

Rekonštrukcie vodovodných potrubí bezvýkopovými technológiami

doc. Ing. Jarmila Božíková, PhD.

Stavebná fakulta STU, Katedra zdravotného inžinierstva
Radlinského 11, 813 68 Bratislava, SR, jarmila.bozikova@stuba.sk

Úvod

Charakteristickým javom v historických centrách miest, ale už s súčasnosti aj na sídliskách postavených pred viac ako 50 rokmi je, že niektoré vodovodné siete sú už v havarijnom stave a prakticky dosluhujú. Často vyskytujúce sa havárie vodovodných potrubí po ich životnosti si vyžadujú rekonštrukcie potrubí, ktoré sa môže realizovať rôznymi technológiami. Bezvýkopové technológie vhodné na rekonštrukciu potrubí sa stávajú progresívnymi modernými metódami na použitie v rôznych podmienkach.

Výber vhodnej metódy obnovy vodovodného potrubia musí vychádzať z dokonalého poznania stavu vedenia prevádzkovateľom, ktorý zaisťuje jeho bežné opravy a údržbu. Pri rekonštrukcii potrubia je priestor na realizovanie kvalitatívnych zmien technických parametrov, ako je napr. zvýšenie hydraulického kapacity potrubia a tiež naopak zmenšenie prierezu. Pred samotnou rekonštrukciou je vhodné mať k dispozícii kvalitný kamerový záznam zo skúmaného úseku. Pokiaľ sa potrubie nedá vypustiť, je možné použiť aj iné metódy, ako napr. tlakové a lokálne infiltračné skúšky, podtlakové skúšky, akustické, kalibračné a iné skúšky.

Bezvýkopové metódy

Na rekonštrukcie vodovodných potrubí nepriehľadných prierezov existuje rad metód, ktorých vhodnosť závisí od stupňa narušenia potrubia, materiálu, priemeru potrubia. Voľba metódy opráv – rekonštrukcie a rozsahu rekonštrukčných prác musí predchádzať podrobný prieskum, pri ktorom sa zistí a vyhodnotí stupeň narušenia potrubia. Tento je výhodné robiť v dostatočnom predstihu a rozsahu, aby bolo možné určiť poradie naliehavosti opráv jednotlivých úsekov a zabezpečiť plynulý harmonogram prác, ktorý je najlepšou zárukou maximálneho využitia pracovníkov a zariadení, tým aj optimálne technické a ekonomické podmienky pre ich realizáciu.

Bezvýkopové metódy vhodné na rekonštrukciu vodovodných potrubí možno rozdeliť do dvoch základných skupín:

- nedeštruktívne metódy – rekonštrukcie potrubí bez rozrušovania starého potrubia, pokiaľ jeho statická funkcia nie je narušená Pri nedeštruktívnych metódach sú známe technológie vťahovania staticky samonosnej rúry, vťahovanie rukáva a nanášacia metóda
- deštruktívne metódy – spojené s rozrušením starého potrubia, ktoré je v takom havarijnom stave, že staticky nevyhovuje a zároveň je vťahované nové potrubie

Pri metódach vťahovania staticky samonosnej rúry je možné použiť rúry tvaru:

- a) kruhového priemeru, kde medzi pôvodnou a novou rúrou ostáva medzipriestor (metóda Relining) alebo medzi pôvodnou rúrou a vtiahnutou novou rúrou nie je medzipriestor (Reductliner, Swagelinung)
- b) vťahovaná staticky samonosná rúrka je v tvare „C“ alebo „U“ dopredu pripravená vo výrobe. V tomto tvare sa vtiahne do pôvodnej rúry, následne sa parou zohreje a tlakom sa vráti do pôvodného kruhového prierezu.

