

# ODHALOVÁNÍ PŘÍTOKU A INFILTRACE DEŠŤOVÝCH VOD DO STOKOVÉ SÍTĚ A MĚŘENÍ MNOŽSTVÍ VOD V ODLEHČENÍ

Michaela Povýšilová

Technoaqua s.r.o., U Parku 513, 252 41 Dolní Břežany, [www.technoaqua.cz](http://www.technoaqua.cz)

## *Abstrakt*

Vzhledem k tomu, že na mnohých místech stokové sítě stárnou, dochází k přítoku a infiltraci dešťových vod do vod odpadních což způsobuje velké komplikace čistírnám odpadních vod. Zvláště pokud v době srážkových událostí množství dešťové vody převyšuje množství odpadních vod. V důsledku toho dochází na čistírnách k havarijním situacím. Díky zvýšenému průtoku, avšak převážně čistých vod, nemůže ČOV dobře plnit svoji funkci. Dochází k odtoku biomasy a kolapsu procesu čištění. Takové situace přináší ekonomické ztráty. Znovu obnovení biomasy a správné funkce čistírny je náročné. Pro odhalení přítoku a infiltrací byly použity srážkoměry a průtokoměry se sondami měřícími rychlost a výšku hladiny. Vše připojeno na telemetrický systém s přenosem dat na server. Z hlediska ochrany recipientů nabývá na důležitosti zjišťování množství a kvality vod odtékající odlehčovacemi stokami, jelikož se jedná o vody nepředčištěné. Pro toto sledování se taktéž hodí systém s měřením rychlosti proudění a hladiny. V odlehčovacích stokách může docházet ke zpětnému toku, který jiné systémy měření průtoku nejsou schopny zjistit.

## *Klíčová slova*

Infiltrace, přítoky, dešťové vody, stoková síť, měření průtoku, měření srážek, dešťové oddělovače

V této přednášce chci spojit dvě témata, která jsou aktuální, a spojuje je použití stejné měřicí techniky. První část je zjišťování přítoků a infiltrací dešťových vod do stokových sítí a druhá část je měření průtoku v dešťových oddělovačích.

## **Popis situace**

Jedná se o malé město s 5000 obyvateli. Toto město má čistírnu odpadních vod a přes 60 km kanalizačních stok. Převážná část stokové sítě je vybudována z keramického potrubí průměru DN 150 – DN 450.

V průběhu let nebyly prováděny žádné zásadní opravy nebo výměny potrubí, což má za následek současné potíže. Značné problémy se projevují v době dešťů, především přívalových dešťů. Díky přítokům a infiltracím je zatápěna kanalizační síť.



Na čistírnu odpadních vod přitéká v tomto období značné množství balastních vod, které

téměř dvojnásobně překračuje kapacitu ČOV. Následkem přetížení ČOV dochází k vyplavení biomasy čímž je narušen celý proces čištění odpadních vod. Provoz musí být řízen manuálně, což je náročné personálně zajistit. Také vznikají značné náklady na znovu obnovení čistírenského procesu. Čerpání a čištění celého objemu vod včetně vod balastních pak zvyšuje náklady energetické, náklady na chemikálie a také provozní opotřebení strojové části je mnohem větší než kdyby byly čištěny pouze odpadní vody. Pochopitelně další nemalé náklady vznikají díky poplatkům za vypouštění do recipientu, které jsou vypočítávány dle množství vypuštěných vyčištěných vod.



### **Záměr provozovatele**

Z předchozího vyplývá, že poruchy na stokové síti způsobují nárůst finančních nákladů na provoz ČOV. Hlavním úkolem je odstranit problémy s přítokem balastních vod zejména v době dešťových událostí. To znamená eliminovat zdroje přítoků a infiltrací. Kompletní rekonstrukce stokové sítě by byla příliš ekonomicky náročná. Z toho důvodu bylo rozhodnuto provést monitoring a stanovit, které úseky je nutno opravit, případně kompletně rekonstruovat. Z několika možností, jak stav prověřit, bylo vybráno rozdělení stokové sítě do několika sekcí, vytipování klíčových míst, která byla osazena průtokoměry a srážkoměry s bezdrátovým přenosem dat. Pro správné posouzení celé problematiky bylo nutné zachytit jak běžné srážky, tak přívalové deště. Bylo obtížné odhadnout, kdy k těmto stavům dojde, proto se provozovatel rozhodnul pro střednědobý monitoring. Pro měření průtoku byly vybrány průtokoměry Isco 2150 měřící rychlost proudění a hladinu a srážkoměry Isco 676 s ukládáním dat. Bezdrátový přenos byl zajištěn připojením průtokoměru i srážkoměru na propojovací modul 2105 s GSM/GPRS modemem. Podle možností byl proveden i kamerový průzkum.

