

VYBRANÉ HAVÁRIE ZDĚNÝCH STOK V PRAZE

Jan Řehoř¹

Abstract

In Prague, the capital of the Czech Republic, negative economic impacts and often significant financial damage can be the result of an occasional sewer breakage. Even though there were no cases of human loss in the last couple of years, there is a high potential that larger scale sewer breakages under adverse circumstances can sometimes lead to life threatening situations. For those reasons we feel that it is important to introduce examples of accidents in storm water and wastewater sewer systems to the engineering community and try to summarize the primary causes of their emergence. Our focus is directed exclusively to masonry sewer systems. We would like to outline different methods of their restoration and draw conclusions for preventive measures. Considering the magnitude of the sewer systems in Prague we can expect that various accidents cannot be completely prevented from occurring and will be more likely experienced in the future. The implementation of preventive measures and best management practices can significantly decrease the impact or even help prevent failures in the storm water and wastewater systems in the future.

Úvod

Havárie kanalizace na území hlavního města Prahy jsou občasným nežádoucím jevem způsobujícím velké majetkové škody. Se ztrátami na životech jsme se sice v posledních letech nesetkali, ale rozsahy největších havárií můžou v případě nepříznivých okolností vést i k takovýmto situacím. Z těchto důvodů si dovoluujeme seznámit odbornou vodohospodářskou veřejnost s příklady těchto havárií, obecně shrnout příčiny jejich vzniku. Pozornost je soustředěna výhradně na zděné stoky, které tvoří v Praze hlavní kmenové sběrače. Cílem článku je naznačit způsoby jejich oprav a vyvodit závěry pro preventivní opatření. Vzhledem k rozsahu kanalizačního systému Prahy lze očekávat výskyt dalších havárií, přičemž tomuto jevu není možné zcela zabránit. Preventivními opatřeními však lze částečně těmto událostem předcházet a eliminovat jejich rozsah do budoucna.

Havárie, co to je? Jak jí předcházet?

Havárie kanalizace je mimořádná událost, nehoda či katastrofa, jež vedla ke zničení nebo poškození kanalizačního zařízení, lidského zdraví či života nebo vede k rozsáhlým ekologickým nebo hospodářským škodám. Haváriím lze účinně zabránit především průběžným sledováním chování stokového systému v čase - průzkumem. Průzkum rozdělujeme na jeho optickou část, kdy pracovník prochází stokou (u neprůlezných stok za pomocí robota) a vizuálně zaznamenává narušení stoky, praskliny, chybějící cihly, narušené spáry, apod. V druhé fázi dochází ke geofyzikálnímu průzkumu zjišťujícím stav prostředí za ostěním stoky, rozvolněné prostředí, chybějící materiál, kaverny apod. Podle rozsahu zjištěných závad lze rozhodnout jak danou situaci řešit.

¹ Ing. Jan Řehoř, firma KO-KA s.r.o. Thákurova 7, Praha 6, tel. 224 355 459, e-mail: rehor@ko-ka.cz

Narušení zděných stok může být způsobeno:

- a) narušením konstrukce stoky zevnitř vymletím spár, vyrazení cihel – obvykle ve stokách s větším spádem
- b) narušením konstrukce stoky vnějšími silami – dynamické zatížení od dopravy, zvětšení zatížení stoky oproti původním předpokladům
- c) stavba jiných inženýrských sítí v těsné blízkosti stoky, případně havárie vodovodů v okolí stokového systému
- d) nekvalitní provedení obetonování zdiva již při její stavbě, zejména v 70-letech horní části stoky umístěné v ražbě bývají neobetonovány, následné natlakování a prasknutí stoky
- e) narušení stoky zevnitř, vznik netěsnosti a vsakování vody ze stoky do okolí. Dochází k proudění vody podél stoky v jejím podloží s vynášením okolního materiálu stoky
- f) narušení stoky účinkem proudění podzemních vod v okolí stoky, případně hydrostatickým tlakem
- g) přetížení kanalizačního systému vlivem dočasných nebo trvalých úprav na povodí v rámci jiných staveb
- h) přetížením stoky vnitřním přetlakem způsobeným extrémními vnějšími vlivy - například povodeň

Kanalizační systém hlavního města Prahy zahrnuje přibližně 580 km zděných stok. Dále budou uvedeny příklady havárií způsobené některými z výše uvedených důvodů na stokách v Praze.

