

Využití laserových průtokoměrů při rekonstrukci měrných objektů

Michaela Povýšilová

TECHNOAQUA s.r.o., U Parku 513, 252 41 Dolní Břežany, Česká Republika, www.technoaqua.cz,
povysilova@technoaqua.cz, +420 724 971 161

Abstrakt

Často se v praxi setkáváme se situací, že měrný objekt navržený v dřívější době již neodpovídá dimenzionálně současným průtočným stavům na ČOV. Dalším stavem může být mechanické poškození měrného objektu. V takových případech je možné přikročit ke stavební rekonstrukci celého díla včetně případného odstranění stávajícího měrného profilu, vybetonování a osazení profilu nového. V některých případech však takové stavební úpravy mohou být značně náročné jak stavebně, tak i ekonomicky. Dalším důležitým aspektem je to, že pokud se provozovatel rozhodne pro přestavbu, musí vyřešit, jakou náhradní cestou voda po dobu rekonstrukce poteče.

Všechny tyto problémy lze však vyloučit, pokud místo přestavby zvolíte cestu náhrady měrného profilu kontinuálním měřícím systémem. Velkou výhodou při takových řešeních jsou průtokoměry, které jsou schopny rychlost měřit bezkontaktně. Historicky na trhu existují měření rychlosti využívající radar. Novinkou je využití pro měření rychlosti v toku laserového paprsku. Bezkontaktní měření je možné nainstalovat v krátkém čase a bez stavebních úprav, což změnu může ekonomicky zvýhodnit.

Klíčová slova

Rekonstrukce, laserové měření rychlosti proudění, měrný profil, čistírny odpadních vod (dále jen ČOV), stoková síť, otevřené kanály

Měření průtoku na ČOV a stokových sítích

Na většině čistíren odpadních vod je pro měření průtoku na přítoku a na odtoku využívána sestava měrný profil (žlab, přeliv) ve spojení s měřením hladiny (ultrazvuková sonda, tlaková sonda nebo bubbler). Ne vždy je to však to jediné možné a optimální řešení. Při některých jevech je nutné využít kontinuální systémy, to znamená měřící systémy, které měří rychlost proudění a výšku hladiny, následně pak z plochy příčného řezu krát rychlost proudění vypočítávají průtok. Pro měření rychlosti tyto systémy využívají tzv. Dopplerův jev. Většina kontinuálních systémů je kontaktních. Měřící sonda/sondy je instalována v toku a měří pomocí odrazu ultrazvukového signálu od nerozpuštěných látek nebo bublinek rychlost proudění. (Na stokových sítích jsou také používány systémy TransitTime). Přístroje mají mezi sebou různé rozdíly. Zejména je to v technických parametrech jako například frekvence ultrazvukového signálu, počet rychlostních snímačů, způsob vysílání signálu do toku, rozsahy měřených rychlostí, způsob vyhodnocení a další. Kontaktní senzory lze dále rozdělit na kontinuální a pulzní, právě podle způsobu vysílání ultrazvukového signálu. Kontaktní senzory při instalaci v surové odpadní vodě mohou mít nevýhodu, že je potřeba je pravidelně čistit, což na některých provozech poněkud pokulhává. Kontaktní senzory však nejsou tématem této přednášky.

