



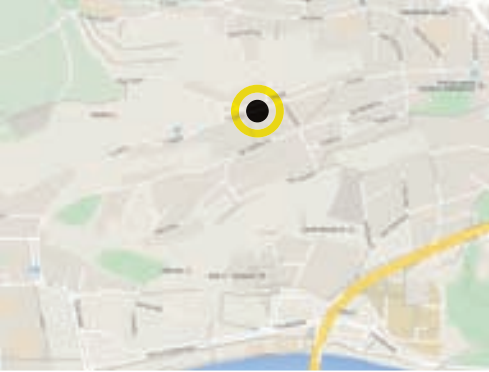
Havárie kanalizačního sběrače

Trojská ulice, Praha



Havárie kanalizačního sběrače

Trojská ulice, Praha



Z historie

V roce 1939 byla dokončena stavba první části Trojského sběrače. V trase Trojské ulice bylo tehdy vybudováno 695 m vejčité stoky pražského normálu 100/175 cm a 236 m stoky 80/144 cm s napojením na kmenovou stoku E.

Další etapa výstavby sběračů v oblasti Trojské ulice, období let 1972 – 1975. V té době totiž vznikla potřeba kapacitního posílení sběračů z důvodu plánované výstavby sídlištního typu v prostoru Kobylis. Předběžný inženýrskogeologický průzkum však předvídal značně obtížné podmínky pro realizaci, mimo jiné hloubku stoky 4-6 m, v některých úsecích až 12 m.

V říjnu 1971 vydal příslušný stavební úřad povolení ke stavbě vodohospodářského díla a v březnu 1972 pak byla stavba zahájena. Skutečné podmínky při provádění stavby však předčily veškerá pesimistická očekávání. Přesto, že zahloubením trasy se předešlo kontaktu se zvodněnými údolními náplavy, enormní přítok podzemní vody do štoly byl nejenom příčinou obtížné práce, ale také měl vliv na zhoršení stability hornin a zvýšení tlaků na ostění. V některých úsecích byla ražba co do směru přizpůsobena místním podmínkám, odchýlně od projektu. Je pochopitelné, že za těchto podmínek vznikaly značné nadvýlomy, které však zřejmě ne ve všech případech byly dodatečně zaplněny, čímž nebyl vytvořen dobrý kontakt ostění s horninou. Do října 1975 bylo vybudováno cca 1,9 km stok zastoupených co do rozměru především stokou 100/175 cm v délce 1.215 m a stokou 120/200 cm v délce 364 m. Součástí stavby bylo i 33 vstupních šachet, z toho 27 na zděných stokách. Sklon vybudovaného nového Trojského sběrače je v 54 % délky trasy od 2,2 do 5 %, ve 27 % délky trasy od 5 do 6,5 % a ve zbývajících 11 % délky dosahuje extrémních hodnot od 9,1 do 9,8 %. V nejnižší části sběrače činil návrhový dešťový průtok 10,404 m³/sec.

Stavebně byl sběrač vybudován jako zděná stoka z běžných kanalizačních cihel ve dně opatřená kameninovými kruhovými segmenty, ražba byla provedena metodou pražských ráků.

Stavba byla kolaudována v červnu 1976 a následně uvedena do provozu. Je skutečností, že tehdy plánovaná výstavba výstupní komunikace Trojská se neuskutečnila, takže převážná část sběrače včetně vstupních šachet zůstala na obtížně přístupných soukromých pozemcích. Tato skutečnost byla hlavní příčinou jen sporadicky prováděných kontrol stavebního stavu, nehledě na jejich obtížnost při daných sklonech a průtocích.

Havárie Trojského sběrače

Proces havárie v celém úseku sběrače proběhl ve velmi krátkém čase na počátku července 1996. Koncem června byly při pravidelné prohlídce dešťového oddělovače Trojská nalezeny v objektu kanalizační cihly. Následující deště vysoké intenzity však znemožnily provedení prohlídky sběrače a byly zřejmě jednou z příčin havárie sběrače, která neměla na pražské kanalizační síti obdoby. První zjevný projev havárie byl velmi dramatický a rychlý. V blízkosti tramvajové zastávky, cca 20 m od tramvajové trati, se dne 4. 7. 1996 vytvořil trychtýřový propad, v úrovni terénu o průměru cca 16 m, hluboký cca 12 m, na jehož dně protékaly odpadní vody. Konstrukce stoky byla zcela zničena a odplavena. S tímto propadem (dále značeným jako P1) bezprostředně souvisela po toku kaverna délky cca 10 m a výšky až 3 m.

