

EXFILTRACE Z DOMOVNÍCH PŘÍPOJEK

David Kohout¹

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 exfiltration of wastewater from HC to environment. Further is concern of obtaining the data and statistical evaluation and determination approach of exfiltration amount.

Úvod

Domovní kanalizační přípojky patří k nejvíce opomíjeným částem celého stokového systému. Exfiltrace z domovních přípojek je významná, jedná se o ochranu podzemních vod před znečištěním odpadní vodou a ochranu základů jednotlivých nemovitostí.

Úkol exfiltrace odpadních vod 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 pro rozvoj vědy a technologií.

Cíl

Cílem je určit celkové množství nebo kolik odpadní vody vyteče z potrubí domovních přípojek (exfiltrace). Stanovení míry infiltrace a exfiltrace je založeno na měření v terénu v konkrétních lokalitách a na fyzikálním modelu v laboratoři. Snahou je 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 exfiltrace

Hlavním problémem exfiltrace je kontaminace podzemních vod a pramenů. Takto vytékající odpadní voda z jakkoliv porušeného potrubí, proudí půdním prostředím a přímo ohrožuje lidské zdraví.

Z hlediska stavebního proudící voda půdním prostředím vymývá postupně jednotlivé frakce zeminy obsypu a tím se vytvářejí kaverny, které ohrožují základy budov, inženýrské sítě a propadají se komunikace.

Dále výtok odpadní vody ovlivňuje pokles hodnoty usazovací rychlosti, což má za následek zanášení dna potrubí splaveninami a tím se zvyšují náklady na údržbu stokové sítě.

² Ing. David Kohout, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Laboratoř ekologických rizik městského odvodnění – LERMO, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tel: +420 2 2435412, email kohoutd@lermo.cz,

Teorie exfiltrace:

Řídící rovnice exfiltrace je funkcí výtoku otvorem a prouděním půdním prostředím.

Výtok otvorem pro neustálené proudění $Q = f(t)$, kde $v \neq \text{konst.}$ a $Q \neq \text{konst.}$:

$$v = \varphi \cdot \sqrt{2gh} \Rightarrow Q = \varphi \cdot \varepsilon \cdot S \cdot \sqrt{2gh} \quad (1)$$

kde φ je rychlostní součinitel, ε je součinitel zúžení, S je plocha zúženého průřezu.

Proudění vody v proměnlivě nasyceném pórovitém půdním prostředí dle [1]

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \text{div}(K \cdot \text{grad}h + K_0) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \cdot \frac{\partial h}{\partial z} + K \right) \quad (3)$$

kde θ je vlhkost zeminy, K je hydraulická vodivost (m/d), h je tlaková výška (m)

Okrajové podmínky (maximum exfiltrace):

- celkový odtok vody z domu tzn. ze všech zařizovacích předmětů z domácností, dešťové vody ze střech a nelegální připojení (drenážní vody)
- vzduťá hladina odpadní vody z uliční stoky do domovní přípojky (zpětné klapky jsou pouze doporučeny)

Vyřešením rovnic (1) a (2) nebo (3) dostaneme množství exfiltrace, avšak teoretické, které je nutno dokázat měřením.

Podmínky pro výskyt exfiltrace z domovních přípojek:

- poloha hladiny podzemní vody je pod potrubím domovní přípojky
- potrubí musí být porušeno
- přípojka je uložena alespoň částečně v propustném podloží a v nenasyčeném půdním prostředí. Je-li potrubí v nepropustném prostředí např. jílu, k exfiltraci nedochází. Rovněž nedochází v totálně zvodněném prostředí (např. infiltrace vody po dešťové události)

Druhy poruch a jejich příčiny

Nejdříve byl vytvořen seznam jednotlivých nejčastějších poruch a jejich ovlivňujících příčin, které se mohou vyskytnout na domovní přípojce. Přehledně byla zpracována vztahová matice, z které jsou patrné nevýznamné nebo nejvýznamnější poruchy, na které je třeba se při měření zaměřit. Vzájemné interakce jsou obodovány a na tomto základě je stanoveno pořadí jednotlivých příčin (viz Tab. 1).

Druhy poruch jsou: netěsnosti ve spoji (v hrdlech, u šachty, v napojení na uliční stoku), vypadlý střepek, překážky (přesazené potrubí, kořeny, sedimenty, inkrustace), trhliny, koroze, deformace. Ovlivňující faktory jsou: poloha hladiny podzemní vody, propustnost půdního prostředí, druh materiálu, stáří, zatížení dopravou, životnost, provedení, deštné nebo bezdeštné období).

