

Monitoring dešťových vod – měření kvantity

Michaela Povýšilová

TECHNOAQUA, s.r.o., K Mejtu 416, 142 00 Praha 4

tel: 724971161, tel/fax: 244460474, e-mail: mail@technoaqua.cz

Ráda bych navázala na příspěvek starý 2 roky, týkající se problematiky sledování dešťových vod zejména z pohledu její kvality. V přednášce jsem se zabývala možnostmi instalace monitorovacích stanic pro kompletní sledování fyzikálně chemických parametrů dešťových vod, důležitých pro ochranu životního prostředí. V přednášce pro letošní konferenci se soustředím především na možnosti přesného měření kvantity.

Zaměříme se blíže na možnosti monitoringu množství odpadních a dešťových vod v kanalizačních sítích a dešťových odlehčovačích. Pochopitelně prvořadě pro každého provozovatele čistírny odpadních vod je kontrolovat množství vody, která proteče kanalizační sítí a skončí na čistírně. Avšak neméně důležité je sledování množství vody, která odtéká odlehčovací stokou přímo do recipientu, bez jakéhokoliv předčištění. Dešťové vody s sebou nesou velké množství nečistot, a to především první splach, přívalová vlna, která v prvním momentě „vypláchne“ z dešťové stoky veškeré nečistoty, které se zde nahromadily. Neméně nebezpečný je první splach ze zpevněných ploch, zejména v průmyslových oblastech. Měření množství je důležité i pro správné dimenzování stokové sítě.

Odlehčovací komory mají různou konstrukci a rozměry, které by měly odpovídat nárokům daného místa. Odlehčovač je ve většině případů oddělen od kanalizační stoky přepadovou hranou, jejíž výška musí být správně navržena. Touto výškou je



dáno množství vod, které v případě velkých průtoků odtékají například přímo



do řeky. V některých případech, kdy je výškový rozdíl mezi hladinou recipientu a odlehčovací hranou malý, může dojít k paradoxní situaci, že vody do kanalizační sítě naopak přitékají. K těmto jevům však dochází pouze při výjimečných, zejména povodňových, stavech.

Sledování odlehčování může být prováděno dvěma způsoby. Buďto pouze zjišťujeme četnost odlehčování nebo měříme, jaké množství odteklo přímo do recipientu. V prvním případě můžeme využít jednoduchého sledování hladin ve spojení se záznamníkem, kdy dostáváme informaci, kdy a jak dlouho voda přetékala. Samozřejmě mnohem větší vypovídací schopnost mají hodnoty ze spojitého měření

průtoku. Tyto hodnoty napomáhají optimálnímu řízení nakládání s odpadními vodami, případně plánování různých speciálních opatření.

Aby mohlo být dosaženo dobrých výsledků, není možné pouze shromažďovat a zpracovávat data. Pokud tato data mají vést k optimalizaci kanalizačních sítí, musí mít dobrou kvalitu. Pro měření průtoku v tocích s volnou hladinou jsou využívány různé systémy. Nejobvyklejší jsou tři metody. Měrné profily, sklon – hydraulický rádius a rovnice kontinuity.

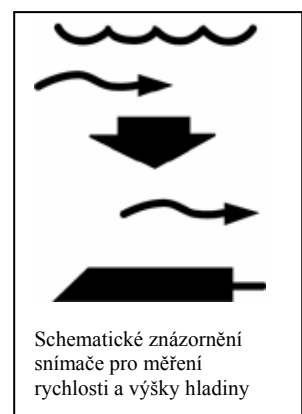
Měrné profily, jako žlaby a přelivy, řídí tvar průtoku a rychlost. Jako sekundární měření musíme použít měření hladiny, a to většinou ultrazvukem nebo tlakovým čidlem. Tato hodnota je převáděna na příslušný průtok. Rovnice, jako Manningova, je používána na stanovení průtoku z tvaru kanálu, rozměrů, sklonu a koeficientu hrubosti.

