ANALÝZA STOKOVEJ SIETE V MESTE TRNAVA

ANALYSIS OF SEWAGE IN THE CITY OF TRNAVA

Marek Šutús¹, Gergély Rózsa,¹ Štefan Stanko¹

marek.sutus@stuba.sk

¹Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Radlinského 11, 810 05 Bratislava

Abstrakt

Typickým objektom na jednotných stokových sieťach sú odľahčovacie komory, ktoré slúžia na reguláciu prietoku dažďovej vody. Ich úlohou je znížiť množstvo dažďovej vody privádzaných na čistiareň odpadových vôd a tým ju ochrániť pred preťažením. Tieto vody sú zmesou splaškových vôd a vôd z povrchového odtoku, a preto obsahujú rôzne kontaminanty. V meste Trnava bola zaznamenaná znížená kvalita vôd v recipiente Trnávka. Je preto potrebné zistiť aktuálny stav týchto komôr a zistiť či spĺňajú súlad s aktuálnymi environmentálnymi predpismi.

Klíčová slova

Stoková sieť, odľahčovacia komora, znečistenie

Abstract

A typical object on uniform sewer networks are relief chambers, which serve to regulate the flow of rainwater. Their task is to reduce the amount of rainwater supplied to the wastewater treatment plant and thus protect it from overload. These waters are a mixture of sewage and surface runoff water and therefore contain various contaminants. In the city of Trnava, reduced water quality was recorded in the Trnávka recipient. It is therefore necessary to determine the current state of these chambers and to determine whether they comply with current environmental regulations.

Key words

Sewerage, combined sewer overflow, pollution

1 ÚVOD

Poznáme dva typy kanalizačných systémov: delený a jednotný. V delenom máme separované potrubie pre splaškovú vodu a dažďovú v jednotnom prúdi všetko v jednom potrubí.

"Mestské drenážne systémy odvádzajú dva typy prietokov: odpadovú a dažďovú. Dôležitou etapou v histórii mestskej kanalizácie bolo napojenie odpadových vôd na priekopy a prírodné toky, ktorých pôvodnou funkciou bolo odvádzanie dažďovej vody." [1].

2 STOKOVÝ SYSTÉM V MESTE TRNAVA

V rámci existujúceho intravilánu, mesto Trnava vybuďovalo mechanicko-biologickú čistiareň odpadových vôd, ktorá je napojená na verejnú kanalizáciu. Čistiareň sa nachádza v blízkosti obce Zeleneč, južne od Trnavy. Kanalizačný systém odvádzá dažďové, priemyselné a odpadové vody.

Charakter stokovej siete je jednotný. Stoková sieť má približnú dĺžku 111,3 km ku roku 2015 a na túto sieť je pripojených aj ďalších 36 obcí v okolí Trnavy. V centre mesta a v starších budovách je stoková sieť preťažená a zastaralá, respektívne poddimenzovaná. Toto preťaženie sprevádza aj zvýšené prevádzkové ťažkosti a je čiastočnou príčinou pluvialných povodní. Na zabezpečenie priameho odtoku dažďových vôd do recipientu sa na stokovej sieti nachádza 22 odľahčovačov komôr. Na odvádzanie dažďových vôd z priemyselnej zóny PSA a Technopol je vybudovaná samostatná dažďová kanalizácia. Tieto vody sú tiež odvádzané do recipientu Trnávka [2].

Obr. 1 Stoková sieť mesta Trnava.

3 METODIKA

Pokiaľ sa na stokovej sieti nachádza viac ako 10 odľahčovacích komôr, je potrebné stanoviť počet prípadov odľahčenia a vykonať odborné posúdenie odtokových a zrážkových pomerov, pričom každá OK musí spĺňať základné kritérium - zmiešavací pomer [3].