Vnější projevy havárie však pokračovaly. Dne 14. 7. 1996 došlo na zahradě blízkého rodinného domku čp. 256 k vykomínování nadloží stoky, které se projevilo vytvořením kruhového propadu P2 o průměru 2,5 m. Tento propad úzce souvisel se zborcením celé boční části stoky.

Pokračoval detailní průzkum sběrače nejmodernějšími průzkumovými geotechnickými metodami s cílem získat co nejpodrobnější informace nejenom o rozsahu poškození vlastního sběrače; ale také o stavu horninového prostředí za rubem vyzdívků.

Výsledek průzkumu prokázal jednoznačně správnost tohoto postupu, neboť identifikoval existenci dalších kaveren za rubem vyzdívky, které se dosud neprojevily v průtočném profilu sběrače ani na povrchu terénu, avšak které ponechány bez povšimnutí by byly potenciálním zdrojem vzniku dalších poruch sběrače se všemi doprovodnými povrchovými jevy. Pro zjištění skutečného rozsahu porušení stoky byla v několika stupních provedena prohlídka celé stoky v ulici Trojská, včetně fotodokumentace a zaměření kaveren. Tento průzkum prováděný ve velmi obtížných podmínkách nestabilních kaveren poskytl základní údaje o stavu, geologických podmínkách, stupni stability a dalších parametrech potřebných pro návrh projekčního řešení stabilizace horninového masivu a časového postupu projektantem. Výstupy průzkumů byly konzultovány s Prof. Ing. J. Bartákem, DrSc. ze stavební fakulty ČVUT, který se přímo účastnil prohlídek a posouzení stability jednotlivých kaveren.

Projektová dokumentace

Ihned po vzniku havárie a po provedení prvního místního šetření byla vybrána projekční a inženýrská firma Ingutis s r.o. pro vypracování nezbytné projektové dokumentace, a to jak pro provedení zabezpečovacích prací, tak konečného řešení. Výběr této firmy byl učiněn především s ohledem na její bohaté zkušenosti při projektování řady významných inženýrských podzemních staveb na území hlavního města Prahy.

Výsledná projektová dokumentace, následně zpracovaná, zohledňovala různou míru poškození sběrače, od úplné absence úseků sběrače až po částečné opotřebení cihelného zdiva v horních úsecích sběrače. Vstupní podmínky pro zpracování projektové dokumentace ze strany investora a provozovatele byly náročné, neboť požadovaly:

- v co nejmenší míře omezit hydraulickou kapacitu
- dnovou část sběrače řešit tak, aby dlouhodobě odolávala účinkům abraze a vysokým rychlostem průtoku
- docílit dokonalého kontaktu mezi rubem stoky a horninou
- minimalizovat stavební náklady
- realizovat stavbu nejdéle do dvou let

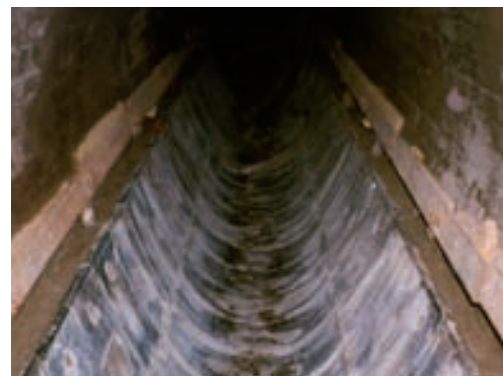
Při volbě stavebních materiálů byla dána přednost:

- konstrukčním prvkům z taveného čediče, jejichž vhodnost pro účely stokování byla provozovatelem prakticky ověřena na jiných stavbách. Použití žlabů většího profilu podle pražského normálu, vykazujícím dobré výsledky v přilnavosti rubové plochy k vybraným betonovým směsím, výrazně omezujícím počty a délku spár oproti cihelnému zdivu a zejména pak vykazujícím vynikající odolnost proti obrusu, bylo základním předpokladem provedení oprav a rekonstrukce sběrače v původní trase při daných sklonových poměrech
- kvalitním kanalizačním cihlám pro klenbu sběrače
- dobře zpracovatelným betonovým směsím, předepsané pevnosti a zrnitosti, které zajišťovaly dokonalé provedení, zejména dnové části sběrače

Pro sanaci sběrače projektant navrhl čtyři základní technologie:

(a) V úsecích značně poškozených a v úsecích s úplnou destrukcí konstrukce stoky provést v původní trase ražbu stoky s odstraněním zbylé konstrukce sběrače s následným vybudováním konstrukce zcela nové. V dnové části osadit žlabové segmenty z taveného čediče a následně v bocích stoky na dnové žlaby navázat zámkovými bočnicemi, rovněž z taveného čediče. Přes vyhovující přilnavost čediče k betonu bylo navrženo jejich kotvení do okolního betonu svorníkovými kotvami. Zbývající část konstrukce byla řešena formou klasické zděné stoky.

(b) V úsecích s převládajícím poškozením pouze dna sběrače projekt navrhoval vybourání celého dna sběrače, podchycení stávajícího zdiva a provedení celého nového dna sběrače opět za použití čedičových žlabů a bočnic. Dokonalé vyplnění prostoru mezi čedičovými prvky a horninou betonovou směsí předepsané pevnosti a zrnitosti bylo základním předpokladem úspěšnosti navržené technologie.



(c) Úseky sběrače průtočného profilu 100/175 cm s největšími sklony od 5 do 98 % byly navrženy k sanaci technologií stoka ve stoce. Ta spočívala ve vyložení stávající stoky žlabu a segmenty z taveného čediče spojovanými mezi sebou zámky, a to v celém průtočném profilu. Prostor mezi čedičovými prvky a stávající konstrukcí stoky byl navržen k vyplnění litým betonem a v klenbové části stříkaným betonem. Přesto, že tato technologie zmenšuje průtočný profil, byla navržena na základě vyhovujícího hydraulického posouzení. Nutno však poznamenat, že na základě podrobného zaměření výškového i směrového provedení původního sběrače se v současnosti tato navržená technologie přehodnocuje, neboť značný počet tvarů čedičových prvků, který vyvolaly zjištěné směrové oblouky sběrače, by tuto technologii neúnosně zkomplikoval.

(d) Horní úseky sběrače vykazující běžné opotřebení, případně drobné závady, byly navrženy k opravě. Ta spočívá v přespárování cihelného zdiva po vyfrézování spár a ve výměně poškozených dnových kameninových žlabů.

Realizace stavby

Pro osazení čedičového žlabu hlubokého 595 mm o šířce 888 mm a následně čedičových bočnic vysokých 380 mm bylo nezbytné přistoupit nejprve k vybourání cihelného zdiva a okolního výplňového betonu, včetně podkladní betonové desky a drenáže. Postup prací v krátkých úsecích, řádu jednotek metrů, se jevil jako nepřijatelný jak z hlediska častého střídání pracovních operací s dopravou malých množství betonové směsi, tak z hlediska celkové časové náročnosti celé stavby. Bylo proto navrženo a také prováděno podchycování ponechané části cihelného zdiva kovovými L profily 60/100 mm, kotvenými do ponechané konstrukce stoky a do horniny svorníky délky 800 - 1000 mm. Pod ochranou tohoto podchycení bylo teprve přistoupeno k bouracím pracím, avšak za současného osazování svislých podpěrných ocelových stojek z trub Ø 40 mm. Časový postup bouracích prací a zřízení nové drenáže s podkladní betonovou deskou v dílčích pracovních úsecích činil max. 24 hod. Následovalo osazení čedičových dnových žlabů do betonu, montáž čedičových bočnic do ramenátů ve tvaru průřezu stoky, osazení kovových kotev-šroubů M 20, jisticích polohu čedičových bočnic a jejich soudržnost s okolním betonem. Poslední fází bylo dokončení betonáže až po úroveň horních hran bočnic, demontáž L profilů a dozdění zbývajících prostorů kanalizačními cihlami.

