

Metodická příručka „Monitoring v městském odvodnění“

II. část Měření úrovně hladiny a průtoku

21. březen 2024

Autoři: Milan Suchánek, Michal Žoužela, David Stránský, Petr Sýkora
Komise metrologie při SOVAK ČR

www.sovak.cz

01 Úvod

www.sovak.cz



Monitoring v městském odvodnění

Část I - Dešťové srážky

Komise metrologie při SOVAK

1. vydání – červen 2012
300 výtisků



Monitoring v městském odvodnění

Část II - Měření úrovně hladiny a průtoku

Komise metrologie při SOVAK

1. vydání – leden 2024
300 výtisků



Rozvoj technologií a postupů používaných v městském odvodnění za posledních přibližně 15 let

- nové požadavky na měření úrovně hladiny a průtoků jak do způsobu měření, požadavků na kvalitu dat, tak i rozsahu měření

V současné době není (nebyla) k dispozici ucelená informace popisující zásady měření úrovně hladiny a průtoků pro účely městského odvodnění

Shrnout současně dostupné metody, technologie a znalosti.

Popsat správnou praxi monitoringu pro účely městského odvodnění

- definovat vhodné metody měření a jejich použití
- standardizovat postupy měření hladin a průtoků
- zvýšit kvalitu prováděných měření

Komu je příručka určena?

- především pro **pracovníky provozovatele kanalizací**
- informace mohou využít také
 - projektanti
 - studenti
 - specialisté v oboru, např. úřední měřiči
 - distributoři a výrobci měřící techniky
 - ...

Monitoring

- Sledování reálného chování systému, prováděné zpravidla měřením základních veličin.
- Výstižná je i anglická definice D2K (data to knowledge), která poukazuje na to, že monitoring není pouze o získávání dat či datových souborů, ale také o jejich vyhodnocení a převedení na znalost o chování systému.

Měření

- Nástroj monitoringu, jímž se realizuje sběr dat či datových souborů.
- Měření je jediným přímým způsobem získání dat o hloubkových, rychlostních či průtokových charakteristikách proudu

Definice

- **Hloubka proudu** – úroveň volné hladiny vztažená ke stanovené srovnávací rovině.
- **Průtok** - je objem kapaliny, který projde průtočným průřezem za časovou jednotku
 - prakticky jedinou přímou metodou je metoda objemová
 - ostatní metody lze charakterizovat jako nepřímé

V oblasti monitoringu v městském odvodnění existuje široká škála měření, které se liší podmínkami, základní členění je např. podle:

- typu proudění (s volnou hladinou / v tlakovém režimu)
- typu instalace (trvalé / dočasné / jednorázové)
- měřeného média (odpadní voda / vyčištěná odpadní voda nebo říční voda / pitná voda / kaly)

Monitoring se realizuje na různých oblastech městského odvodnění

- kanalizační síť a objekty s ní spojené
- čistírna odpadních vod
- drobné vodní toky a svodnice
- umělé kanály

Podmínky měření a nároky na data o hladinách a průtocích **v městském odvodnění se liší od podobných údajů, používaných dalších oblastech vodního hospodářství** - hydrologii přirozených (říčních) povodí, v klimatologii, v zemědělství či zásobování vodou

Požadavky závisí na typu úlohy, v mnohých případech jsou **nároky vyšší** z hlediska časového a prostorového rozlišení a požadované přesnosti, měření je navíc komplikováno prostředím (kanalizace) a charakteristikami měřeného média (odpadní vody)

Měření úrovně hladiny a průtoku v městském odvodnění (speciálně v kanalizaci) představují díky svým požadavkům a podmínkám **jedny z nejkomplicovanějších měření** těchto veličin.

To vyžaduje specifické postupy, aby byl splněn účel monitoringu

K čemu jsou data z měření úrovně hladin a průtoků ?

- vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací
 - měření vypouštěného objemu odpadní vody - trvalé / dočasné (jednorázové)
- návrh stokové sítě (a objektů)
- posouzení a optimalizace funkce stokové sítě
 - kalibrace matematických srážko-odtokových modelů
 - kalibrace měrných profilů a Q/h charakteristiky vzdouvacích objektů
 - úlohy s využitím směšovací rovnice
- správa, provoz a řízení stokové sítě
 - monitoring trendů využití hydraulické kapacity systému
 - řízení ČOV a / nebo stokové sítě
 - sledování objemu balastních vod
 - řešení pojistných událostí

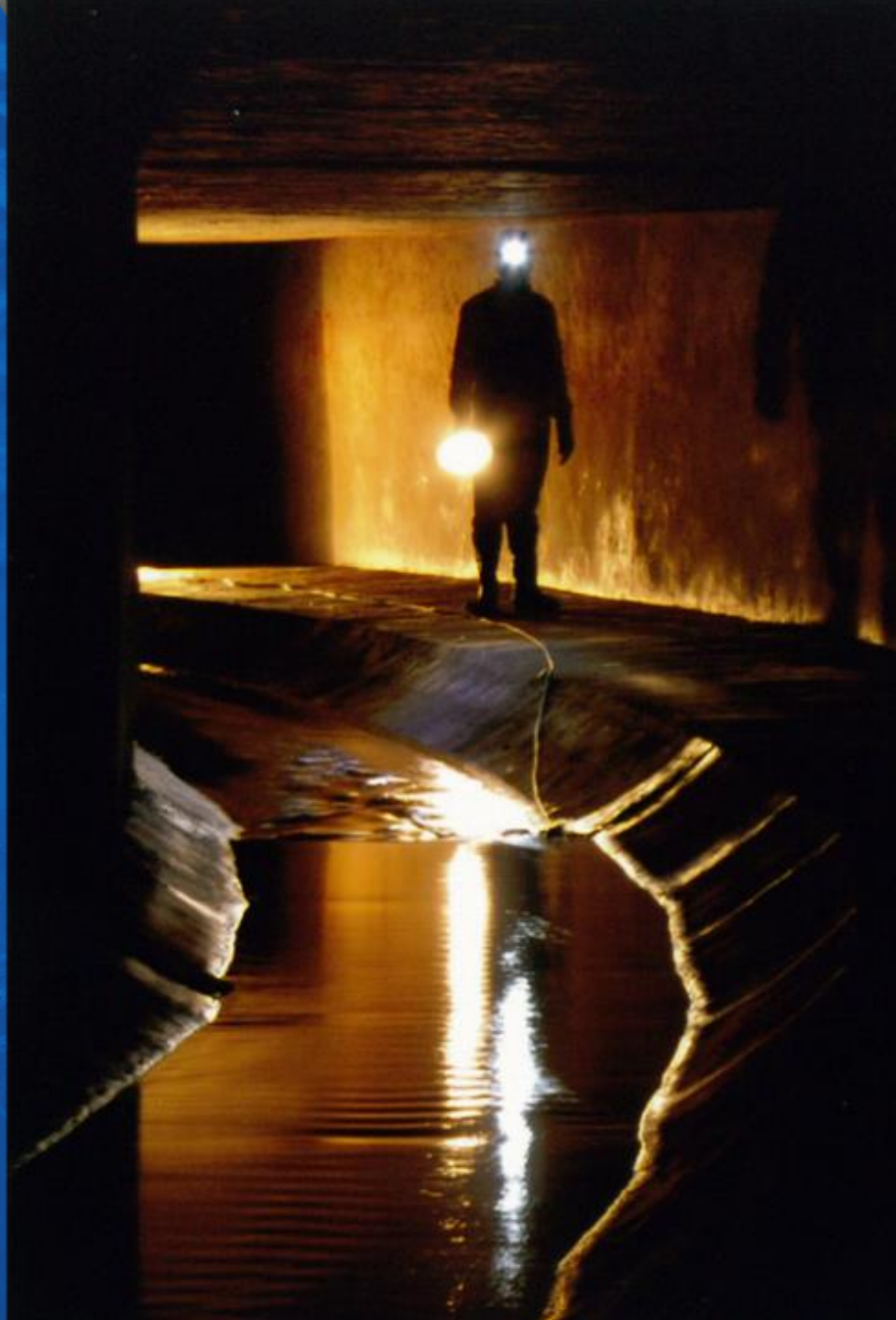
Vybrané požadavky na měřidla v městském odvodnění

