

INFILTRACE DO DOMOVNÍCH PŘÍPOJEK

Ivan Princ¹

Abstract

Sewer systems constitute a very significant patrimony in European cities. Their structural quality and functional efficiency are key parameters to guarantee the transfer of domestic and trade wastewater to treatment plants without infiltration or exfiltration.

The paper shows analysis several damages occurring on the house connections, their causes and influence on the amount of infiltration water to sewer system by HC or exfiltration of wastewater from HC to environment. Further is concern of obtaining the data and statistical evaluation and determination approach of infiltration and exfiltration amount.

Úvod

Domovní kanalizační přípojky patří k nejvíce opomíjeným částem celého stokového systému a jak ukazují výsledky průzkumu v USA mohou se podílet až 50 % na celkové infiltraci balastních vod, rovněž exfiltrace z domovních přípojek je významná, jedná se o ochranu podzemních vod před znečištěním odpadní vodou a ochranu základů jednotlivých nemovitostí.

Úkol infiltrace a exfiltrace odpadních vod do / z domovních přípojek je jednou ze součástí projektu s názvem Assessing Infiltration and Exfiltration on the Performance of Urban Sewer System – APUSS (Vliv infiltrace a exfiltrace na účinnost stokové sítě v urbanizovaném území). Tento projekt spadá do 5. rámcového programu EU, je členěn do třech pracovních oblastí, které zahrnují 12 pracovních skupin. Na projektu spolupracuje 10 partnerů ze 7 zemí Evropy.

Cíl

Cílem je určit celkové množství jednak balastních vod, které se dostanou určitým způsobem do domovních přípojek (infiltrace). Stanovení míry infiltrace je založeno na měření v terénu v konkrétních lokalitách a na fyzikálním modelu v laboratoři. Dále vyvinout nové metody, které budou testovány na lokálním malém povodí a ověřovány na větším povodí různých měst.

Celý APUSS projekt má za cíl vytvořit pro vlastníky rozhodovací proces k posouzení účinnosti jejich stokové sítě a k výběru investiční strategie při následných opravách a rekonstrukcích.

Problematika infiltrace

Balastní vody jsou veškeré vody, které se dostaly do stokové sítě jednak infiltrací tj. průnikem z okolního prostředí (obvykle zeminy) do poškozených stok či kanalizačních přípojek trhlinami otvory či netěsnými spoji v místech pod hladinou podzemní vody či v blízkosti významných ztrát z vodovodního potrubí, hovoříme o tzv. plošných (difúzních) zdrojích. Další skupinu balastních vod tvoří tzv. bodové zdroje jako je zaústění potoků a vsakovacích

¹ Ing. Ivan Princ, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Laboratoř ekologických rizik městského odvodnění – LERMO, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tel: 224355412, email: princ@lermo.cz

systemů, případy z vodojemů a fontán či chladicí voda, tato druhá skupina zdrojů – bodových zdrojů balastních vod nebyla ještě v nedávné minulosti hodnocena jako balastní vody, jelikož při návrhu městského odvodnění se vycházelo z tzv. Horlerovy definice, která se objevila v nepatrných obměnách či předpisech téměř všech evropských zemí. Balastní vody lze rozdělit rovněž dle časového výskytu – na balastní vody odtékající nepravidelně a balastní vody odtékající kontinuálně

Sanační práce za účelem snižování množství infiltrovaných vod z okolní zeminy jsou zaměřeny především na hlavní stoky a domovní přípojky tak zůstávají v drtivé většině případů opomíjeny a vezmeme-li v úvahu podíl domovních přípojek na celé délce stokového labyrintu (v Praze je to 21 % celkové délky stokové sítě) nabízí se otázka jakou měrou právě domovní přípojky přispívají na celkovém množství balastních vod. Např. podle [3] se uvádí až 50 % - ní podíl domovních přípojek na celkové infiltraci balastních vod.

Podmínky, kdy dochází k infiltraci do domovních přípojek:

- hladina podzemní vody se vyskytuje nad nebo minimálně v úrovni domovní přípojky
- zemina v okolí přípojky musí být dostatečně propustná
- existence preferenčního místa – poškození (netěsné spoje, trhliny apod.)

Infiltrace balastních vod zvyšuje nároky na kapacitu stok a ČOV. Nízká teplota a naředění splaškových vod negativně ovlivňuje biologický proces čištění.