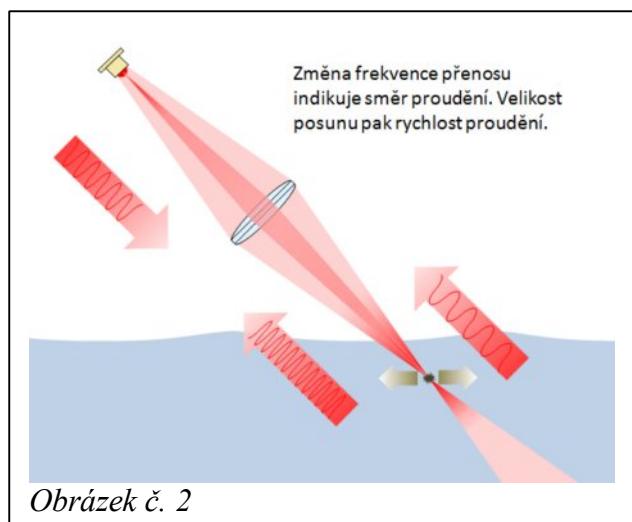
Další kategorií senzorů, které měří rychlost proudění, jsou senzory bezkontaktní. Výhoda bezkontaktních měřicích přístrojů je hlavně jejich nízká potřeba údržby. Nehrozí zde zanášení sond sedimenty nebo plovoucími materiály, které se, zvláště v surové odpadní vodě, vyskytují. Až do nedávné doby byly pouze systémy využívající radar. Radarové snímače rychlosti potřebují pro správnou funkci mít na hladině toku vlnky, od kterých se odráží radarový signál. Dalším nedostatkem radaru je to, že měří pouze povrchovou rychlost toku. Před dvěma lety do kategorie bezkontaktních senzorů přibýly systémy využívající laserový paprsek. Stejně jako kontaktní senzory i laserové využívají Dopplerova jevu. Měření je zde však odraz laserového paprsku. Pro měření hladiny přístroj využívá ultrazvukový senzor.

Konstrukce laserové hlavy a jak pracuje

Laserová hlavička má velice robustní konstrukci, aby mohla být využívána jak na čistírnách odpadních vod, tak i ve stokové síti (viz foto č. 1). Hlavička je vodotěsná a prachotěsná. Laser je umístěn uvnitř hlavičky ve štěrbině, která zabezpečí, že v případě zatopení přístroje nedojde ke znečištění čočky laseru, prostor funguje jako vzduchová kapsa. Pro měření hladiny je na hlavičce ultrazvukový senzor, který je umístěn tak, aby měřil odrazem přes plochu. Jeho poloha zabraňuje kondenzaci vlhkosti na senzoru, která by ovlivnila kvalitu měření. Zároveň je tímto způsobem eliminována mrtvá zóna, která bývá u běžných ultrazvukových senzorů 30 cm.



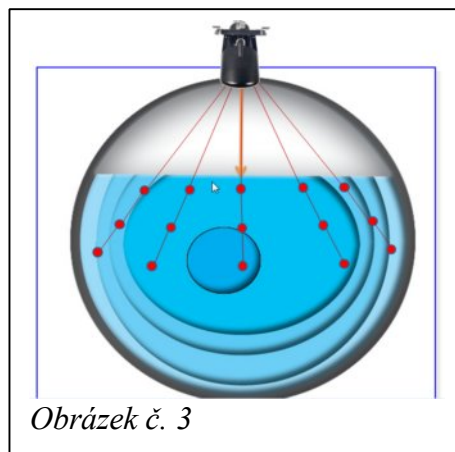
Obrázek č. 1



Obrázek č. 2

Přístroj vysílá velkou rychlostí do toku laserový paprsek, který je lomený přes čočku a jeho ohnisko je vždy pod hladinou vody (viz obrázek č. 2). Rychlost proudění je měřena v toku pod hladinou a to buď v jednom bodu anebo ve více bodech a více hloubkových úrovních, podle nároků aplikace (viz obrázek č. 3). Přístroj je vybaven diagnostickými možnostmi pro

kontrolu správného umístění senzoru, síly signálu snímaných hodnot a mnohými dalšími údaji, které usnadňují jak instalaci, tak i provoz. Pro měření v profilech, kde může dojít ke kompletnímu zatopení, lze laserovou hlavičku ještě doplnit o kontaktní rychlostní senzor s tlakovým čidlem, který převezme měření, pokud dojde k zatopení laserové hlavy.



Obrázek č. 3

Aplikace vhodné pro využití laserového průtokoměru

Při navrhování měření průtoku je potřeba vycházet z faktu, že neexistuje žádné univerzální řešení měření průtoku. Pokud projektant navrhne pro měření využití měrného profilu s měřením hladiny, musí si být jist především tím, že pro daný profil jsou vhodné průtočné podmínky a v profilu nemůže dojít ke stagnaci toku, zpětnému vzduťi či zpětnému toku. Systém měřící pouze hladinu tyto jevy nedokáže „vidět“. Naopak kontinuální systémy si s těmito jevy poradí. Laserové měření průtoku je vhodné zejména pro následující situace:

- zpětné vzduťi, zpětný tok
- velký rozsah mezi minimálním a maximálním průtokem (bylo by obtížné navrhnout vhodnou velikost měrného profilu)
- nemůže být restrikce v toku (např. stoková síť)
- nízká hladina a vysoká rychlost
- potřeba měření rychlosti, ale velmi znečištěná nebo agresivní voda
- není možné zastavit průtok daným místem



Obrázek č. 4

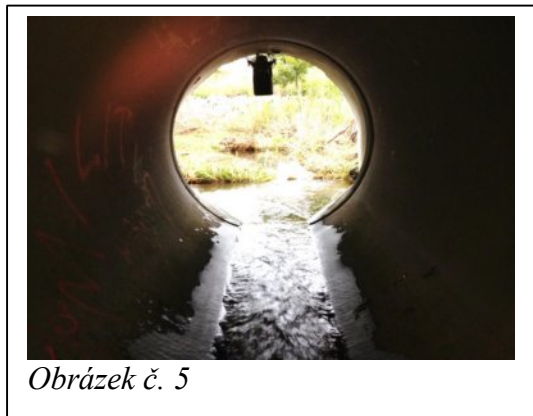
Podrobněji k daným aplikacím. Na některých ČOV není vhodný výškový rozdíl mezi recipientem a odtokem z ČOV, a proto zde může docházet k ovlivnění odtoku vzduťím hladiny recipientu. Podobný stav může také nastat při povodňových jevech, kdy může docházet i ke zpětnému toku.

Další aplikace je velký rozdíl mezi minimálními a maximálními průtoky. V těchto případech není snadné navrhnout vhodný měrný profil, protože buď neměříme přesně při nízkých hodnotách, avšak profil je dostatečný pro velké průtoky anebo měříme přesně i při nízkých hodnotách průtoku, ale nebudeme mít dostatečnou kapacitu například při dešťových průtocích. Dobrým příkladem může být odtok z ČOV, kde jsme prováděli měření a kde se běžné průtoky pohybují okolo 300 l/sec, ale při přívalových dešťích je průtok 3000-4000 l/sec.

Dále existují místa, kde je potřeba měřit průtok, avšak průtočný profil nemůže být nijak zmenšen, aby nebyla ovlivněna jeho kapacita pro větší průtoky (viz obrázek č. 5). V takových případech je také vhodné použít bezkontaktní laserové měření průtoku, kdy je měřicí hlava mimo tok a profil není nijak ovlivněn.

Nízká hladina a vysoká rychlost – místa, kde je z některého z předchozích důvodů nutné instalovat kontinuální systém, avšak je zde nízká hladina a vysoká rychlost proudění. Pokud bychom do takového místa nainstalovali kontaktní rychlostní senzor, došlo by zde k vodnímu skoku na senzoru a ten by pak neměřil správné hodnoty. Proto je laser ideální volbou, jelikož je mimo tok, a proto může měřit i velice nízké hladiny (například 1 cm).

V případě, kdy měříme průtok na přítoku ČOV nebo průtok ve stokové síti je výhodné použití bezkontaktního senzoru z důvodu údržby.