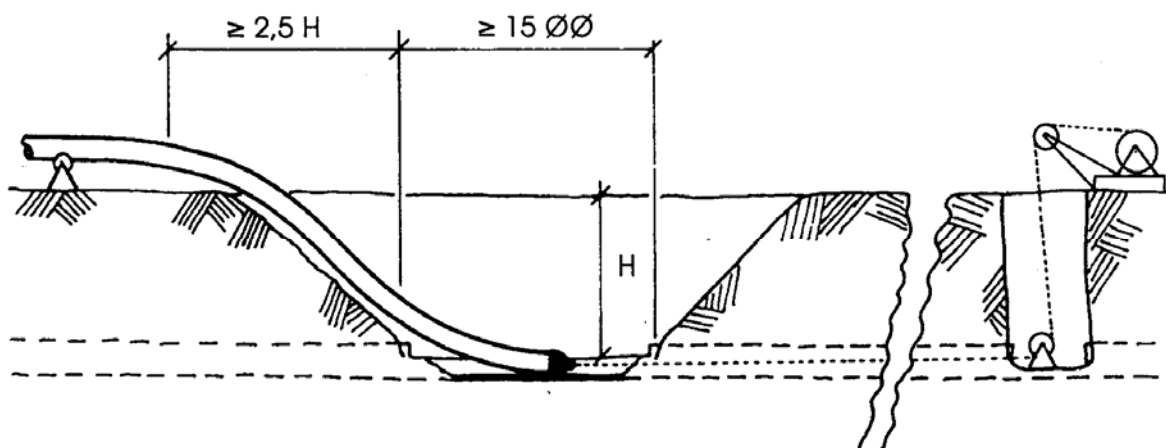
K ďalším spôsobom rekonštrukcie vodovodného potrubia patrí nanášacia metóda. Nezabezpečuje statiku potrubia, zabezpečuje rekonštrukciu vnútorného povrchu potrubia a predlžuje životnosť potrubia. Pri tejto metóde možno použiť cementáciu, kedy sa na vnútornú stranu potrubia nanáša striekaný cement, alebo nanášanie rôznych materiálov na báze umelých hmôt nástrekom na pôvodné potrubie

Realizácia opravy metódou vťahovania (Relining)

Je to bezvýkopová technológia vťahovania, kde sa do pôvodného potrubia vťahuje potrubie nové, ale priemerom menšie ako pôvodné. Profily vťahovaných potrubí sú dané projektovou dokumentáciou a výrobným programom v rozmeroch cca DN 50 až po DN 2000 mm a príslušného tlakového stupňa podľa potreby. Najľahšie sa pracuje s vnútorným priemerom pôvodného potrubia o 10% väčším, ako je priemer vsúvaného potrubia. Potrubie je možné vťahovať na celú dĺžku trasy aj niekoľko 100 m od štartovacej do cieľovej šachty. Dodávané potrubie je dostupné v rozličných dĺžkach v tyčiach a vinuté po 50, resp. 100 metrových zvitkoch. Potrubie a tvarovky z HDPE nepodliehajú korózii, biochemickým vplyvom mikroorganizmov a nevyžadujú katódovú ochranu. Materiál je netoxický.

Pri realizácii sa na pôvodnom potrubí vybudujú dve pracovné šachty – štartovacia a cieľová. V oboch šachtách sa vyhotovia otvory na pôvodnom vedení, cez ktoré sa vykoná mechanické vyčistenie. Po jeho ukončení sa uskutoční kontrola TV monitoringom a kalibrovanie vnútorného priemeru opravovanej rúry. Potom sa uskutoční zafixovanie špeciálneho navijáka nad cieľovou šachtou a vťahnutie ťažného lana do opravovaného vedenia. Pri montáži špeciálneho vťahovacieho prípravku na koniec trasy vťahovaného potrubia, za pomoci navijáka sa začne ťahať HDPE rúra do pôvodnej rúry. Rýchlosť vťahovanej rúry je cca 1-3 m.min⁻¹. Počas vťahovania je potrebné sledovať namáhanie v ťahu, aby predĺženie rúry nebolo väčšie ako 3-4%. Po ukončení vťahovania, konce nového vedenia sú upravené pre spájanie s pôvodným potrubím. V miestach prípojok, ktoré boli už pred vlastným ťahaním nového potrubia vyrezané sa vykoná spájanie so starou prípojkou, resp. sa vybuduje nová prípojka až k mernému miestu. Oprava vedenia je ukončená tlakovou skúškou a napojením na staré potrubie a prípojky.

Vťahovaním menšieho potrubia do pôvodného profilu sa zmenší prietoková kapacita potrubia. V súčasnej dobe, keď sa spotreba vody znižuje a existujúce potrubie je už predimenzované je táto metóda vhodná pre vyriešenie problémov s nadbytočnou kapacitou hlavných vodovodných privádzačov, kde sa prejavuje zhoršenie kvality vody jej stagnáciou.



Obr. Rekonštrukcia vodovodného potrubia bezvýkopovou technológiou (Relining)

Technológia Swageling

Pri tejto metóde sa do pôvodného potrubia vtiahne potrubie rovnakého vonkajšieho priemeru, ako je vnútorným priemer sanovaného potrubia, t.j. nevzniká voľný medzi priestor medzi starou a novou rúrou. Realizuje sa pomocou zariadenia, ktoré redukuje vonkajší priemer vťahovanej rúry na priemer menší ako je svetlosť pôvodnej sanovanej rúry. Potrubie sa ťahá cez redukčný člen pomocou výkonných navijákov a po prechode touto redukciou sa priemer HDPE potrubia zmenší tak, aby sa dalo zatahnúť do pôvodnej rúry. Po vťahnutí celého úseku sa predpätie uvoľní a potrubie sa vyformuje do pôvodného priemeru, takže celkový priemer pôvodného opravovaného potrubia sa zmenší o hrúbku steny vťahnutého potrubia. Používa sa oprava potrubí od DN 100 do DN 400 mm.