- odpovídající přesnost a spolehlivost
- příznivý poměr cena/výkon (s ohledem profilech profilů a účel měření)
- nízké nároky na údržbu a snadná obsluha
- nezávislost na tvaru kanalizačního profilu
- měření za zpětného vzduť, příp. zpětného proudění
- měření při částečném plnění a plném profilu potrubí a kanálů
- měření v malých hloubkách a při malých rychlostech proudění
- měření v profilech s výskytem sedimentů
- spolehlivá funkce v podmínkách s potenciálním rizikem výbuchu
- měření tekutin se zvláštními vlastnostmi (např. kaly a suspenze)
- odolnost chemickým látkám, které se mohou vyskytovat v odpadní vodě
- omezené podmínky pro instalaci
- různá dynamika měřených jevů

02

Příručka

www.sovak.cz



Obsah příručky

- Kapitola 1** Úvod
- Kapitola 2** Přehled metod používaných pro měření úrovně hladiny a průtoku
- Kapitola 3** Měřicí systémy průtoku a proteklého objemu
- Kapitola 4** Vybrané úlohy měření a monitoringu v městském odvodnění
- Kapitola 5** Zpracování dat z měření
- Kapitola 6** Vybrané statě z oblasti bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci v kanalizaci
- Kapitola 7** Závěr
- Kapitola 8** Dokumentace a Literatura

- Příloha 1** Základy hydrauliky stokových sítí
- Příloha 2** Postup měření pomocí stopovačů

Co v příručce Nenajdete !

V příručce nejsou řešeny

- metody pro **tlakové systémy**
- metody pro **měření na řekách a vodních tocích**
 - lze částečně použít s přihlédnutím k místním podmínkám
 - většinou existují samostatné metodiky
- metody pro měření **kapalin s jiným charakterem než voda** (vzduch, kaly, suspenze, hydrosměsi a jiné technické kapaliny ...)

Co v příručce najdete?

Trochu informací z historie měření

Základní terminologii (definice, jednotky, ...)

Popis nejdůležitějších úloh pro které měření v městském odvodnění používáme

Základy metrologického systému ČR

- Metrologické členění měřidel - etalony, pracovní měřidla stanovená, pracovní měřidla, nestanovená a referenční materiály
- Aplikace měřidel v městském odvodnění
- Úřední měření ...

Co v příručce najdete?

Přehled metod používaných pro měření úrovně hladiny a průtoku

Metod měření hladiny a průtoku existuje mnoho metoda postupů , příručka se věnuje jen metodám které se **v oblasti městského odvodnění běžně používají**

Metody jsou roztríděny podle principu měření

- 8 metod měření úrovně hladiny
- 23 metod měření průtoku

Základní pravidla pro budování měřicích systémů

Základní principy stanovení průtoku

Základní informace o přesnosti jednotlivých metod

Co v příručce najdete?

Základní pravidla pro budování měřicích systémů

- základní prvky: přítokové koryto, odpadní koryto, vzdouvací objekt (pro relevantní metody), snímač úrovně hladiny/rychlosti, vyhodnocovací jednotka
- ostatní prvky: počítač, datové přenosy, instalační konstrukce, stavební řešení ...
- posouzení funkční způsobilosti měřicího systému

Výsledky jsou shrnuty do přehledné tabulky volba vhodné metody a měřicího systému pro měření průtoku

Příručka je doplněna základy hydrauliky s ohledem na přípravu měřicích systémů (v samostatné příloze)

Co v příručce najdete?

Popis vybraných úloh monitoringu v městském odvodnění

- Základní principy při návrhu koncepce monitorovacích kampaní pro různé úlohy (trvalý monitoring, monitoring pro kalibraci modelů atd.)

Zpracování dat z měření

- Příručka obsahuje jen základní informace a principy k zpracování dat z měření
- Vlastní vyhodnocení průtoku je pro jednotlivé metody řešeno v příslušných standardech
- V příručce jsou pro stanovení průtoku u jednotlivých metod měření uvedeny principy nebo doporučené odkazy

Co v příručce najdete?