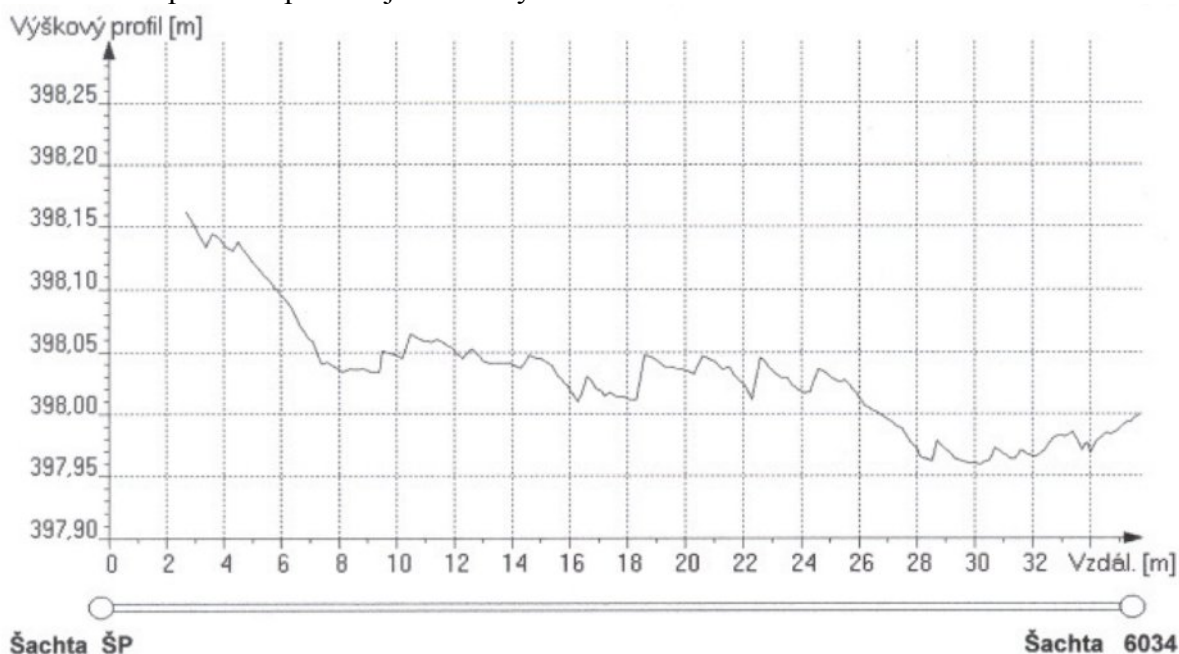


Obrázek č. 5

Jelikož se jedná o měření, které se instaluje nad vodní hladinu, je možné velice snadno namontovat přístroj bez jakéhokoliv omezení průtoku měřeným místem. Pokud se jedná o náhradu původního měření pomocí měrného žlabu, je výhodou, že tento profil není nutné vybourávat.

Praktické zkušenosti z instalace laserového průtokoměru Drůbežářský závod Klatovy a.s.

Tento projekt byl realizován v několika krocích. Základní zadání byla nutnost měření průtoku vody na odtoku z podniku Drůbežářský závod Klatovy a.s., která odtéká na ČOV Klatovy, Šumavské vodovody a kanalizace a.s.. Realizaci příprav od počátku zajišťoval Vodohospodářský podnik a.s., Plzeň. Jako prvotní podklad pro zpracování návrhu řešení a projektové dokumentace sloužil kamerový průzkum kanalizace. Při průzkumu se ukázalo, že celkový stav odtokového potrubí není optimální. Jedná se o kameninové potrubí DN 500, kde jednotlivé segmenty nenavazují plynule a jsou zde výškové rozdíly, všechny segmenty nejsou ve vhodném spádu a v potrubí jsou trhliny.