Největším přínosem pro měření průtoku v tocích s volnou hladinou, takže i v kanalizačních stokách, byl technický vývoj průtokoměrů, které měří rychlost proudění a výšku hladiny. Přístroje jsou konfigurovány na rozměr a tvar kanálu, avšak není nutné zadávat sklon a koeficient hrubosti materiálu. Hloubka protékající vody je měřena ve specifickém místě a průtokoměr kalkuluje plochu průtočného průřezu „S“. Vynásobením plochy průtočného průřezu a průměrné rychlosti „v“ získáme hodnotu průtoku „Q“. Tento vztah vyjadřuje rovnice kontinuity $Q = S \times v$. Průtokoměry, které využívají tohoto principu používají pro měření rychlosti různé metody, např. měření ultrazvukem na základě Dopplerovu jevu, elektromagnetické měření nebo technologii „transit time“. Mezi jednotlivými přístroji jsou samozřejmě určité rozdíly.

Pro měření průtoku v kanalizační síti včetně dešťových odlehčení se jeví jako výhodné použití průtokoměrů využívající Dopplerův jev. Nejčastěji je senzor takového průtokoměru osazen ultrazvukovým čidlem pro snímání rychlosti proudění a vestavěným tlakovým čidlem pro měření výšky hladiny. V softwaru průtokoměru je zadán tvar a rozměr průtočného profilu. Do průtokoměru tohoto typu lze zadat nejen pravidelný tvar stoky, ale i nepravidelné tvary, např. když je stoka zúžena



Průtočný profil zúžený v dolní části



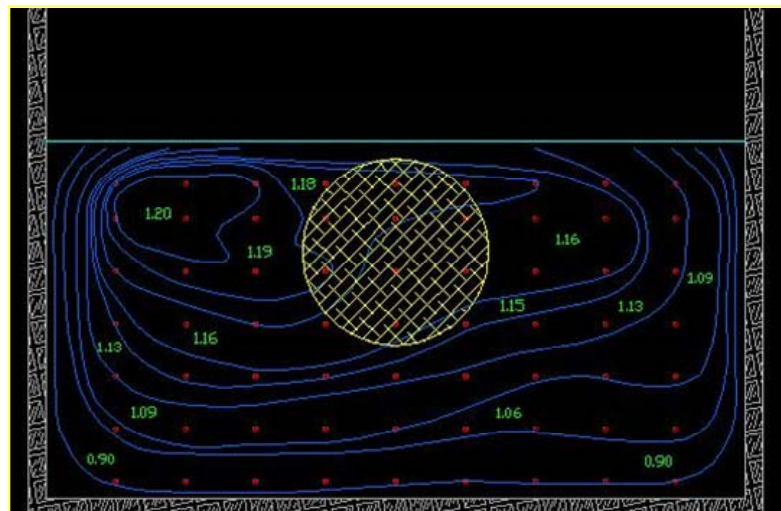
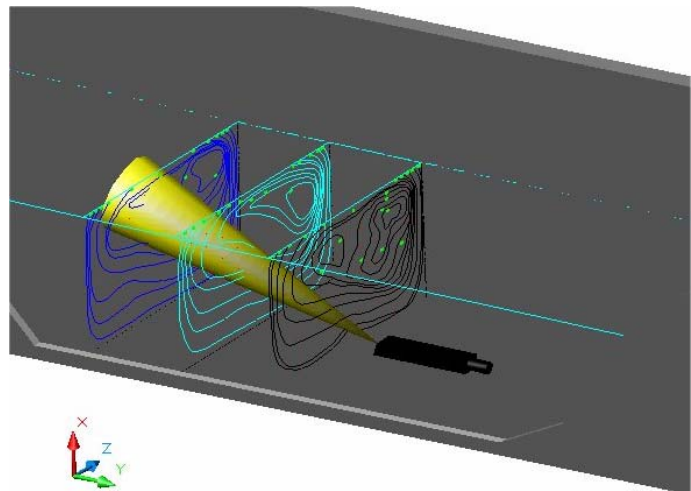
Schematické znázornění snímače pro měření rychlosti a výšky hladiny

