r.o.

www.interglobal.cz
zemniprotlaky@interglobal.cz
+420 602685880

ADVANCED TRENCHLESS TECHNOLOGY

TRACTO.COM

 **line control**



ZA ÚSPĚŠNÝM PROJEKTEM HLEDEJ SPRÁVNÉ NÁSTROJE

Nové elektrické

NANOe



AŽ 4 HODINY
práce na nabití



PRO PRŮMĚRY
DN 70 až DN 100



OVLÁDÁNÍ POMOCÍ
JOYSTICKŮ

VYZKOUŠEJTE DEMO



www.linecontrol.cz

KASI



šachtové poklapy
vtokové mříže
betonové prvky
speciální řešení

KASI

moderní poklapy
tichý provoz
český původ



KASI, spol. s r.o.
Chrudimská 1602, Přelouč 535 01, tel.: 466 501 755, e-mail: obchod@kasi.cz, www.kasi.cz

KASI



**VODOVODY A KANALIZACE
JABLONNÉ NAD ORLICÍ, a. s.**

SKELNÉ SANAČNÍ RUKÁVCE

vhodné pro komunální a průmyslové odpadní vody **DO POTRUBÍ**



MULTI

rukávce pro vložkování
komunálních kanalizací



ENVIROMENT

rukávce pro ekologické
sanace kanalizací rukávem
bez obsahu styrenu



INDUSTRY

rukávce vhodné pro agresivní
prostředí díky skelným vláknům
ERC a vinylesterové pryskyřici

SKELNÉ SANAČNÍ RUKÁVCE

vhodné pro tlaková potrubí s provozním
tlakem do 40 barů **PRO ZÁSOBOVÁNÍ**

H2O

rukávce pro sanace potrubí na
pitnou vodu. Odolné vůči tlaku a
hygienicky nezávadné. Certifikováno
ve více než 12 zemích světa.



GAS

rukávce pro bezvýkopové sanace
plynových potrubí s certifikací WRc.
Odolné proti tlaku, plně strukturální a
optimalizované na úsporu emisí CO2.



www.kanalizacnitechnika.cz

BEZVÝKOPOVÉ TECHNOLOGIE

Hlavní výhody našich služeb:

BEZPEČNOST

nie je potrebný
vstup osôb do
nebezpečných
priestorov

FLEXIBILITA

dron
sa pohybuje
nad vodou
a sedimentami

PRESNÉ VÝSTUPY

4K video
a 3D sken
pre lokalizáciu
problémov

RÝCHLOSŤ A EFEKTIVITA

inšpekcia
až 300 m
kanalizácie
za 15 min

ÚSPORA NÁKLADOV

znižené náklady
na údržbu
a prevádzku

TERRADRON

Inšpekcie kanalizačných zberačov pomocou dronu

Od roku 2023 sme pre našich
klientov zrealizovali inšpekcie na
viac ako 100 km kanalizačných
zberačoch, čím potvrdzujeme
spoľahlivosť a efektivitu našich
riešení



Terradron s.r.o.
Kostiviarska cesta 4, 974 01
Banská Bystrica
Slovenská republika
+421 910 866 822

www.terrardron.sk
email: matus@terrardron.sk
JUDr. Matúš Sura, CEO



JIŽ OD ROKU
2006
V ČESKÉ REPUBLICE



SOUPRAVY PRO ŘÍZENÉ HORIZONTÁLNÍ VRTÁNÍ

ATS
www.xcmg.cz

Výhradní akreditovaný dovozce
stavebních strojů XCMG pro Českou
a Slovenskou republiku. Zajišťujeme prodej
nových strojů, servis a distribuci náhradních dílů.

HERMES TECHNOLOGIE

Metoda KS-ASS®
optimální řešení pro sanace šachet



ERGELIT®

HERMES TECHNOLOGIE

www.hermes-technologie.cz

HYDROTECHNIK PRAHA

Zaměřujeme se zejména na bezvýkopové technologie. Nabízíme konzultační a projektovací činnost, výstavbu potrubních systémů, inženýrských sítí a přípojek, kovovýrobu a trhací práce. K realizaci používáme vlastní mechanizaci s kvalifikovanou obsluhou.