Laboratorní model

Na pracovišti ČVUT - LERMO byl instalován fyzikální model části kanalizační domovní přípojky na kterém byla provedena simulace poruchy potrubí – spoj bez těsnícího „O“ kroužku a následné měření množství infiltrované vody pro různá vysunutí potrubí z hrdla při konstantní hladině bez zásypu, tímto byl simulován průnik vody například ze zatopené kaverny v místě netěsného spoje.

Model pro měření infiltrovaného množství je konstruován jako plechový žlab (o rozměrech délka 6,0 m; šířka 0,8m; výška 0,8m; měřítko 1:1), ve kterém je umístěno kanalizační potrubí. Instalovaný model části domovní přípojky je z trub PVC – U, spojených pomocí pryžových těsnících kroužků. Pro stanovení průtoků je model osazen dvěma měrnými trojúhelníkovými přelivy, kdy jeden je umístěn na vtoku do modelu a jeden na výtoku z modelu. Výtok infiltrované vody je vyveden do oddělené komory a tím oddělen od odtoku vody, která se neinfiltroje do potrubí. Tato metoda byla zvolena z důvodu použití i jiné metody k určení infiltrovaného množství a rovněž tím vznikla možnost dobře vizuálně pozorovat rozdíl v množství infiltrované vody vytékající z potrubí. Při stanovení infiltrovaného množství se vycházelo z rovnice

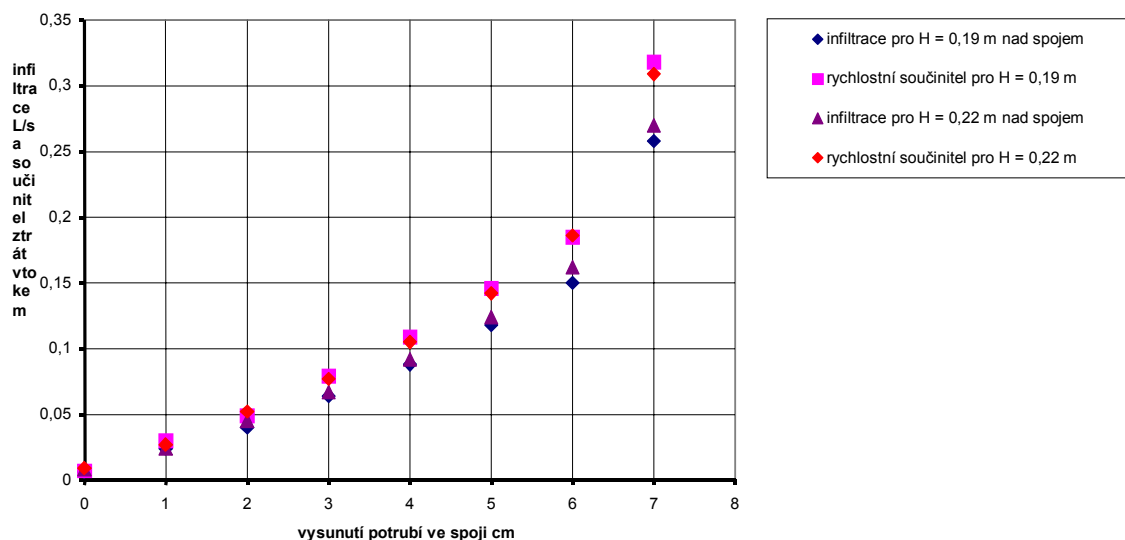
$$Q = \varphi \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (1)$$

kde Q je infiltrované množství, S je průtočná (infiltrační) plocha, H je výška vody nad spojením, φ je vtokový ztrátový rychlostní součinitel, g je tíhové zrychlení.

Laboratorní model umožňuje měnit různé podmínky zásypu (typ půdního prostředí, výška hladiny podzemní vody, nasycenost prostředí, materiál potrubí) pro různé základní veličiny (průměr DN, sklon) a simulovat tak různá poruchy poškození (velikost děr a trhlín, jejich počet, překážky) při různém počátečním průtoku.

Velikost či existence infiltrační plochy závisí na mnoha podmínkách např. stáří, zatížení, stavební provedení apod. v našem laboratorním měření byla velikost infiltračního místa daná jako plocha mezikruží odpovídající rozdílu vnitřního profilu hrdla a vnějšího průměru potrubí. Na modelu se zjišťovalo jednak infiltrující množství a jednak hodnoty rychlostního součinitele na vtok do potrubí (viz *Graf 1*).

