

doc. Ing. Jaroslav ŠÍPAL, Ph.D.
Univerzita J. E. Purkyně
v Ústí nad Labem, Fakulta
výrobních technologií a
managementu, Katedra
energetiky a elektrotechniky

Návrh vodoměru s ohledem na dosahovanou přesnost měření

Design of Water Meter with Respect to the Achieved Measurement Accuracy

Recenzent
Ing. Roman Vavříčka, Ph.D.

Příspěvek se zabývá otázkou, jakým způsobem je možné ovlivnit přesnost měření u rychlostního vodoměru. V článku je popsáno, že je potřeba věnovat pozornost nejen výběru vodoměru, ale i jeho montážní poloze. V první části je ukázáno, jakým způsobem jsou získány hodnoty jednotlivých průtoků, které tvoří intervaly pro definování chyby. Ve druhé části jsou uvedeny příklady, jak jmenovitý průtok i jeho rozsah ovlivní přesnost měření. Poslední část se věnuje příkladu, jakým způsobem může montážní poloha ovlivnit rozsah a přesnost měření.

Klíčová slova: měření průtoku, průtokoměr, rychlostní průtokoměr, nejistota měření

The paper deals with a question of possible ways to influence the measuring accuracy of a velocity water meter. It describes the need to pay attention not only to the selection of a water meter, but also to its installation position. The first part shows the way to obtain values of individual flow rates, which form intervals to define errors. The second part provides examples of how the nominal flow rate and its range affect the measurement accuracy. The last part deals with an example of how the installation position influences the range and accuracy of measurement.

Keywords: flow rate measurement, flowmeter, velocity flowmeter, measurement uncertainty

ÚVOD

Pro měření průtoku vody se nejvíce používají rychlostní vodoměry, a to jako poměrová měřidla při rozpočítávání spotřeby studené a teplé vody v bytových domech nebo jako součást měřicí soupravy pro měření předané tepelné energie. Příspěvek si dává za cíl ukázat, jak může být přesnost měření množství vody proteklého vodoměrem ovlivněna způsobem volby jmenovitého průtoku vodoměru a jeho montáží, buď ve vodorovné, nebo svislé poloze. Obě montážní polohy jsou schváleny výrobcem, přesto u některých případech se změnila přesnost měřidla.

JMENOVITÝ PRŮTOK

Každý vodoměr je charakterizován čtyřmi údaji o velikosti průtoku, které jsou zkoušeny na zkušebnách. Jednotlivé hodnoty průtoků jsou označeny Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 . Hodnota Q_1 označuje minimální průtok, který je vodoměr schopen měřit. Hodnota Q_2 označuje tzv. přechodový průtok. Hodnota Q_3 popisuje jmenovitý průtok pro daný vodoměr a Q_4 je přetěžovací průtok. Hodnoty jmenovitých průtoků vodoměrů Q_3 jsou voleny podle konkrétní řady vyvolených čísel o pěti členech (tab. 1).

Tab. 1 Možné hodnoty jmenovitého průtoku Q_3 [2]

Tab. 1 Possible values of nominal flow rate Q_3 [2]

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1,0 | 1,6 | 2,5 | 4,0 | 6,3 |
| 10 | 16 | 25 | 40 | 63 |
| 100 | 160 | 250 | 400 | 630 |
| 1000 | 1600 | 2500 | 4000 | 6300 |

Od jmenovitého průtoku (Q_3) jsou odvozeny hodnoty průtoků Q_1, Q_2 a Q_4 . Minimální průtok Q_1 je průtok, který by měl být indikován vodoměrem v mezích přípustné odchylky. Tento průtok je vypočítán tak, že podílem musí být číslo uvedené v tab. 2:

Tab. 2 Možné hodnoty čísla n [2]

Tab. 2 Possible values of figure n [2]

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|
| 40 | 50 | 63 | 80 | 100 |
| 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 |

$$n = \frac{Q_3}{Q_1} \quad (1)$$

Hodnoty v tab. 1 a 2 jsou vybrány z Renardovy řady vyvolených čísel. Renardovy řady vyvolených čísel (označované R_n) jsou de facto geometrickými řadami, v nichž podíl sousedních čísel je dán konstantou a ve tvaru:

$$a = 10^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Číslo n označuje počet členů Renardovy řady. Hodnoty uvedené v tab. 1 jsou zaokrouhlené hodnoty řady R_5 a v tab. 2 je proveden výběr z řady R_{100} .