Havárie kanalizace – Trojská (1996)

V ulici Trojská se nachází dva sběrače. První, starý budovaný v 30-tých letech jako vejčitá stoka byl nahrazen v 70-tých letech novým vejčítým zděným profilem 1000/1750 a 1200/2000mm. Starý sběrač fungoval pouze pro odvodnění ulice Trojská, nový sběrač převzal jeho funkci a odváděl hlavní povodí. Splaškový průtok se pohybuje kolem 70 l/s, maximální dešťový kolem 7000 l/s. Sklon sběrače je cca 50 ‰.

Začátkem července roku 1996 došlo k havárii na novém sběrači s relativně rychlým průběhem. Konce června byly při pravidelné prohlídce oddělovače v dolní části stoky kanalizační cihly, následující deště velké intenzity znemožnily provedení prohlídky sběrače. Dne 4.7 se 20 m od tramvajové tratě v zelené ploše vytvořil trychtýřový propad hloubky 12 m a průměru 16 m. Byl to první projev, na který navazovaly další, o cca 100 m níže došlo k dalšímu propadu o týden později.

Po přepojení toku byla provedena řádná revize stoky s tím, že bylo odhaleno cca 15 velmi rozsáhlých poškození stoky doprovázených kavernami různých velikostí s tím, že největší dosahovala 6 m výšky a cca 15 m délky. Při radarovém průzkumu byly odhaleny další kaverny a téměř v celé délce stoky nedostatečné zaplnění nadvýlomu a zbytkového prostoru štol vzniklého při budování stoky. Státní stavební dohled nařídil vyklizení domu č.p. 256 jehož stabilita byla ohrožena. Po stabilizaci kaveren stříkaným betonem v kombinaci se sítěmi došlo k zpracování alternativ řešení opravy stoky. V předstihu před vlastní opravou stoky byla provedena v celém úseku dvoustupňová nízkotlaká injektáž do bezprostřední blízkosti stoky, aby došlo ke stabilizaci stávajících nepoškozených úseků. Dolní část stoky byla vybourána do výše 10 řad cihel se zajištěním stability stoky pomocnou konstrukcí. Následně došlo k osazení čedičových žlabů do betonu včetně bočnic s dozděním cihel. V úsecích celkové destrukce stoky byla dozděna jako celek.

Mechanismus iniciačního poškození ostění kanalizační stoky nebyl jednoznačně jasný. Pravděpodobné bylo buďto tahové porušení ostění vnitřním přetlakem nebo rasantní eroze v místech lokálně nekvalitního a náhle uvolněného zdiva při přívalových průtocích. V obou případech se však vzniku a dalšímu průběhu mimořádně rozsáhlé havárie nepochybně podílely volné prostory za rubem ostění stoky. Náklady na opravu havárie se pohybovaly v řádech desítek miliónů Kč.



Obr. 1 – Havárie kanalizace Trojská

Havárie kanalizace - Českobrodská (2002)

V ulici Českobrodská se nachází zděná stoka 700/1250 mm ve sklonu cca 50 ‰. Průměrný splaškový průtok je cca 30 l/s, dešťové průtoky dosahují hodnot až 3700 l/s při rychlostech 5 m/s. Dne 5.8.2002 byl po 18-té hodině nahlášen propad v ulici Českobrodská v Praze, následně byl vyrozuměn dispečink PVK a.s. Pro zajištění operativního řešení nápravy byl pracovníky dispečinku přizván generální ředitel PVK a.s. Nápravnými opatřeními byly na místě pověřeny firmy Čermák a Hrachovec, Inset a KO-KA s.r.o. Těsně po vzniku propadu byl na ulici Českobrodská omezen provoz jen do jednoho jízdního pruhu s řízením pomocí semaforů. Propad byl v délce cca 12m, šířce cca 4m a hloubce až na stoku, tj. 4-5,5m. Sanace tohoto propadu byla zahájena neprodleně a zároveň byl zahájen průzkum dalších částí stoky z povrchu. Po zajištění jámy vlastního propadu byla provedena kamerová prohlídka stoky v ul. Českobrodská. Podle průzkumů byl v několika úsecích zjištěn deficit hmot nad stokou a vlastní zděná stoka měla místy popraskané nebo chybějící ostění. Největší poškození stoky bylo nalezeno v těsném okolí propadu a v několika místech nad a pod ním. První týden v září byl proveden v nočních hodinách také průzkum prostoru za ostěním stoky zevnitř.