Technológia Bertlinger

Metóda rozrušením existujúceho potrubia – Bertlinger sa obecné používa tam, kde je narušené potrubie a kde rôzne okolnosti nedovoľujú použiť metódu Relining, prípadne pokiaľ je potrebné zväčšiť prietokovú kapacitu. Je to deštruktívna metóda, pri ktorej sa existujúce potrubie vo vnútri roztrhá trhacou hlavicom, za ktorou sa súčasne zaťahuje nové potrubie rovnakého alebo väčšieho priemeru väčšinou z HDPE. Touto metódou je vhodná výmena potrubia zo šedej liatiny, azbeztocementu, prípadne betónu. Špeciálne trhacie hlavice dokážu rozrušiť aj oceľové potrubie. Potrubie HDPE, ktoré je vťahované sa zvära na tupo na celú dĺžku potrebnú pre sanovaný úsek.

Straty trením

V porovnaní HDPE materiálu s inkrustovaným vodovodným potrubím oceľovým alebo liatinovým, po rekonštrukcii sú straty trením menšie pri rovnakom priemere a dávajú možnosť prevádzkovať vodovodné potrubia aj pri menších prevádzkových tlakoch. Pokiaľ je potrebné zachovať rovnakú výšku strát trením je možné použiť potrubie menšieho priemeru, čím sa znižujú investičné náklady na potrubie pri rovnakých prevádzkových nákladoch.

Ťahanie potrubia

Rúry sa aj pri značnej dĺžke (100a viac metrov) jednoducho ťahajú, pretože sú ľahké a kľžu sa po teréne. Ťahanie je uľahčené klznými valčekmi a vankúšmi, ktoré chránia potrubie pred tvrdosťou pôdy. V mimoriadnych prípadoch je potrebné vypočítať odhad namáhania v ťahu, aby sa s istotou dala určiť maximálna dĺžka ťahaného potrubia.

Výpočet sa zakladá na pomere maximálneho prípustného namáhania materiálu v ťahu ($\sigma_{a\text{ mm}}$), upravenom príslušným koeficientom bezpečnosti a σ_T vypočítanom na základe predpokladaného namáhania. Dôležitými prvkami sú trvanie nepretržitého namáhania, pracovná teplota, spôsob posunu.

Výpočet ťažnej sily pre horizontálne potrubie

$$F = P.L.\mu$$

kde F – ťažná sila [N]

P – jednotková hmotnosť rúry [$\text{N}\cdot\text{mm}^{-1} \approx 0,01 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$]

L – dĺžka rúry [m]

μ – koeficient trenia

Tab. 1 Smerné hodnoty koeficientu trenia

typ povrchu	μ statický	μ dynamický
HDPE/ kompaktný terén	0,50	0,30
HDPE / čistý asfalt	0,45	0,25
HDPE / betón	0,50	0,40
HDPE /železo (ocel', liatina)	0,45	0,35

Namáhanie materiálu σ_T bude:

$$\sigma_T = \frac{F \cdot K_s}{A}$$

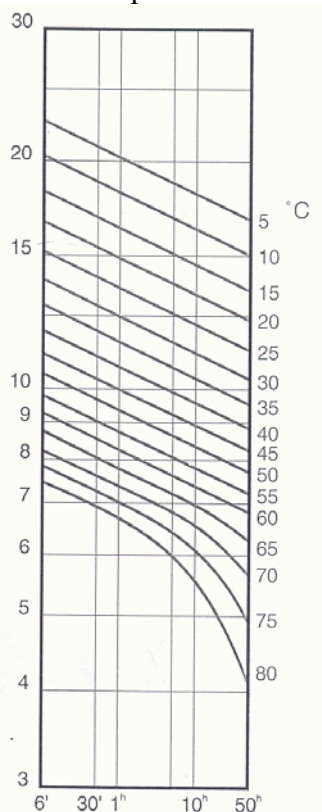
kde σ_T – namáhanie v ťahu [N.mm⁻²]

F – ťažná sila [N]

A – plocha steny rúry [mm²]

K_s – koeficient bezpečnosti hodnotený na základe podmienok kladenia

Hodnota σ_T sa porovnáva s hodnotou σ , ktorá je prípustná. Na určenie $\sigma_{a\text{ mm}}$ je určené pre možné použitie graf č. 1 ($\sigma / T / t$), v ktorom je udaný čas, namáhanie v ťahu a hodnotená priemerná teplota pri ktorej bude pracovať potrubie. V prípade, ak je $\sigma_T > \sigma_{a\text{ mm}}$, je potrebné redukovať dĺžku vzdialenosti jednotlivých úsekov, alebo aj to nie je možné zlepšiť faktor toku a pod..