v dolní části pro nižší průtoky a rozšířená ve vrchní části pro průtoky vyšší. Další výhodou tohoto měření je, že nedojde ke ztrátě měřených hodnot v případě úplného zatopení průtočného profilu. Na základě Dopplerovu jevu je možné měřit průtok v obou směrech, to znamená, že v případě kdy voda neodtéká, ale naopak přitéká (malý rozdíl ve výšce hladin viz popis výše) průtokoměr toto změří. I díky ekonomické výhodnosti se s těmito systémy setkáváme stále častěji. Pokud je zvoleno správné místo pro instalaci

systemu, dosahují průtokoměry velmi vysoké přesnosti. Při posuzování vhodnosti měření je vždy nutná kontrola na místě. Pokud zvolíte nevhodné místo, nikdy nedosáhnete kvalitních měřených údajů.

Níže na obrázku je patrné, jakým způsobem jsou šířeny ultrazvukové vlny do toku. Kužel signálu se šíří do toku a odráží se od různých částic a vzduchových bublin z různých rychlostních polí. Průtokoměr takto získané hodnoty sečte a stanoví z nich vážený průměr.

Aby bylo možné monitorovat hlavní tok i odlehčení, případně hlavní toky (odlehčovací komory jsou často v místě soutoku více sběračů), je výhodné využít systémy s více měřicími sondami. Příklad takového přístroje vidíte na obrázku. Jedná se o průtokoměr, kde je možné sestavit dohromady až 4 měřicí moduly. Pro spolehlivé měření průtoku v kanalizační síti musí být přístroj dostatečně odolný. Sonda, která je instalována přímo v médiu musí odolat i tukům, olejům a případně chemikáliím, které se v toku mohou vyskytnout. Také musí být velmi odolná mechanicky, jelikož v toku mohou být unášeny i větší kusy pevného materiálu, např. kameny, cihly a další. Záleží i na tvaru sondy, který by měl být takový, aby dával minimální šanci pro zachycení mechanických nečistot. Jelikož je těžké odhadnout, kdy může dojít ke kompletnímu zaplavení měřeného profilu, měl by mít přístroj dostatečně vysoké mechanické krytí, nejlépe IP 68.

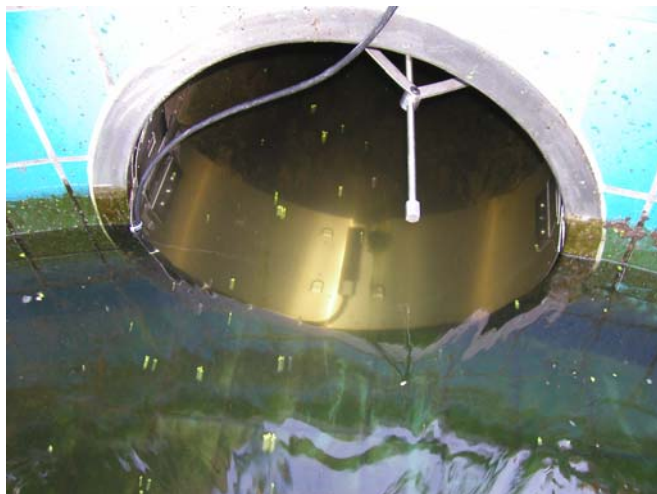


Průtokoměr Isco 2150 se 4 měřicími moduly

Drift měření hladiny může způsobit nepřesnost celkového měření průtoku. Nejčastěji jej způsobí chybná kalibrace, špatná teplotní kompenzace a nebo elektrické rušení. Obecně vzato senzor s mikroprocesorem je vůči těmto vlivům více odolný. Většina výrobců doporučuje bodovou kalibraci výšky hladiny přímo v místě měření. U dešťových vod nebývají teplotní

výkyvy takové jako například u průmyslových odpadních vod.