Stoka je dle předběžných hydrotechnických výpočtů i dle „Generelu odvodnění Hl. m. Prahy“ nekapacitní v celé délce. Trvalým přetěžováním a vnitřním přetlakem došlo k jejímu

poškození, které vedlo až k propadu terénu. Vzhledem k tomu, že stoka je nekapacitní, bylo od začátku uvažováno o provedení obtoku pro převedení celého průtoku. Tento obtok by byl podle jednotlivých variant řešen buď jako dočasný pro umožnění zkapacitnění stávající stoky nebo jako trvalý, který by po dokončení sanace havárie a opravy stávající stoky zůstal v



Obr. 2 – Havárie kanalizace Českobrodská

provozu jako paralelní stoka. Bylo rozhodnuto vybudovat paralelní stoku z tvárné litiny DN 1200mm. V předchozí fázi však nejprve došlo k sanaci propadu a k sanaci stávající stoky 700/1250mm v rozsahu cca 60 m. K obnově došlo v těžní šachtě rozměru 5,5 x 13,7 m, stoka byla vyzděna z kanalizačních cihel doplněných čedičovými žlaby. Paralelní stoka byla a stále je budována v několika etapách, kompletní dokončení je zatím nejasné vzhledem ke komplikaci s majetkoprávními problémy v oblasti.

Mechanismus iniciačního poškození ostění kanalizační stoky se dal hledat z přilehlých úseků stoky v místě poškození. Ze stavu stoky před havarovaným úsekem bylo zřejmé, že stoka byla narušena rychlým prouděním vody s vymletím spár a lokálním uvolněním cihel. V dlouhodobém horizontu docházelo k pronikání vody do podloží stoky, kde byl vyplavován jemný materiál. Intenzivní srážky na **nekapacitní** stoce pak způsobily prasknutí stoky, která neměla ve svém okolí oporu a během krátké doby došlo k vytvoření velké kaverny.

Havárie kanalizace - Kováků (2007)

V ulici Kováků v Praze 5 se nachází jednotná kanalizace 700/1250 mm. V roce 2007 při stavbě kabelového tunelu Smíchov byly zjištěny přítoky a značné zvodnění přístropí štoly. Uvedená kanalizace byla v těsné blízkosti nad štolou. Proto byl proveden optický průzkum, který však neprokázal výrazné porušení konstrukce stoky. Ražba pod stokou proběhla bez závažných komplikací. Havárie byla způsobena přívalovými dešti odpoledne 9. srpna 2007, které navodily tlakový režim ve stoce a došlo ke zhroucení ostění a zavalení stoky v délce min. 5,0m (rozsah poškození patrný v jámě propadu). Během několika následujících hodin se tato porucha projevila vykomínováním nadloží až na terén, kde vznikla jáma o ploše cca 40m². Současně s tím došlo k usmyknutí litinového vodovodního řadu DN210 a odbočujícího DN80. Vzhledem k celkové situaci byly vodovody mimo prostor jámy zaslepeny a řady odstaveny. V boku jámy bylo také odhaleno zčásti ocelové plynovodní potrubí STL DN350.

