

OBLÚKOVÉ MIKROTUNELOVÉ PRECHODY VODNÝCH TOKOV

Ing. Marián Krčík

Pri návrhu technického riešenia prechodov hlavne produktovodnými potrubiami cez širšie rieky, často hľadajú investori či projektanti, len na vlastný investičný náklad. Zastávam názor, že neexistuje len dobré technické riešenie; alebo len dobré ekonomické riešenie, ale dobré je technicko-ekonomické riešenie, ktoré zohľadňuje aj dlhodobé náklady a riziká aj po desiatkach rokov prevádzky.

Najvýznamnejšia výhoda oblúkových mikrotunelov v porovnaní s rozkopávkovým riešením je vo vysokej stabilite uloženého potrubia, vylučujúcej jeho vyplávanie na dno. Pridvihnutie, alebo ešte horšie vyplávanie, sa stáva najmä po väčších povodniach. Takmer každý rok realizujeme riadené oblúkové mikrotunely, ako havarijnú opravu po vyplávaní plytko ukladaných potrubí v rozkopávaných ryhách na dne riek.



Foto 1 - Vyplavené VTL potrubie DN 500 PN 25 uložené do výkopu na prechode Vltavy pri Veltrusoch počas povodne v roku 2002

Pri povodni sa zásyp potrubí naruší a vplyvom turbulencií prúdenia vodného toku sa často potrubie obnaží až vyplaví, mechanicky sa poškodí izolačný povlak a plánovaná životnosť potrubia je paralyzovaná. Riešili sme prípady vyplávania potrubia už po troch rokoch od



Foto 2 - Pretlačanie priamo vysokotlaktej plynovodnej rúry 1220 x 22 mm do malého rádiusu len 350 m pod riekou z pilotnej štartovacej jamy



Foto 3 - Veľkopriemerové vŕtanie HDD 135 mm so separáciou výplachu pod Laborec

jeho uloženia. Po zachytení plávajúcich stromov o potrubie sa môže potrubie otočiť aj o 180° (viď foto č. 1). U nás sú známe prípady, keď silný prúd vytrhol aj niekoľko sto kilogramové zaťažovacie bloky potrubia s priemerom 1,2 m a odniesol desiatky metrov po prúde rieky a potrubie vyplavilo.

Pri oblúkových mikrotuneloch zostáva potrubie hlboko pod nenarušeným, aj tisíročia uľahnutým nadložíom. Vyplavenie potrubia nie je prakticky možné.

Oblúkové mikrotunelové podchody riek

Veľkou výhodou oblúkových mikrotunelov je, že nepotrebnú hlbokú štartovaciu a cieľovú jamu, ktoré sú potrebné na priame pretlaky - podvrty.

Na uloženie produktovodných potrubí pod rieky s chráničkami, či bez nich, s väčšími priermi: 700 mm až 1 400 mm musia byť montážne jamy dlhšie ako montované produktovodné potrubie, ktoré sa napríklad u VTL plynovodov dodáva v dĺžkach 11 až 18 m. Oblúkové mikrotunelové podchody sa môžu realizovať z úplne plytkých jam, často s možnou opornou tlačnou stenou z časti nad terénom (viď foto č. 2).

Najpoužívanejšie technológie pre realizáciu oblúkových mikrotunelových podchodov riek

- HDD - horizontálne riadené vŕtanie** sa realizuje s bentonitovým výplachom pre priemer potrubí do 1400 mm a optimálnu dĺžku 70 m až 700 m (vo svete sú známe aplikácie až nad 4000 m pod zálivou, na ostrovy).
- Mikrotunelovanie pretláčaním do oblúka**
Podľa spôsobu odťažby môže byť:
 - s hydroodťažbou (SLURRY)
 - so šnekovou odťažbou
 - mechanizovanou odťažbou
 - pretláčanie so štítom, s uzavretou čelbou s vyrovnávaním zemného tlaku (EPB)
- Pneumatické zarážanie do oblúku**
- Riadené prepichy (u menších priemerov a dĺžok)**



Foto 4 Vrtací stroj HDD s ťažnou silou 1200 kN (120 ton)