### **Měřicí technika**

Průtokoměry Isco 2150 jsou přístroje využívající pro měření Dopplerova jevu. V sondě je ultrazvukové snímání rychlosti proudění a tlakové čidlo pro měření výšky hladiny. Sonda snímá rychlost proudění tak, že zachytává odrazy zvuku od nerozpuštěných látek a vzduchových bublin, z nich vypočítává vážený průměr rychlosti. Tlakovým čidlem snímá výšku hladiny a uživatel zadává do softwaru tvar a velikost kanálu.

Všechny získané informace vyhodnocuje a na základě matematických algoritmů obsažených v průtokoměru stanovuje průtok. Výhodou tohoto přístroje je také to, že vyhodnocuje kvalitu měřených dat rychlosti. Tato diagnostická data přístroj přenáší bezdrátově společně s daty



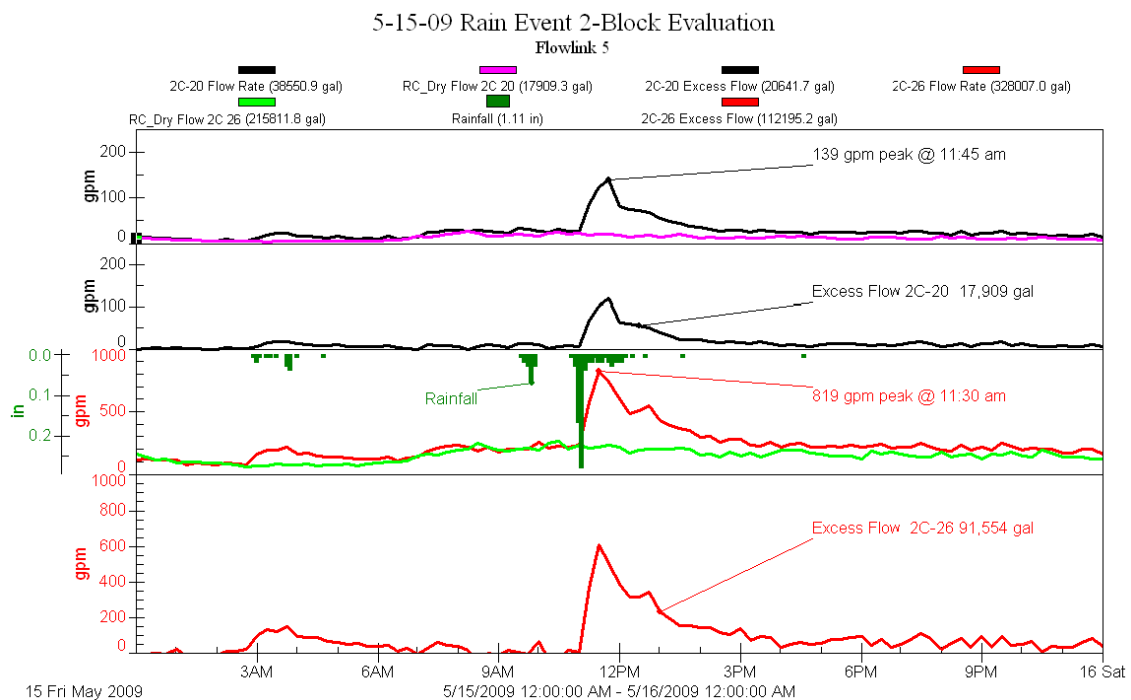
průtoku, hladiny a rychlosti. Provozovatel měl tak možnost sledovat stav měřících zařízení.