Vybrané statě z oblasti BOZP při práci v kanalizaci

- Příručka obsahuje jen základní informace, postupy a doporučení pro práci v terénu při provádění měření průtoku nebo úrovně hladiny
- Nenahrazuje školení ani publikace zaměřené na BOZP
- Při práci v terénu je potřeba se vždy řídit pravidly organizace

Dokumentaci a literaturu

- Přehled norem, právních předpisů, literatury, odkazů a seznam zkratk

Co byste si měli odnést 😊

Při volbě metody měření průtoku a návrhu měřicího systému je vhodné udělat rozvahu o:

- časovém rozložení měření
- přesnosti stanovení průtoku a proteklého objemu
- ekonomické možnosti
- geometrické okrajové podmínky
- variační rozsah měřených veličin
- druh vody v měrném profilu
- fyzikálně-chemické vlastnosti vody
- technické možnosti
- posouzení funkční způsobilosti měřicího systému, funkční zkoušky, kalibrace

03

Závěr

www.sovak.cz



Co byste si měli odnést 😊

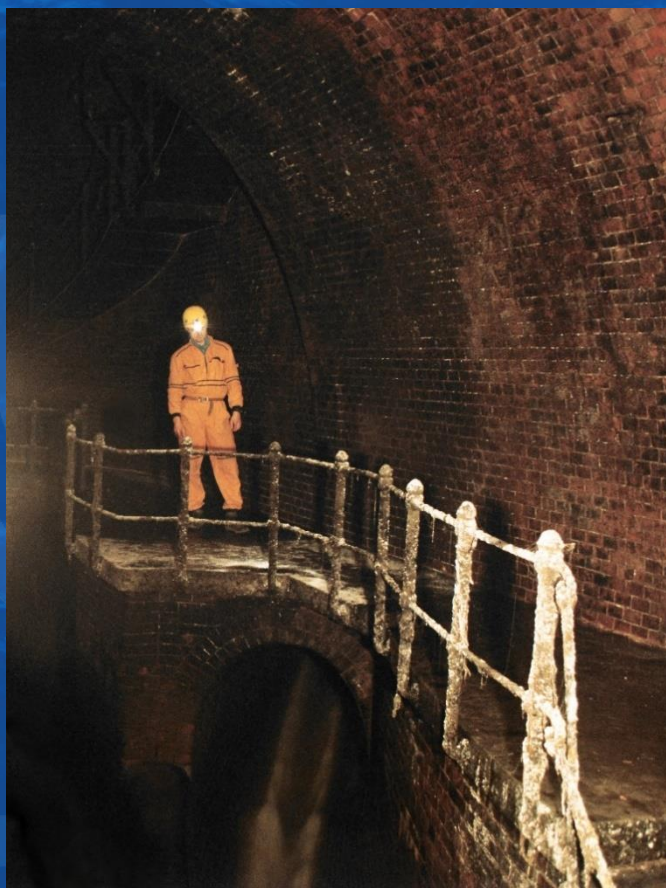
Cílem příručky je

- shrnout dostupné informace o měření úrovně hladiny a průtoků pro účely městského odvodnění
- sjednocení postupů a metod jejich měření

Autoři vycházeli z dostupných domácích i zahraničních zdrojů a vlastní praktické zkušenosti

Publikace je zaměřena pro odbornou veřejnost a praktické aplikace v městském odvodnění

Publikace je otevřená k dalšímu doplnění na základě relevantních diskusí a podnětů



Příručka je věnována našemu kolegovi Michalu Dolejšovi

Děkujeme za pozornost ...

... a doufáme že Vám příručka bude užitečným pomocníkem

Milan Suchánek; DHI a.s.; ms@dhigroup.com

Michal Žoužela; VUT Brno; zouzela.m@fce.vutbr.cz

David Stránský; ČVUT Praha; david.stransky@cvut.cz

Petr Sýkora; PVK a.s.; petr.sykora@pvk.cz