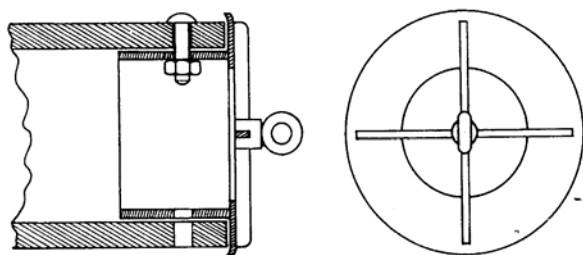


t – teplota [°C]
 os y – σ – namáhanie [N.mm⁻²]
 os x – T – čas

Graf 1 Krivka toku $\sigma / T / t$

Napínacie hlavice

Pohybovanie potrubiami sa uskutočňuje pomocou pracovných strojov a navijakov. Rúra sa pri ťahaní upne do slučky z „mäkkého“ materiálu, napr. nylonových alebo polyesterových pásov a ťahá sa takou rýchlosťou, ktorá vo vzťahu k rozmerom potrubia a k podmienkam posuvu, môže dosiahnuť 10 m.min⁻¹ a viac. V zložitých prípadoch hlavne k vôli rozmerom treba pripraviť vhodnú napínaciu hlavicu, ktorá sa prichytí vo vnútri potrubia pomocou napr. valcového čapu.



Obr. Napínacia hlavica

Pri rekonštrukciách tlakových potrubí bezvýkopovými metódami možno zvoliť nasledovný technologický postup: - prípravné práce a realizácia.

Prípravné práce zahŕňajú:

- *zdokumentovanie starého potrubia* (existujúcu výkresovú dokumentáciu doplniť fyzickou – osobnou obhliadkou potrubia, trasy. Technické rokovania o potrubí, vodovodnom systéme)
- *vyčistenie potrubia* – tlakovou vodou, mechanicky pružnými škrabkami, opieskovanie (stupeň vyčistenia závisí od zvolenej metódy na rekonštrukciu)
- *TV monitoring* – zdokumentovanie vnútorného stavu, vytýčenie lomov, ohybov, zistenie všetkých prekážok na trase
- *Návrh použitia vhodnej metódy*

Pri realizácii sa práca vykonáva v troch etapách: vytýčenie trasy, príprava štartovacích a cieľových jám a vlastná oprava.

Záver

Všeobecne sa traduje, že bezvýkopové metódy výstavby sú nákladnejšie a drahšie ako tradičná výstavba v otvorenom výkope. Stálo by za úvahu reálne prehodnotiť náklady obidvoch metód, nakoľko podľa niektorých dostupných materiálov sú tradičné metódy v mnohých prípadoch nákladnejšie, ako bezvýkopové. Pri hodnotení výhod otvorených a bezvýkopových metód výstavby nemožno porovnávať len stavebné náklady. Medzi hlavné výhody bezvýkopových metód patria hlavne tie, ktoré vyplývajú z menšieho narušenia životného prostredia, menšieho narušenia plynulosti dopravy a z nich vyplývajúcich škôd, resp. nepriamych nákladov, k vzniku ktorým dochádza pri výstavbe v otvorených výkopoch.

Článok vznikol na základe podpory grantovej výskumnej úlohy VÚ 1/0324/03, 1/2137/05 a projektu KEGA 3/1140/03 riešenej na Katedre zdravotného inžinierstva Stavebnej fakulty STU Bratislava.

Literatúra

Dubová, V., Kriš, J.: Korózne skúšky na distribučnom vodovodnom systéme. In: Vodohospodársky spravodajca, ročník XLVI, 2003, č.11, s. 15-17.

Klepsatel, F. (1991): Mikrotunelovanie a rekonštrukcia podzemných vedení, Vyd. ALFA pre MVaS SR Bratislava, ISBN 80-05-01011-7, s. 117

Zapletal, I. a kol. (1998): Inžinierske stavby – Technológia 2, Vyd. STU Bratislava, ISBN 80-227-1156-X, s. 430

STN 75 5402 Výstavba vodovodných potrubí

Firemné materiály: Insituform, Hulín Rohrsanierungstechniken, s.r.o., Hlohovec