Z diagnostických dat je možné sledovat stav sondy, případně turbulence v toku, které mohou být způsobeny například zanesením stoky hutným materiálem (písek, štěrk, kameny a podobně). Na místech, kde jsou složité průtočné poměry, jsme sondy doplnili konstrukcemi. Některé vybrané profily, kde bylo potřeba měřit, měly příliš velký sklon a tím vysoké rychlosti proudění a na

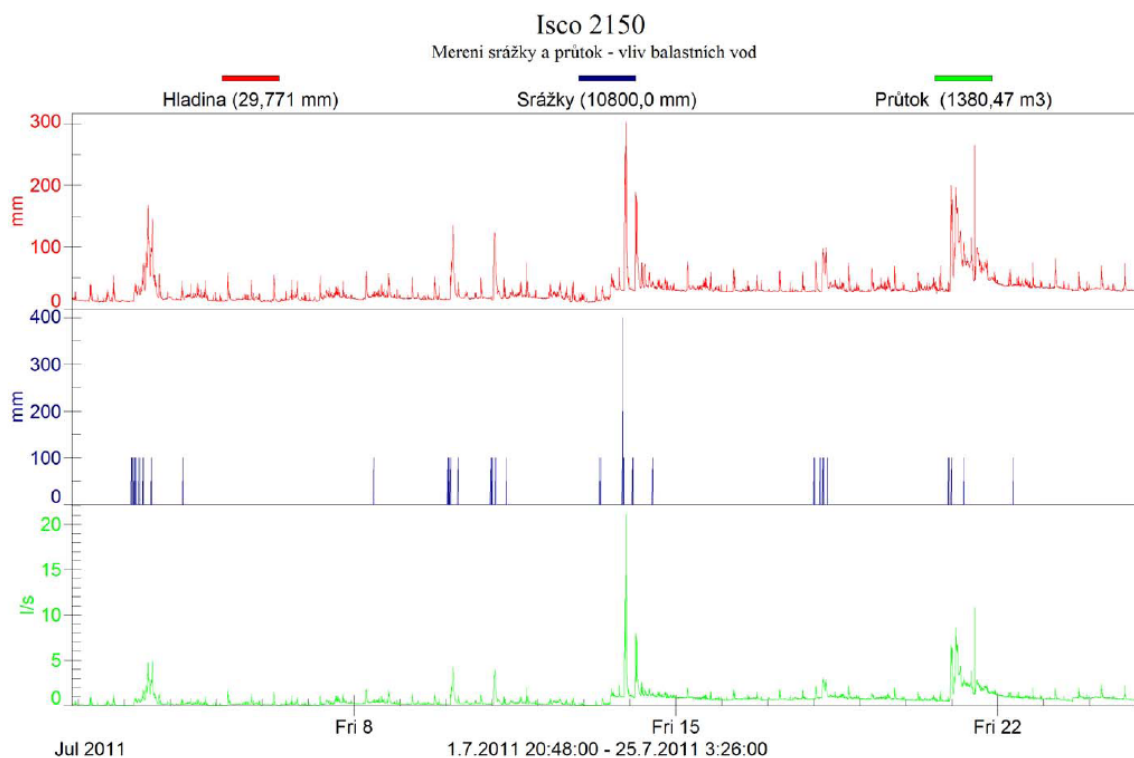
některých místech docházelo ke značnému poklesu hladiny.

Důležité pro tento druh monitoringu bylo osazení srážkoměrů, které zaznamenávaly množství srážek, které jsme použili pro vyhodnocení ovlivnění stok. Na následném grafu je patrné porovnání bezdeštného průtoku s průtokem za deště. V této části stokové sítě byly za normálních podmínek velmi malé průtoky, avšak po dešťové události, která je patrná v třetí části grafu je vidět značný rozdíl v průtoku. Tento vliv je možné vidět u obou sledovaných sekcí. Dále z grafu můžeme vyčíst, že se jedná o přítoky i infiltrace dešťových vod podle průběhu grafu. V grafu je vidět pomalý pokles průtoku, což potvrzuje značný vliv infiltrací. Po provedení kamerových prohlídek se prokázalo, jakým způsobem jsou některé části stok poškozené. Při měření se ukázalo, že některé části jsou stále v dobrém stavu a tudíž nebude nutné do nich nijak zasahovat.