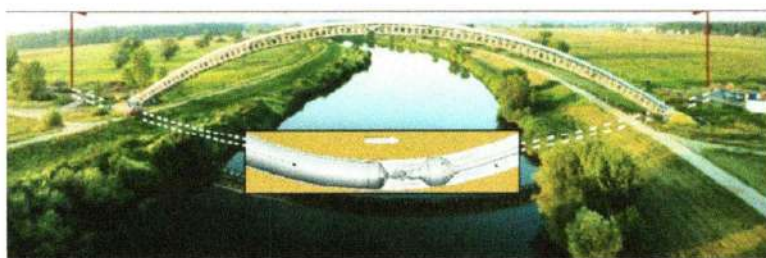
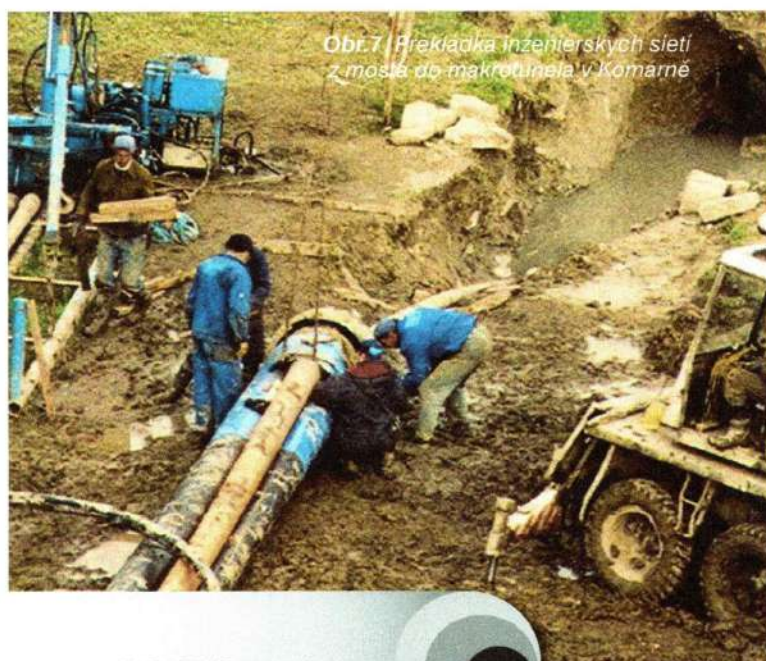


Foto 5 Schéma zaťahovania potrubia VTL plynovod s 711 x 11 mm dlhú 300 m pod riekou Moravu



Foto 6 Reál zaťahovania potrubia VTL plynovodu s 711x11 mm dlhé 300 m pod riekou Moravu



Obz. 7 | Prekládka inžinierskych sietí z mosta do makrotunela v Komárne

Horizontálne riadené vrtanie z anglického prekladu (Horizontal Directional Drilling - HDD)

Vývoj technológií pre riadené vrtanie HDD prebieha od 70. rokov minulého storočia. Riadené vysokotlakové vrtanie s vrtnou kvapalinou, tzv. softboring pochádza z USA, kde sa pri jeho návrhu vychádzalo z technológií pre vertikálne vejárové vrtanie, používané na ťažbu ropy.

V súčasnosti sa v Európe využívajú stroje pre HDD s ťažnou silou až 4 000 kN (400 ton), ktoré zaťahujú ocelové rúry so svetlosťou do DN 1 400 mm na dĺžku až cez 4 000 m.

Na Slovensku, zatiaľ ako jediná firma, ktorá zaťahovala ocelové VTL potrubia nad \varnothing 600 mm je spoločnosť Hydrotunel Bojnice, ktorá používa vysokovýkonné vrtacie stroje HDD ťažkého radu s ťažnou silou až 1 300 kN = 130 ton, 1000 kN = 100 ton a 400 kN = 40 ton (viď foto č. 10).

Z technologicky najzaujímavejších projektov realizovaných firmou Hydrotunel technológiou HDD je zatiahnutie ocelových VTL potrubí plynovodov:

- DN 1000 pod riekou Laborec v dĺžke 350 m (viď foto č. 3, č. 4, č. 10)
- DN 630 pod riekou Hornád v dĺžke 130 m
- DN 300 pod riekou Váh pri Komárne v dĺžke 340 m
- DN 700 prechod pod riekou Hornád pri Košiciach
- DN 700 pod riekou Moravu v k.ú. Brodské v dĺžke 297 m (viď foto č. 5 a č. 6)

Okrem zaťahovania ocelových potrubí bolo technicky zaujímavé zatahnutie do oblúku polyetylénovej chráničky a v nej strednotlakový plynovod s HDPE pod priehradu Nosice v dĺžke 430 m. Príkladom prekládky všetkých inžinierskych sietí z mosta do makrotunela bolo v meste Komárno. Pri požiadavke osadiť na most ponad riekou Váh ďalšie potrubie kanalizácie sa rozhodlo, že sa uloží do makrotunela spolu s ostatnými inžinierskymi sieťami: vodovodom, nízkotlakovým plynovodom, optickými a elektrickými káblami, ktorým sa po preložení do HDD jediného vrtu odľahčil preťažený most. Samotný oblúkový HDD vrt mal priemer 1000 mm v dĺžke 230 m a všetky siete mali, samostatné chráničky, ktoré na oboch brehoch boli, rozťahnuté a ďalej vedené samostatne (viď foto č. 7).