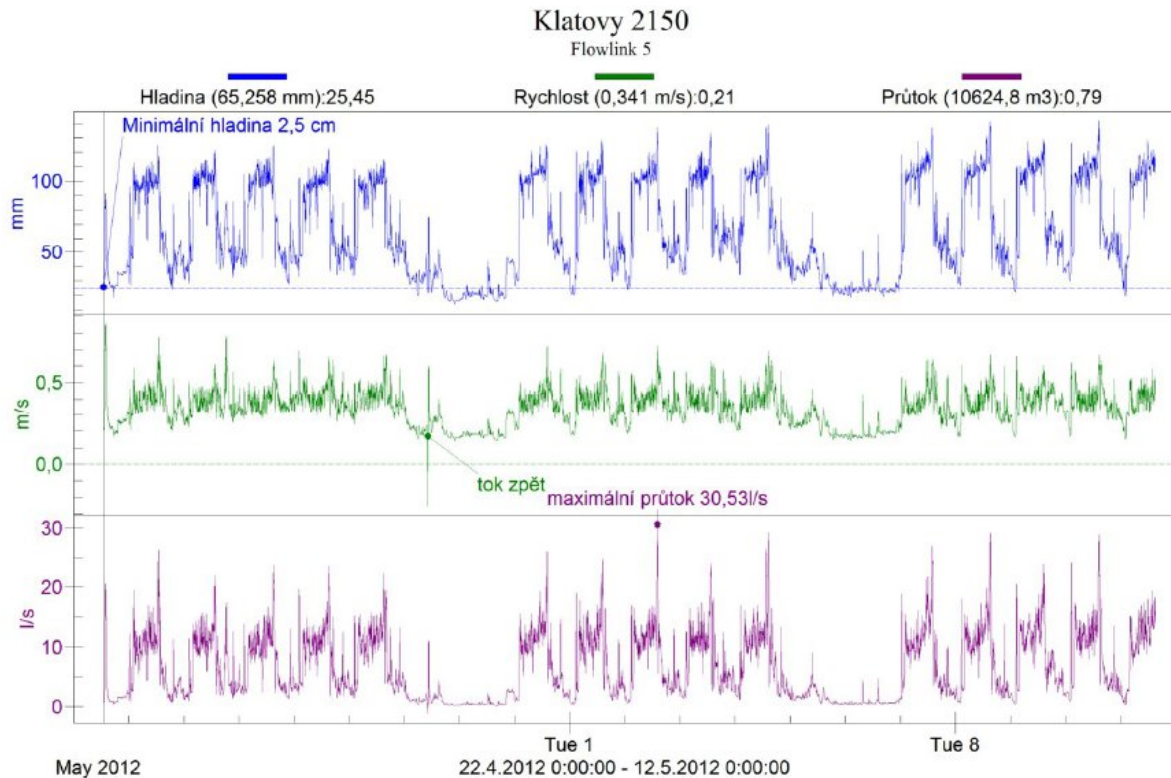


Revizní šachta na potrubí, která je běžně využívána na odběry vzorku, byla pro trvalé osazení měření průtoku naprosto nevhodná. Jednalo se o soutokovou šachtu (viz obrázek č. 6.), do které jsou zaústěny 4 různé přítoky z provozů. Dále bylo zjištěno, že se za deště zpětně vzdouvá kanalizace v ulici, do které se odtok z drůbežárny napojuje. Nemałym problémem je také kvalita odpadní vody. Jelikož se jedná o vody z drůbežářského provozu, je zde velký obsah tuků. Tuky jsou v případě, že je voda teplá, emulgované. Při menším množství odpadní vody však dochází k jejímu ochlazení a usazování tukových částic. Vzhledem k tomu, že se jedná o potravinářský podnik lze předpokládat, že v době provádění CIP procesů (čištění kyselinou nebo louhem), mohou být odpadní vody agresivní (jedná se o odhad, hodnoty pH jsme neměřili). Dalším úkonem,

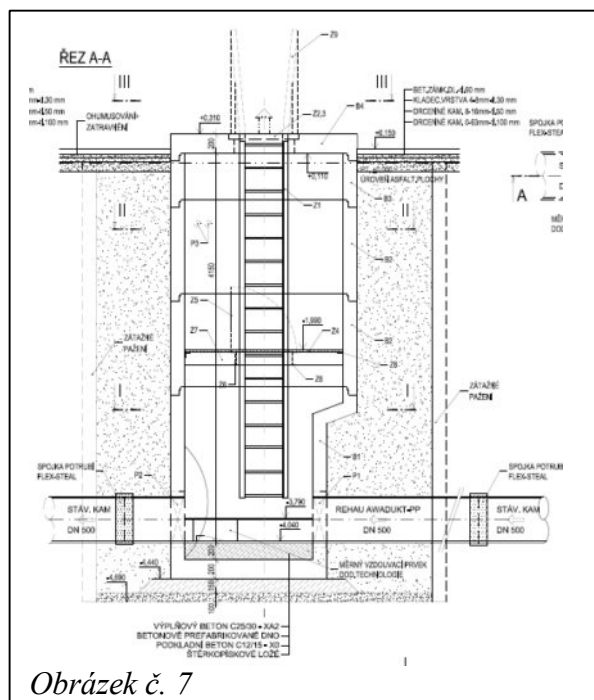


Obrázek č. 6

kteřý byl proveden před samotnou přípravou celého projektu, bylo provozní měření průtoku. Pro dobrý návrh řešení jsme chtěli zjistit, jaké hodnoty průtoku jsou v jednotlivých dnech a směnách vykazovány. Jelikož nebyla jiná možnost než soutoková šachta, instalovali jsme přenosný průtokoměr Isco 2150 s kontaktní rychlostní sondou kombinovanou s tlakovou sondou pro měření výšky hladiny do odtokového potrubí DN 500. Výsledky měření jsou uvedeny níže v grafu. Jedná se o bezdeštný průtok.