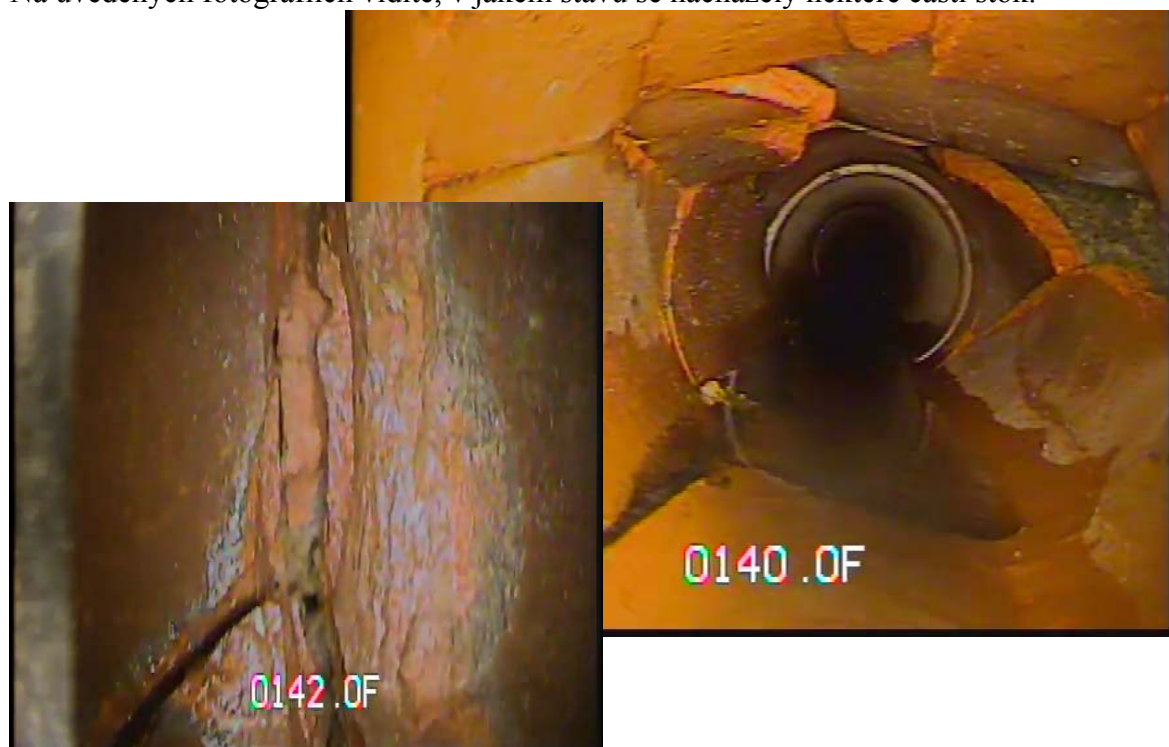
Graf 1. Sekce 2C měřící místo 20 a 26

Níže je další graf z měření vlivu balastních vod na stokovou síť. Jedná se o graf z jiné části monitoringu. V tomto grafu je odděleně uvedena hladina, průtok a srážky pro lepší přehlednost. Pokud porovnáme průběh průtoků na grafu 1 a na grafu 2 vidíme rozdíl průběhu průtoků při a po dešťové události. V tomto případě se jednalo především o přítoky dešťových vod ze zpevněných povrchů.



Graf 2. Sekce 1A

Na uvedených fotografiích vidíte, v jakém stavu se nacházely některé části stok.



Data z měření průtoku, přenesená přes bezdrátovou komunikaci pomocí modulů 2105 s GSM/GPRS modemem, byla zpracována pomocí softwaru Flowlink a využita pro modely.

### Výsledný efekt

Provozovatel měl nízký rozpočet na opravy jednotlivých částí stokové sítě, avšak propočtené předpokládané náklady měly být značně vyšší. Díky tomu, že provedl a nadále provádí monitoring stok z pohledu měření bezdeštných průtoků a průtoků za deště, byl schopen snížit náklady na tyto rekonstrukce na 28% z původně propočtených finančních nároků. Některé části kanalizace byly vyměněny a některé části byly pouze vyvločkovány.