Nejvýznamnější poruchou je napojení domovní přípojky na uliční stoku. Toto bývá způsobeno jednak nekvalitně vloženým potrubím a tímto špatně provedeným spojem dochází k exfiltraci. Za druhé je nedostatečně zhutněn obsyp a zásyp, při vertikálním zatížení (např. z komunikace) dochází ke stlačení obou potrubí a právě ve spoji vznikne netěsnost. Výhodou je použití kameninových rour, která jsou odolnější oproti PVC potrubí, protože kamenina není pružná a spoj není namáhán.

Tab. 1 Vztahová matice, příklad pro exfiltraci

exfiltration		poruchy														faktory	
		netěsné spoje			překážky			korozí		trhliny			jiné			suma	pořadí
		špatný spoj	nápojení na ulič. stoku	nápojení na šachtu	sedimenty	inrustace	kočery	přesah potrubí do ul. stoky	vnější	vnitřní	podélné	příčné	radialní	abrazí	deformace		
faktory	vysoká propustnost	5	5	5	2	1	2	1	3	1	5	5	5	1	3	3,1	9
	střední propustnost	3	3	3	1	1	2	1	2	1	3	3	3	1	1	2,0	1
	materiál	4	4	4	1	1	2	1	1	1	3	3	1	1	4	2,2	2
	typ oblasti	3	3	3	3	2	5	1	2	2	2	2	2	3	3	2,5	5
	deštné období	5	5	5	5	5	3	5	1	1	3	3	2	3	1	3,4	11
	životnost	5	5	5	3	5	5	2	3	3	5	5	5	3	5	4,2	13
	údržba	3	3	3	3	3	2	3	3	3	5	5	5	3	1	3,2	10
	provedení	5	5	5	1	1	-	3	1	-	2	4	1	1	5	2,8	8
	agresivní prostředí	3	3	3	1	1	1	1	5	-	3	3	3	1	1	2,2	3
	agresivní voda	2	2	2	2	5	1	1	1	5	3	3	3	3	1	2,4	4
	svislé zatížení	5	5	5	1	1	1	2	1	1	5	5	1	1	5	2,8	7
	pulsující HPV	3	3	3	1	1	3	3	3	1	2	5	1	1	5	2,5	5
stáří	4	4	4	2	4	3	1	4	4	4	4	4	4	4	3,6	12	
poruchy	suma	3,8	3,8	3,8	2,0	2,4	2,5	1,9	2,3	2,1	3,5	3,8	2,8	1,9	3,0		
	pořadí	11	11	11	3	6	7	1	5	4	10	11	8	1	9		

legenda:

1	0	%
2	25	%
3	50	%
4	75	%
5	100	%

Měření v terénu

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, Hrnčíře, Radotín, Ďáblice.

Měření v experimentálním povodí Praha Petřiny nyní probíhá. Poškození potrubí se dokázalo inspekcí kamerovými zkouškami. Byly zjištěny špatné spoje a netěsně provedené napojení potrubí na šachtu. Tyto poruchy byly klasifikovány na základě normy ATV M143 (používané v zemích Evropské unie) jako drobné a poruchy menšího rozsahu. Byla zvolena standardní metoda, obdobně jako zkouška vodotěsnosti, založená na naplnění průměru potrubí vodou do určité úrovně, v našem případě revizní šachta a následně měření poklesu hladiny. Úbytek objemu za časovou jednotku dává množství exfiltrace z této stoky. Námi naměřená hodnota a přepočítaná na délku potrubí byla $0,004 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Aby tato hodnota byla vypovídající a reprezentativní, je třeba provést více měření, pro co nejvíce různých podmínek.

Takto získané údaje sběrem dat v terénu, tedy přímým izolovaným měřením jednotlivých přípojek a množství exfiltrované, resp. infiltrované kapaliny vyjádřit například jako lineární funkci více proměnných tedy :

$$Exfil. = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot Y_i \quad (4)$$

kde Y_i představují proměnné (faktory) ovlivňující exfiltraci, α_i je parametr jednotlivých proměnných určené metodou nejmenších čtverců.

Závěr

Domovní přípojky, jak ukazuje měření, mohou být významným polutantem okolního prostředí, či podzemní vody. 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. CÍSLEROVÁ, M.: *Transportní procesy* (1998), ČVUT Praha, ISBN 80-01-01866-0
2. ČSN 756101: *Stokové sítě a kanalizační přípojky* (1994), CNI Praha
3. WATER ENVIRONMENT FEDERATION: *Control of Infiltration and Inflow in Private Building Sewer Connections* (1999), Alexandria, VA (USA), ISBN 1-57278-160-2

V článku byly použity výsledky prací z APUSS č. EVK-2000-22001 a GAČR č. 530/111/830