Povrch vysokotlakého potrubia je chránený polyuretánovou vrstvou a na nej doplnenou oteruvzdornou cementovláknitou alebo sklolaminátovou vrstvou.

Pri technológii HDD je v prípade terénneho obmedzenia dĺžky podvrtu možné zmenšiť rádius až o 30 % oproti bežnému rádiusu. Za bežný rádius sa považuje 1 000-násobok priemeru ocelového potrubia. Treba však pritom citlivo zvažovať geologické podmienky, hrúbku steny, kvalitu materiálu potrubia a dostatočnú rezervu ťažnej sily vrtacej súpravy. Touto technológiou sa priamo zaťahujú potrubia produktovodov: VTL plynovody, ropovody, vodovody z ocelových rúr s ochrannou polyetylénovou vrstvou a na nej väčšinou až po zvarení a tlakovej skúške priamo na stavbe nanosenou sklolaminátovou vrstvou. Je možné zaťahovať priamo aj polyetylénové potrubie produktovodov s tvrdou vrstvou. Liatinové potrubia vodovodov sa zaťahujú do oblúku tiež priamo bez chráničky.

Mikrotunelovanie pretláčaním do oblúku

Tento spôsob sa realizuje vysokovýkonnou komplexne mechanizovanou technológiou pre priemer potrubí do \varnothing



Foto 8 Porovnanie HDD a mikrotunelu

3 000 mm, s malým rádiom oblúku vo vertikálnej rovine. Príkladom pretláčania do malého oblúku s hydroodťažbou je pretlak chráničky $\varnothing 2000/\varnothing 1650$ mm pod rieku Moravu do rádiu len $R = 300$ m (viď foto č. 6).

Príkladom pretláčania do oblúku so šnekovou odťažbou priamo VTL plynovodu bez chráničky je prekládka tranzitného VTL plynovodu DN 1200 z mostu pod dno Hornádu do rádiu len 350 m (viď foto č. 2).

Pri väčších priemeroch oceľových potrubí ako $\varnothing 800$ mm, kde je nutný pre HDD bežný rádius až 800 m s výškou nadložia 8 až 16 m sa často nedá technológia HDD použiť pre veľkú dĺžku podvrhu a vysokú cenu. Navyše je nutný protirádius zaťahovaného potrubia nad terénom na protihľej strane rieky ako je vŕtací stroj. V takýchto prípadoch je vhodná technológia pretláčania so štítom – TBM do malého oblúka.

Pre uloženie do pružného rádiu oceľového produktovodu (viď foto č. 8) je vhodná technológia DIRECT PIPE a pre menšie rádiusy je vhodná nami patentovaná technológia SHORT ARC PIPE (viď foto č. 2).

Hĺbka jám so šikmým dnom pre oblúkové mikrotunely sa zhotoví len taká hlboká, aby sa protioblúk produktovodu navaril po zhotovení pretlaku ešte bezpečne v zapaženej jame.

Riadené prepichy

Realizujú sa na sucho bez výplachu a sú určené najmä pre HDPE potrubia. Pri tejto technológii sa najskôr pretlačí do oblúku pilotná riadiaca hlava, následne sa zatiahne rozširovací hlava ukončená zaťahovacou hlavou, ktorá ťahá polyetylénové potrubie. Touto technológiou sa realizujú len potrubia s menšími priermi: od 50 mm do 350 mm a dĺžkou do cca 50 m.

Pneumatické zarážanie

Realizujú sa zarázaním vopred tepelnoindukčných alebo mechanicky predohnutých oceľových rúr do priemeru cca 700 mm na dĺžku do cca 70 m. Naša spoločnosť, ako prvá v Európe a asi aj vo svete začala využívať technológiu zarážania indukčne alebo na ohýbačke predohnutých oceľových rúr pred viac ako 20 rokmi a bol použitý optimálny rádius ohybu 40 m.

Záver

Vďaka technickému vývoju bezvýkopových technológií – hlavne HDD a mikrotunelovania s riadeným TBM majú oblúkové mikrotunely pri prekonávaní vodných tokov pre produktovody bez chráničiek veľkú perspektívu. Sú technicko-ekonomickými riešeniami výhodnými aj z pohľadu dlhodobej prevádzky produktovodov bez nutnosti údržby a monitorovania v šachtách na brehoch rieky a oproti ukladaniu do výkopu nehrozí ich poškodenie a vyplávanie pri veľkých povodniach.



Foto 9 Zariadenie staveniska VTL plynovodu DN 1000 mm dĺžky 350 m



Foto 10 Vŕtací stroj HDD s ťažnou silou 40 ton