Všechny zakázky jsou pro nás výzvou a vždy platí, že „s námi uděláte díru do světa.“

Mikrotunelování



Protlačování s pilotním vrtem



Šnekové vrtání



Ruční ražení



Zemní rakety



Beranění



info@hydrotechnik.cz

tel: +420 739 892 017

Potrubí v potrubí.
Budoucnost sítí bez výkopů.

Spirálově vinuté potrubí pro infrastrukturu

HD-PE / PP

Nižší náklady do budoucna.
Přístupnější infrastruktura.
Snadná údržba a opravy.
Méně zásahů do okolí.



krah-pipes.eu

WELDPLAST ČR s.r.o. | Podnikatelská 654, Praha-Běchovice | 604 239 900

Specialista na ochranu proti korozi a dodavatel technických izolací

ANTICOR®

AnticorPlast - petrolátová páska s inhibitory koroze pro ochranu úložných zařízení před korozi

AnticorWrap - antikorozi systém aplikovaný za studena pro ochranu úložných zařízení proti korozi do +30 °C

Covalence - teplem smřitelné materiály k ochraně proti korozi

Powershield - kompozitní obalový materiál, který se používá jako přídatná mechanická ochrana na antikorozi povlacích

Protegol - dvousložkový polyuretanový nátěr bez rozpouštědla s vysokou mechanickou pevností, odolností proti obrušování, rázům a zatlačování

Plus zajišťujeme vnější i vnitřní antikorozi ochranu ocelových potrubí a armatur, včetně průmyslových nátěrů epoxidovými a zinkovými barvami, etylsilikáty a vrchními nátery.

ANTICORWrap

ANTICORPlast

Spolehlivý partner
již více než 25 let



ANTICOR Bohemia, s.r.o.

Místecká 537/549, 724 00 Ostrava – Nová Bělá
Tel.: +420 596 718 915 | anticor@anticor.cz

www.anticor.cz



STAVEBNÍ PRVKY PRO KANALIZACI A ODVODNĚNÍ

WWW.CSBETON.CZ



ČESKÝ VÝROBCE PE POTRUBÍ
PRO VODU, KANALIZACI A PLYN

prodej tvarovek služba svařování



LUNA PLAST, a.s.

Hořín 93, 276 01 Hořín

e-mail: info@lunaplast.cz

tel.: 315 626 322

www.lunaplast.eu



MEDEXIM Ostrava s.r.o.

Ing. Karel FRANCZYK, Ph.D

autorizovaný inženýr
v geotechnice

- posudky
- dozory
- dodávky

- geotechnika
- bezvýkopové technologie
- podzemní stavby

+420 724 426 631
kfranczyk@seznam.cz

ZASTOUPENÍ FIRMY GEONEX v ČR A SR



CorroTech
SURFACE TREATMENT

ZKUŠENOST
PROFESIONALITA
ODBORNOST

APLIKACE SPECIÁLNÍCH POVRCHOVÝCH ÚPRAV

Poskytujeme vysoce odborné služby v oboru povrchových úprav, přípravy povrchů a aplikací speciálních nátěrových systémů pro ty nejnáročnější zátěžová prostředí a rozličná průmyslová zařízení.

PŘÍPRAVA POVRCHU

APLIKACE



Provádíme vše od přípravy a čištění povrchů až po aplikaci specializovaných ochranných povlaků. CORROTECH ENGINEERING s.r.o. jako výhradní distributor technologie CORROCOAT a REZORECT v regionu, disponuje vysoce kvalifikovaným týmem odborníků pro aplikace průmyslových povlaků a jedinečnými aplikačními metodami na základě nejmodernějších technologií, které zároveň vyvíjí a dodává. Naše vlastní technologické zázemí se středisky v Mostě, Brně a Ostravě společně s odborným potenciálem pracovníků umožňuje řešit požadavky našich klientů operativně, kvalitně a napoprvé.