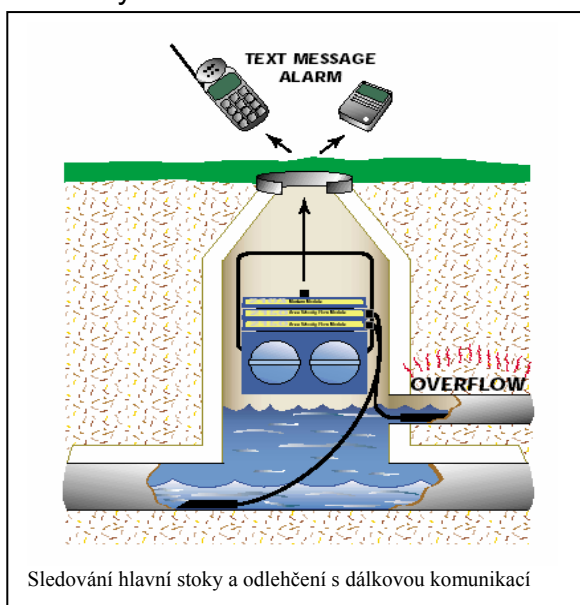
Sondy průtokoměrů se instalují na uchycovací plechy z nerezavějící oceli. Tvar plechu závisí na tvaru stoky. Nejčastěji můžeme vidět kruhové a tlamové profily. Pro tyto účely se osvědčily nerezové plechy s nůžkovým mechanismem, který slouží pro vypnutí plechu. V případě obdélníkového průřezu se používají nerezové desky případně desky z jiných vhodných materiálů. Na fotografii vpravo je vidět instalace senzoru v kruhové stoce.



Měřicí sonda instalovaná na nerezovém plechu s nůžkovým mechanismem

U sledování dešťových vod je velice důležitá dálková komunikace. Protože srážky většinou nedokážeme přesně předvídat a navíc může přívalová vlna přijít v nočních hodinách, je potřeba zvolit průtokoměr s možností dálkové komunikace. V současné době se nejvíce využívá různých GSM/GPRS modemů. Pokud

přístroj má digitální výstup, posíláme veškerá data na vzdálené pracoviště, kde jsou údaje vyhodnocovány a v případě překročení alarmového stavu mohou být přijata příslušná opatření. V naší republice již dobře fungují společnosti, které provozují servery, na kterých je možné data z měření průtoku sledovat. S nepřetržitým měřením a sledováním měřených hodnot a jejich posíláním prostřednictvím komunikačních prostředků úzce souvisí napájení. Je dobré, pokud má průtokoměr baterie s dlouhou životností a případně ještě možnost na napojení na alternativní, většinou solární, dobíjení. Některé přístroje mají i softwarově ošetřenu změnu nastavení při slábnutí baterie. V programu můžete nastavit určitou limitní hranici, kdy začne průtokoměr „spořit“