Podľa § 6 odstavca 3 Nariadenia vlády č. 269/2010, je zmiešavací pomer definovaný ako "pomer priemerného denného prietoku komunálnych odpadových vôd v nedaždivom období k prietoku vody z povrchového odtoku, ktorý je vypúšťaný do čistiarne odpadových vôd počas dažďa." Minimálny pomer má hodnotu 1:4.

Pri čase odtoku cez kanalizačnú sieť ku OK 15 minút alebo viac, počet prípadov odľahčenia nesmie prekročiť 15 krát za rok. Pri čase kratšom ako 15, počet prípadov odľahčenie nesmie v dlhodobom priemere prekročiť 20krát za rok [3].

Meranie prietoku

Podmienky pre meranie neboli ideálne. Vo väčšine prípadoch merania bola sedimentácia na dne, upchatie ale aj kontaminácia OK. Merania boli vykonané medzi 8:00 až 11:00, v časoch predpokladaného priemerného alebo nadpriemerného prietoku.

Tab. 1 Merané hodnoty hĺbky a prietoku.

Označenie	OK 1	OK 2	OK 3	OK 4	OK 5	OK 6	OK 7	OK 8	OK 9	OK 10	OK 11
Hĺbka [mm]	30	200	50	200	150	400	150	100	30	50	200
Rýchlosť [m.s ⁻¹]	0,4	0,3	1,35	0,2	0,2	0,05	0,5	0,1	0,4	0,7	1
Označenie	OK 12	OK 13	OK 14	OK 15	OK 16	OK 17	OK 18	OK 19	OK 20	OK 21	OK 22
Hĺbka [mm]	500	50	300	300	100	400	550	100	20	50	
Rýchlosť [m.s ⁻¹]	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,35	0,2	0,2	0,1	0,2	

Pre výpočet zmiešavacieho pomeru je potrebné určiť prítok do OK. Prítok bol stanovený na základe meranej hĺbky a rýchlosti.

$$v_{zv} = \sqrt{\frac{2g * (p + h_p + i_0 * l - m * D)}{\alpha + \xi_{vt} + \lambda * \frac{l}{D}}} \quad (1)$$

Rýchlosť prúdenia v škrtiacej stoke sa vypočíta podľa rovnice (1), kde: g (m/s²) - gravitačné zrýchlenie, p (m) - výška tlaku vody nad odtokom škrtiacej klapky, h_p (m) - výška prepadu, i_0 (-) - sklon odtoku škrtiacej klapky, l (m) - dĺžka odtoku škrtiacej klapky, m (-) - koeficient na určenie tlakového vedenia, D (m) - priemer odtoku škrtiacej klapky, α (-) - Coriolisovo číslo, ξ_{vt} (-) - koeficient miestnych strát na vstupe do škrtiacej klapky, λ (-) - koeficient trenia.

$$Q_{odt} = v_{zv} \frac{\pi * D^2}{4} \quad (2)$$

Prietok v škrtiacej stoke sa následne vypočíta podľa rovnice (2), kde: v_{zv} (m/s) - rýchlosť v škrtiacej stoke, π (-) - Ludolfovo číslo, D (m) - priemer potrubia.

Pri niektorých potrubíach musela byť prietoková plocha odhadnutá, nakoľko nie všetky potrubia mali kruhový priemer.

Zmiešavací pomer

Na posúdenie budeme uvažovať zo stavom keď začne voda prepadať cez priepadovú hranu.

$$n = \frac{Q_{odt}}{Q_{24}} - 1 \quad (3)$$

Zmiešavací pomer vypočítame podľa rovnice (3), kde: Q_{odt} (m³.s⁻¹) - prietok do ČOV počas dažďa, Q_{24} (m³.s⁻¹) - priemerný denný prietok v beždaždovom období.