Středisko Most

CORROTECH TRADE s.r.o.
Topolová 1456
434 01 Most
+420 602 452 807
most@corrotech.com

Středisko Brno

CORROTECH MORAVA s.r.o.
Bohunická 797/56
619 00 Brno
+420 606 669 908
brno@corrotech.com

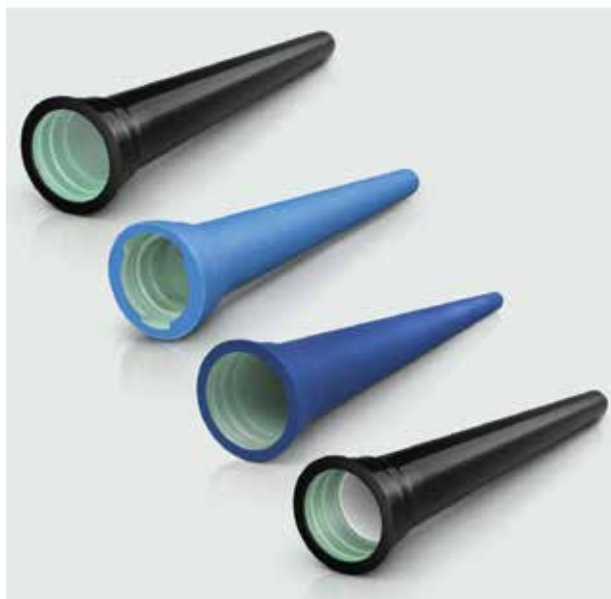
Středisko Ostrava

CORROTECH OSTRAVA s.r.o.
Frydecká 687
719 00 Ostrava Kunčice
+420 602 789 403
ostrava@corrotech.com

www.corrotech-engineering.com



vonRoll hydro



vonRoll hydro (cz) s. r. o.
Řízková 1306, 252 19 Kučmař
+420 311 811 356
ol@chod@vonroll-hydro.world
<https://www.vonroll-hydro.cz>

přední evropský výrobce
litinových trub pro vodovody a
kanalizace



AVN MACHINE

TRUSTFUL PARTNERSHIP IN SLURRY PIPE JACKING



40 years of experience with AVN technology,
1,600 machines built, with up to 4 meters
inner diameter and countless successfully
completed pipe jacking projects. We are
dedicated to pushing the boundaries of
innovation and continuing our joint success
story together with our customers.

herrenknecht.com/en/avn

**PIONEERING
UNDERGROUND
TOGETHER**



+GF+

ELGEF Plus

Nekonečné možnosti

- ELGEF Plus elektrospojky
- ELGEF Plus sedlové odbočky
- ELGEF Plus elektrotvarovky
- ELGEF Plus přechodové kusy
- ELGEF Plus sedla
- ELGEF Plus tvarovky na tupo
- ELGEF Plus kulové kohouty
- Montážní příslušenství a svařovací přístroje
- Specializovaná řešení



Georg Fischer Rohrleitungssysteme GmbH, odštěpný závod | Podolí 495 | 664 03 Podolí |
info.cz.ps@georgfischer.com | +420 602 730 246 | www.gfpc.com/cz



Děláme vodě cestu

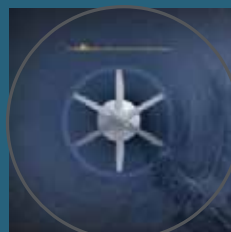
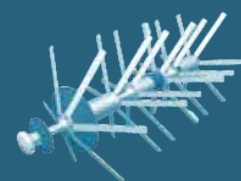
Projekce