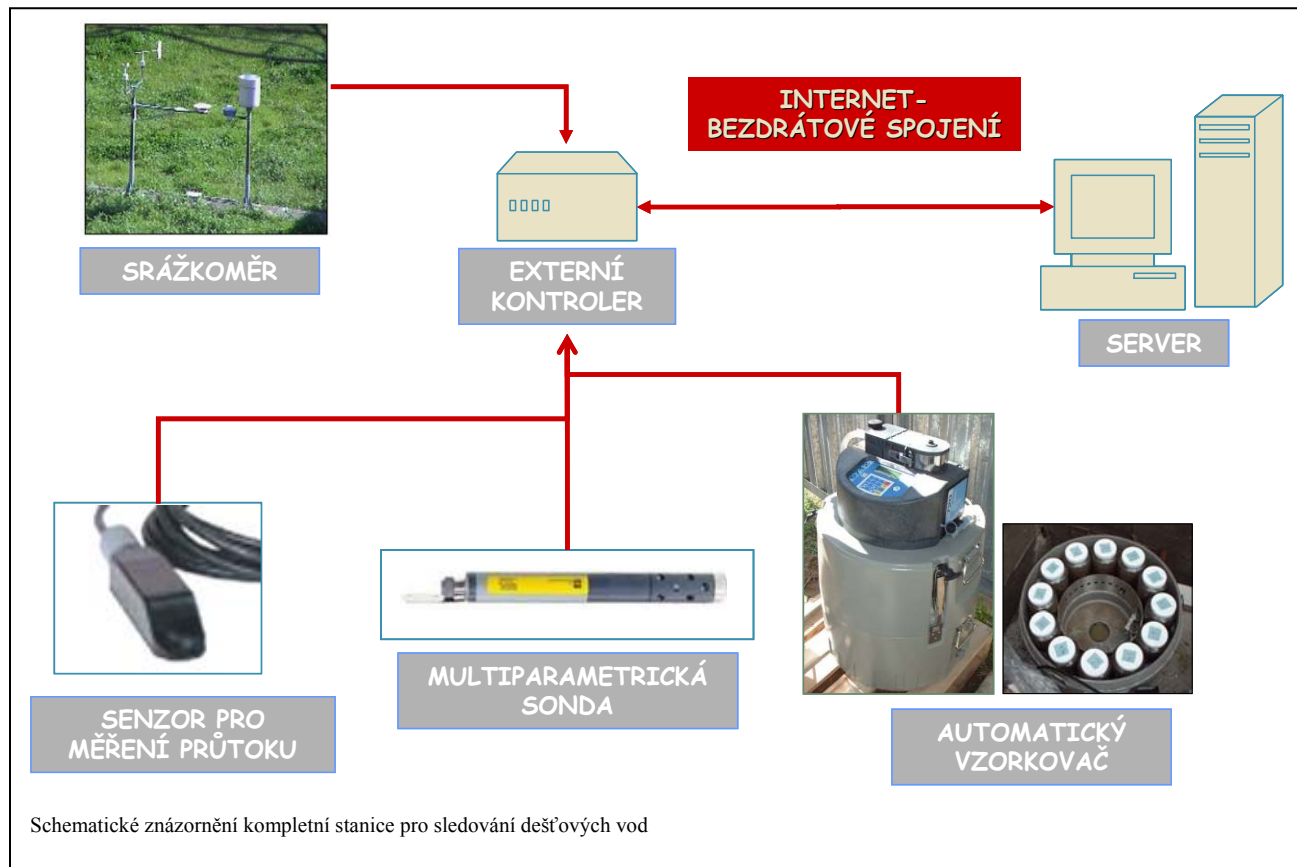


Sledování hlavní stoky a odlehčení s dálkovou komunikací

energii tím, že měří a ukládá data v delších intervalech. Pro úsporu elektrické energie slouží i další softwarové nastavení. Uživatel může naprogramovat různé intervaly ukládání dat. Delší při stálé výšce hladiny a kratší při nárůstu hladiny nad určitou mez. Takto je eliminováno riziko, že uživatel ztratí veškerá data. Samozřejmě, pokud je přístroj propojen na dálkovou komunikaci je nejsnazším způsobem alarmové hlášení nízkého napětí, které nám dá čas vyměnit baterii.

Nepřetržité měření průtoku v hlavním toku i v odlehčení nám poskytne celou řadu užitečných údajů. Nejlepším způsobem jak sledovat dešťové vody však zůstává sledování kvantity i kvality. Optimální konfigurací pro takovou činnost je spojení

průtokoměru, vzorkovače, multiparametrální sondy, srážkoměru a dálkové komunikace. Níže vidíte schematické znázornění takového systému a fotografii stanice s využitím solárního napájení a dálkového přenosu dat.



Na této fotografii je zachyceno měření množství srážek srážkoměrem, odběr vzorků chlazeným (vpravo) a nechlazeným (vlevo) vzorkovačem a měření průtoku. Data jsou přenášena bezdrátově. Celý komplet je napájen baterií dobíjenou solárním panelem.

I v České republice se můžeme s takovými systémy setkat, ale zatím pouze zřídka.