Počet odľahčení

Na základe odhadovaného času dotoku 15 minút a orografických charakteristík pre stanicu Trnava - Vrútky bola stanovená výdatnosť blokového dažďa.

$$m_0 = \left[(1 - \tau) * \left(Q_m * \frac{n_0}{Q_d} \right)^{0,83} * \left(1 + c_1 * \frac{\log}{p} \right) + \tau \right]^{-3} \quad (4)$$

Počet odľahčení bol vypočítaný podľa rovnice (4), kde: τ (-) - klimatický koeficient, c_1 (-) - miestny koeficient, Q_m (l.s⁻¹) - priemerný prietok komunálnej odpadovej vody, Q_d (l.s⁻¹) - návrhový prietok dažďovej vody prúdiacej z povodia nad OK, n_0 (-) - je zmiešavací pomer v konkrétnej OK, p (rok-1)-periodicita.

4 VÝSLEDKY

Tab. 2 Prehľad výsledkov.

Označenie	Zmiešavací pomer	Počet odľahčení	Stav
	[-]	[-]	
OK1	4,10	4,1	Vyhovuje
OK2	2,7	35,6	Nevyhovuje
OK3	14,3	2,1	Vyhovuje
OK4	10,3	10,3	Vyhovuje
OK5	16,9	3,6	Vyhovuje
OK6	14,8	8,5	Vyhovuje
OK7	6,9	18,3	Nevyhovuje
OK8	20	2,4	Vyhovuje
OK9	8,3	12,8	Vyhovuje
OK10	10,1	14,1	Vyhovuje
OK11	1,2	51	Nevyhovuje
OK12	2,8	63,6	Nevyhovuje
OK13	11,8	39,3	Nevyhovuje
OK14	4,1	39,9	Nevyhovuje
OK16	33,2	1,3	Vyhovuje
OK17	4,2	20,5	Nevyhovuje
OK18	6,6	5,4	Vyhovuje
OK19	31,4	14,3	Vyhovuje
OK20	11,5	35	Nevyhovuje
OK21	18,6	20,8	Nevyhovuje
OK22	6,1	0,8	Vyhovuje

Podľa výsledkov v Tab. 2 môžeme vydiť že 9 odľahčovanií komôr z celkového počtu 22 nevyhovuje z hľadiska zmiešavacieho pomeru, počtu odľahčení alebo oboch kritérií na raz. V prípade nevyhovujúceho stavu je potrebná stavebná úprava OK.

5 ZÁVER

Cieľom tejto práce bola analýza súčasného stavu odľahčovacích komôr v meste Trnava. Pri obhliadke objektov a stokovej siete bol zistený zlý stavený stav. Výsledkom bolo vytýpanie tých odľahčovacích komôr, ktoré nespĺňajú legislatívne limity na počet odľahčení a zmiešavací pomer. Na týchto komorách sa následne plánuje využitie CFD modelovania na zlepšenie stavu tak, aby boli splnené všetky podmienky dané legislatívou. Podľa [3] §6 odstavca 2, odľahčovacie komory musia byť vybavené zariadením na zachytávanie plávajúcich látok. Takéto zariadenie nebolo v žiadnej OK, preto je nutná stavebná úprava všetkých komôr.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná na základe podpory Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR a SAV s označením VEGA 1/0574/19 a APVV-0372-12 a na základe Grantu STU „Mladý výskumník STU“ pod

akronymom FYMOVOS, ktorý je financovaný z centrálnych zdrojov Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Použité zdroje

- [1] Butler D., Davies J. W.: Urban Drainage. ISBN 0-203-84905-1. Spon Press is an imprint of the Taylor & Francis Group. 2 Park Square. Milton Park. Abingdon. Oxon 2011.
- [2] Technická infraštruktúra. Trnava.sk [online]. Posledná zmena 26.05.2021. [Cit. 23.11.2021].
Dostupné z: <https://www.trnava.sk/sk/clanok/technicka-infrastruktura>.
- [3] Nariadenie vlády č. 269/2010, Nariadenie vlády Slovenskej republiky ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- [4] Trnavská vodárenská spoločnosť, a.s., 2015, Rekonštrukcia odľahčovacích komôr – Technické správy / výkresová dokumentácia.