Prodej vodohospodářských
technologií

Komplexní realizace
technologií a staveb

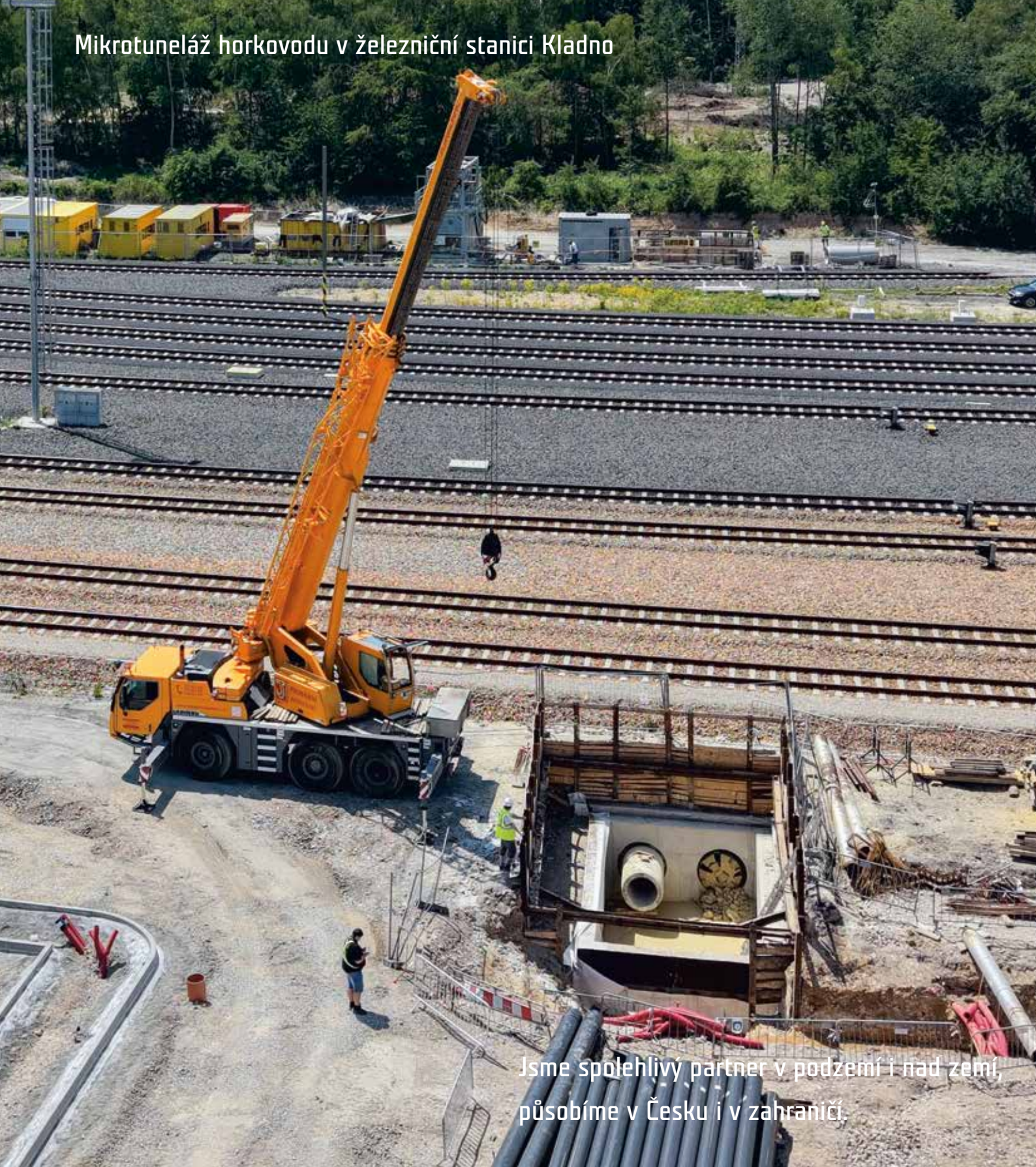
Analýzy potrubí a měření

Servis a údržba



www.lk-group.eu

Mikrotuneláž horkovodu v železniční stanici Kladno



Jsme spolehlivý partner v podzemí i nad zemí,
působíme v Česku i v zahraničí.

SUBTERRA 

Nedržíme se při zemi

Sledujte nás
www.subterra.cz/online



BUSINESS PARTNEŘI



PARTNEŘI



MEDIÁLNÍ PARTNEŘI



ODBORNÍ GARANTI A ZÁŠTITA