S problémem přítoků a infiltrací se potýkají i velká města, v tomto případě je však následkem především zvýšení finanční náročnosti vyčištění odpadních vod.

### Problematika měření průtoku na dešťových oddělovačích

Uvedená dvě témata spojuje použití stejného typu průtokoměrů. I pro měření průtoku v dešťových oddělovačích, jsme použili průtokoměry Isco 2150, které měří rychlost proudění a výšku hladiny. Na základě rovnice kontinuity vypočítávají průtok. Tento monitoring je realizován v aglomeraci s několika kmenovými sběrači, které mají dešťové oddělovače v rozměrech DN 1000 až DN 2400. V případě silných přívalových dešťů může docházet k odlehčení velkého množství vod. Vzhledem ke zpřísňujícím se limitům je stále častěji nutné objem těchto vod měřit, aby bylo možné provádět vhodná opatření.

Průtokoměry Isco 2150, využívající Dopplerova jevu k měření rychlosti a tlaková čidla pro měření výšky hladiny, byly vybrány z několika důvodů. U velké části těchto objektů může docházet ke zpětnému zaplavení profilu a průtokoměry jsou schopny měřit i zpětný průtok. Dále je zde problém možných velkých rozdílů v hodnotách průtoku. Potrubí při kritických stavech může jít do tlakových podmínek. Všechny tyto stavy dávají důvod k použití výše uvedeného typu průtokoměrů. Výhodou těchto přístrojů je i jejich snadná instalace, a pokud je



stoka v dobrém stavu, tak i žádné nároky na stavební úpravy. Ve většině případů používáme pro instalaci nerezové plechy s nůžkovým mechanismem pro snadnou údržbu systému. Přístroje jsou vodotěsné, tudíž mohou být instalovány přímo v odlehčovacích komorách. Napájení je voleno dle místních podmínek, buď bateriové nebo z elektrické sítě přes transformátor 12/24V. Pro přenos dat jsou využity telemetrické stanice Fiedler-Mágr. Data jsou přenášena na server a následně zpracovávána.

Na níže uvedeném grafu je možno vidět průtok v oddělovači v průběhu rekonstrukce kmenové stoky. K odlehčení docházelo na základě povolení ve vybraném čase, kdy byly

průtoky nejmenší. Na grafu je možné vidět hodnoty výšky hladiny, rychlosti a průtoku. Ve čtvrté sekci grafu jsou kumulovány hodnoty diagnostiky. Přístroje Isco 2150 mají vlastní diagnostiku rychlostního signálu, jeho spektra a poměru. Tato diagnostická data vypovídají o podmínkách pro měření, respektive o kvalitě měření. Na tomto grafu je patrné, že podmínky pro měření průtoku jsou velmi dobré. Hodnota signálu a spektra se pohybuje mezi 60 – 90%. Tyto hodnoty vypovídají o případném rušení a kvalitě přijímaného signálu. Třetí hodnota, poměr spektra je 100%, to znamená, že tok je bez turbulencí a zpětného proudění. Vypovídací schopnost těchto dat je velmi dobrá. Diagnostika je užitečná zejména při instalaci přístrojů a následně jako nástroj pro kontrolu stavu měřicí sondy bez nutnosti vstupu do stokové sítě. Tato data lze stahovat do počítače lokálně nebo přenášet na server přes zmiňovanou telemetrii.



Graf 3. Hodnoty měřené průtokoměrem Isco 2150

### Závěr

Na základě obou zkušeností je možné konstatovat, že průtokoměry využívající Dopplerova jevu pro měření rychlosti a tlakové sondy pro měření výšky hladiny Isco 2150 mohou být dobrými nástroji pro monitoring přítoků a infiltrací i pro měření průtoku v dešťových oddělovačích.

### Použitá literatura a materiály

Teledyne Isco I&I\_Solutions\_FallsCityNE  
Technoaqua archiv  
Technoaqua data Flowlink 5.1