Po vyhodnocení všech informací, to znamená kamerové zkoušky, místní šetření a provozní měření průtoku, připravil Vodohospodářský podnik, a.s. projekt, který zahrnoval vybudování nové šachty s možností osazení přenosného vzorkovače kontrolní laboratoře, dále pilř pro elektroinstalaci a přenos dat, místo pro osazení stacionárního vzorkovače a hlavně instalaci průtokoměru. Po zvážení všech faktorů bylo rozhodnuto využít laserový průtokoměr, kterým budou eliminovány všechny rizikové faktory, což je v tomto případě především zpětné vzduť, obsah tuku v odpadní vodě a velmi nízké hladiny vody v době kdy odtéká menší množství odpadní vody například o víkendech nebo odstávkách. Pro bezkontaktní měření průtoku se také vedení podniku rozhodlo z důvodu čištění systému. Existovaly obavy, že by pravidelné čištění nemuselo probíhat podle nároků dané



aplikace a tím by mohla být ovlivněna kvalita dat. Dalším důvodem pro volbu bezkontaktního měření byl i předpoklad delší životnosti senzoru, který není v přímém kontaktu s médiem.

Celé dílo bylo realizováno dle projektu. Na povrchu terénu je vybudován pilíř, ve kterém je osazena řídicí jednotka a rozvaděčová skříň. Z tohoto místa vedou přenosy digitálních dat přes Ethernet. Vedle pilíře je umístěn stacionární vzorkovač pro odběr vzorku. Nová šachta je osazena nerezovým žebříkem pro bezpečný přístup a mezípodestou pro případné umístění mobilní techniky (viz obrázek č. 7). Nad profilem je umístěna laserová hlavice, která vysílá signál proti proudu toku do kruhového profilu DN 500 a měří průtok. V současné době probíhá dokončení napojení přenosu dat na řídicí systém Drůbežářských závodů Klatovy a.s. a zprovoznění přístupu k datům pro Šumavské vodovody a kanalizace a.s.

Praktické zkušenosti z instalace laserového průtokoměru jako náhrada za Venturiho žlab

Této instalaci nepředcházela tak podrobná příprava jako v předchozím případě. Bylo provedeno pouze místní šetření a provozní zkoušky (viz obrázek č. 8). Hlavním důvodem, proč jsme se na tomto místě rozhodli pro instalaci laserového průtokoměru, bylo to, že pokud by měl být přestavován Venturiho žlab, který již nevyhovoval rozměrově a také konstrukčně (byl po době provozu již poškozený a pravděpodobně již od počátku ne zcela správně zbudovaný), byl by omezen provoz a musel by být řešen problém, jak odvádět vodu z čistírny, která nemá žádné obtokové potrubí. Dalším faktorem pro zvolení laserového bezkontaktního měření byl opět výskyt tuků ve vodě. Jedná se totiž o čistírnu v potravinářském provozu, která však odpadní vody pouze předčistí a ty jsou pak odváděny na městskou ČOV.



Obrázek č. 8

Závěr

Máme i mnohé další zkušenosti, kde lze nahradit při rekonstrukcích nevyhovující objekty laserovým měřením průtoku. Jedná se o náhradu velice jednoduchou po stránce montáže a zprovoznění, jelikož není potřeba provádět složité stavební úpravy. Přístroj se instaluje na konzolu umístěnou nad tokem. Může být instalován jak do kanalizačních šachet, přímo do potrubí, tak i nad otevřené kanály. Vyhodnocovací jednotky mají vysoké mechanické krytí, takže mohou být vystaveny běžným povětrnostním vlivům i prostředí ve stokové síti. Využití laserového paprsku pro měření rychlosti proudění je naprosto nový způsob měření v provozních podmínkách.

Použitá literatura:

Archiv dat a fotografií Technoqua

Zpráva z kamerových zkoušek ŠVaK a.s.

Projektová dokumentace Vodohospodářský podnik a.s., Plzeň

Údaje o aplikaci uveřejněny po souhlasu Drůbežářského závodu Klatovy a.s.