Graf. 1 Závislost infiltrace a ztrátového rychlostního součinitele na vysunutí potrubí.



Tab. 1 Podíl balastních vod v jednotlivých městech poskytnutých provozovateli stokové sítě (názyv lokalit neuvedeny)

Tab. 3 Netěsná domovní přípojka ve spoji

| místo | rok | plocha ha | nátok na ČOV m ³ /rok | odhad balastní vody | |
|-------|------|--------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | | | | % | m ³ /rok |
| A | 1995 | 1200 | 7444000 | 10 | 744400 |
| | 1996 | | 7501000 | | 750100 |
| B | 1995 | 1600 | 2800730 | 10 | 280073 |
| | 1996 | | 2749641 | | 274964,1 |
| C | 1995 | 1400 | 4261600 | 30 | 1278480 |
| | 1996 | | 4305000 | | 1291500 |
| D | 1995 | 710 | 1478400 | 20 | 295680 |
| | 1996 | | 1439600 | | 287920 |
| E | 1995 | 163 | 1770014 | 67 | 1185909 |
| | 1996 | | 1754161 | | 1175288 |
| F | 1995 | 254 | 963830 | 57 | 549383,1 |
| | 1996 | | 908755 | | 517990,4 |

| podíl v rámci balastních vod z hypoteticky se vyskytujícího poškození přípojky v dané lokalitě | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------------------------|---------|-----------|---------|
| místo | celk. balast | plocha | netěsná přípojka ve spoji | | | |
| | | | H = 0,19m | | H = 0,22m | |
| | m ³ | ha | X = 0cm | X = 7cm | X = 0cm | X = 7cm |
| | | | % | % | % | % |
| A | 744400 | 1200 | 0,03 | 1,09 | 0,03 | 1,15 |
| B | 280073 | 1600 | 0,07 | 2,9 | 0,09 | 3,05 |
| C | 1278480 | 1400 | 0,01 | 0,64 | 0,02 | 0,67 |
| D | 295680 | 710 | 0,06 | 2,75 | 0,09 | 2,89 |
| E | 1185909 | 163 | 0,02 | 0,69 | 0,02 | 0,72 |
| F | 549383 | 254 | 0,03 | 1,48 | 0,05 | 1,55 |

Měření

Pro účel měření se ve spolupráci s Pražskými vodovody a kanalizacemi (PVK, a.s.) vybraly reprezentativní experimentální oblasti s rozdílným typem zástavby (historické centrum Prahy, sídliště a vilová čtvrť), vlastnostmi potrubí (různé stáří, materiál a sklon), polohou podzemní vody a půdním prostředím. Jedná se o oblasti v Praze: Karlín, Hrnčiče, Radotín, Ďáblice. Měření infiltrace je založeno na bilanci přítoku a odtoku odpadní vody v domovní přípojce. Rozdíl dává množství získané nebo ztracené vody v závislosti na druhu poruchy. Takto získané údaje sběrem dat v terénu, tedy přímým izolovaným měřením jednotlivých přípojek a množství infiltrované vody vyjádřit například jako lineární funkci více proměnných tedy :

$$Infil. = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot X_i \quad (2)$$

kde X_i resp. Y_i představují proměnné (faktory) ovlivňující infiltraci, α_i a β_i jsou parametry jednotlivých proměnných určené metodou nejmenších čtverců.

Měření v prvním experimentálním povodí Hrnčiče probíhá. Poškození potrubí se dokázalo inspekcí kamerovými zkouškami. Jako měřicí přístroje jsou použity hladinoměry Fiedler, které jsou osazeny na konci domovních přípojek. Přítok odpadní vody je znám ze spotřeby vody.

Závěr

Domovní přípojky, jak ukazuje měření v laboratorním modelu, mohou být významným zdrojem balastních vod. Vezmeme-li v úvahu, že v modelu byla simulován pouze netěsný spoj a že stav domovních přípojek je mnohdy, jak ukazují TV inspekce havarijní, bude nutné se na domovní přípojky více zaměřit v rámci sanací stokového systému.

Literatura

- [1] sborník EU
- [2] ČSN 756101 Stokové sítě a kanalizační přípojky (1994)
- [3] Curtis and Krutsch (1993) ve studii pro Sewerage Agency of Washington County)