Závěr

Havárie Trojského sběrače byla v historii existence pražské kanalizace ojedinělá jak co do rozsahu a významu, tak co do technické a finanční náročnosti při její likvidaci. Veškeré náklady související s její likvidací, včetně projektových a průzkumných prací přesáhly 120 mil. Kč.

Iniciační mechanismus vzniku havárie není zcela jasný. Pravděpodobně je buď tahové porušení zděné stoky vnitřním přetlakem nebo razantní eroze v místě lokálně nekvalitního a náhle uvolněného zdiva při přívalových průtocích, které se vyskytovaly v době vzniku havárie. V obou případech se však na vzniku a dalším průběhu mimořádně rozsáhlé havárie nepochybně podílely volné prostory za rubem ostění buď formou absence podpory ostění při porušení přetlakem či formou „kapes“, umožňujících po prvním narušení ostění další ničivou erozi a destrukci.

Po vzniku první velké kaverny a propadu, kdy docházelo na stoce k transportu velkého množství materiálu, vznikaly v bocích a dně stoky výtluky, případně se opakoval postup ucpání – natlakování

- následného prasknutí konstrukce a vytvoření kaverny s tím, že transport vyplavené horniny z poruch ve vyšších partiích stoky průběh destrukce značně urychloval.

Existují ovšem i další vlivy, které se větší či menší měrou na vzniku havárie mohly podílet:

- Situativní vedení trasy sběrače v souladu s územně plánovací dokumentací bez ohledu na existující velmi nepříznivé geologické a hydrogeologické místní podmínky, na které však bylo v rámci geologického průzkumu upozorněno.
- Výškové vyvinutí trasy odpovídající morfologii terénu a z toho resultující připuštění vysokých rychlostí větších průtoků.
- Použití běžných stavebních materiálů, které se osvědčily ve standardních podmínkách pražské stokové sítě, avšak nevyhovovaly extrémním průtokovým a rychlostním poměrům. Použití běžné technologie ražby a dočasného vystrojení podzemního díla s ponecháním dřevěných pažin ve štole po vyzdívce stoky.
- Nedůsledné zaplňování v daných podmínkách zákonitě vznikajících nadvýlomů.
- Nevyužití možnosti vybudovat v rámci stavby propojení paralelního starého sběrače se sběračem novým pro potřeby revizí, čímž vlastně byla již předem omezena možnost jejich bezrizikového provádění.

Protože se v průběhu dalších dvou let vyskytly na pražské stokové síti sice menší, avšak obdobné havárie s propady území a destrukcí stoky, mající původ obdobný jako havárie Trojského sběrače, učinil s.p. PKVT následující opatření a zásady, které postupně realizoval a hodlá je napříště aplikovat při stavebních pracích na pražské stokové síti:

Při projektové přípravě staveb stok pražského normálu či jejich rekonstrukcích se věnuje mimořádná pozornost:

- sklonovým a rychlostním poměrům
- volbě stavebních materiálů s preferencí čedičových prvků, pro které byla výrobcem Eutit s.r.o. a PKVT s.p. zpracována technická dokumentace, zahrnující jednotlivé rozměrové třídy stok
- všem opatřením, směřujícím k provedení dnové části stok určitým poklesy a uvolnění opěr kleneb
- použitím výztuže pro zvýšení pevnosti klenby v tahu pro případ tlakového režimu proudění

O likvidaci havárie se zasloužily tyto firmy a instituce:

- Ingutis s.r.o.
- Inset s.r.o.
- Kankol s.r.o.
- ČVUT
- Eutit s.r.o.
- PKVT s.p.
- MHMP
- OBÚ Kladno

Autorský kolektiv tvořili:

- Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.
- Ing. Štěpán Moučka
- Ing. Ludvík Hegrlík
- Josef Pastor
- Ing. Jiří Šejnoha



EUTIT s.r.o.
Stará Voda 196
353 01 Mariánské Lázně
Czech Republic

ISO 9001