S velkou pravděpodobností se jednalo o kombinaci nepříznivých okolností, intenzivní deště, historická stoka a minimální krytí mezi stokou a ražbou tunelu. Ačkoliv nebylo prokázáno vědomé zapříčinění havárie kanalizace stavbou tunelu je možné, že tento aspekt hrál v dané situaci roli. Vzdálenost stoky a klenby tunelu činila pouze 60 cm.



Obr. 3 – Havárie kanalizace Kováků

Havárie kanalizace – Nový Svět (2010)

Ve dnech 15. srpna 2010 došlo k havárii dešťové kanalizace v křižovatce ulic Nový Svět a Černínská. Jedná se o zatrubněný potok Brusnice rozměru 1000 x 1050 mm se žlábkem DN 300 mm. Dolní část stoky je zděná do výšky 0,5 m, horní je zaklenutá z keramických dílců. Ve výše uvedeném dni došlo k nadměrné srážkové události, která způsobila roztrhnutí horní klenby stoky v délce cca 10 m. Stoka je v daném úseku vedena s minimálním krytím bez obetonování s předláždění cihlami. Stoku také křížovalo plynovodní potrubí DN 300 mm a vodovodní potrubí DN 100 mm, které zasahovaly celým svým objemem do stokového profilu.

Vzhledem k možnému opakovanému natlakování byla stoka v celém úseku mezi šachtami 249,54 a 248,60 opravena železobetonovou konstrukcí obdélníkového profilu, stávající potrubí křížující průtok se podařilo odstranit. Vodotěsně byly zajištěny i vstupy do kanalizace a vpusti zaústěné do kanalizace v daném úseku.

Příčinou havárie byla opět kombinace nepříznivých událostí - extrémní srážky s nízkým krytím kanalizace neumožňující krátkodobé natlakování a zmenšení průtokového prostoru jinými inženýrskými sítěmi. Současně probíhaly úpravy na povodí stoky, přepojení pro jiné související stavby, což negativně ovlivnilo průtokový režim ve stoce.



Obr. 4 – Havárie kanalizace Nový Svět

Závěr

Byly představeny 4 největší havárie kanalizace řešené firmou KO-KA s.r.o. v posledních 14 letech. Jejich seřazení je podle chronologického sledu, ale současně tomu odpovídá seřazení sestupně podle intenzity způsobené škody. Od roku 1996, kdy došlo k jedné z největších havárií na kanalizaci v Praze v Trojské ulici, se změnil přístup správce a provozovatele kanalizace k prevenci před haváriemi. Hlavní pražské zděné stoky se začaly systematicky prozkoumávat geofyzikálními a dalšími metodami s návazným vyplňováním volných prostor za ostěním stok injektážemi a sanací trhlin. Po havárii na Trojském sběrači byly provedeny prohlídky vybraných zděných stok o velkém sklonu. Tato preventivní opatření společně s prováděním systematického průzkumu stokové sítě ve vybraných lokalitách a pravidelné revize důležitých objektů na stokové síti jako jsou např. shybky, škrťací tratě odlehčovací komory a úseky stok o velkém sklonu jsou jedinou cestou vedoucí ke snížení rizika opakování havárií s velkými negativními dopady do života urbanizovaných území a s vynaložením velkých finančních prostředků na sanační práce.

Zkušenosti získané z rozboru příčin uvedených havárií a jejich odstraňování podtrhují význam použití náležitě odolných stavebních materiálů pro konstrukce stok a dodržování technologických postupů při jejich výstavbě.

Poděkování

Děkuji Ing. Petru Sýkorovi, Ing. Michalu Dolejšovi z firmy PVK a.s. a kolegovi Ing. Štěpánu Moučkově za pomoc a poskytnuté podklady.

Literatura

1. Prof. Ing. Jiří Barták, Drsc. : Sanace kanalizace v Trojské ulici – posouzení stability ostění při injektážních pracích.
2. Projektová dokumentace k jednotlivým akcím č. 10/98,11/98 12/98, - Obnova sběrače Trojská, 196/2002 – Českobrodská - havárie kanalizace, 524/2007 – Kováků – havárie stoky, 777/2010 – Nový svět – havárie stoky zpracováno fy KO-KA s.r.o.