Hodnota přechodového průtoku Q_2 se nalézá mezi hodnotami minimálního a trvalého průtoku. Jedná se o hodnotu, která grafické znázornění povolené chyby rozděluje do dvou oblastí, každá z oblastí (spodní a horní) je charakterizována svou povolenou chybou. Velikost hodnoty přechodového průtoku se vypočítá z hodnoty minimálního průtoku:

$$Q_2 = 1,6 \cdot Q_1 = 1,6 \frac{Q_3}{n} \quad (3)$$

Poslední hodnotou je přetěžovací průtok Q_4 , charakterizuje krátkodobé přípustné přetížení vodoměru, kdy se chyba pohybuje v daných mezích a nedojde k poškození vodoměru:

$$Q_4 = 1,25 \cdot Q_3 \quad (4)$$

Podle platné legislativy se velikosti hodnot povolených chyb liší pro vodoměry, které jsou zařazeny do třídy přesnosti 1 nebo do třídy přesnosti 2.

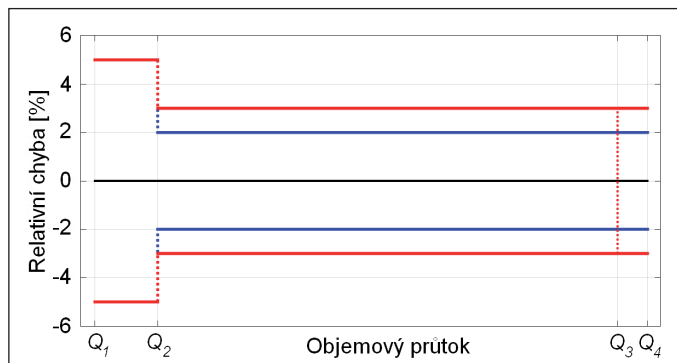
Pro vodoměry třídy přesnosti 1 je relativní chyba pro spodní oblast průtoku (Q_1 až Q_2) na $\pm 3\%$ pro studenou i teplou vodu. Pro horní oblast průtoku (Q_2 až Q_4) je stanovena na $\pm 1\%$ pro studenou a na $\pm 2\%$ pro teplou vodu.

Pro vodoměry třídy přesnosti 2, které jsou běžnější, je relativní chyba pro spodní oblast průtoku (Q_1 až Q_2) na $\pm 5\%$ pro studenou i teplou vodu. Pro horní oblast průtoku (Q_2 až Q_4) je stanovena na $\pm 2\%$ pro studenou a na $\pm 3\%$ pro teplou vodu [2].

Na grafu zobrazeném na obr. 1 je znázorněn průběh relativní chyby měření v obou oblastech pro vodoměr třídy přesnosti 2. Z důvodu širokého rozsahu průtoku používá graf pro průtok logaritmickou stupnici.

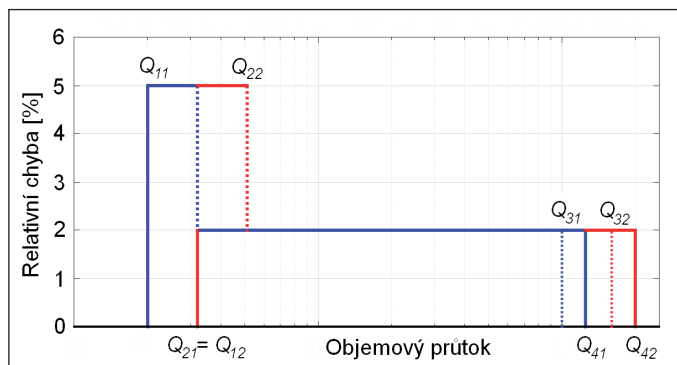
Pro provoz a ověřování vodoměrů platí v současné době nová česká státní norma ČSN EN ISO 4064 – Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu: Část 1 – Metrologické a technické požadavky a Část 2 – Zkušební metody [2]. Podle této normy a evropské směrnice MID 2004/22/EC došlo také ke změnám v označování vodoměrů na štítcích, podrobně o tom pojednává např. [1].

Pokud mají být vodoměry použity pro závazkový vztah, je nutné je v pravidelných intervalech kontrolovat v autorizované zkušebně. Kontrolní měření je provedeno pro hodnoty průtoků Q_1 , Q_2 , Q_3 a Q_4 . Aby ověřovaný vodoměr vyhovoval požadavkům normy, musí se relativní chyby naměřených hodnot během přezkoušení pohybovat v pásmu vytčeném pro největší povolenou chybu, a to při všech průtocích. V současné době dokonce někteří výrobci deklarují a garantují u nových vodoměrů polovičnicí hodnoty relativní chyby, než povoluje norma.



Obr. 1 Povolená odchylka v závislosti na průtoku podle ČSN EN ISO 4064

Fig. 1 Allowed tolerance in relation to flow rate according to the ČSN EN ISO 4064



Obr. 2 Povolené odchylky pro vodoměry s $Q_3 = 1 \text{ m}^3/\text{h}$ (modrá) a $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (červená)

Fig. 2 Allowed tolerance for water meters with $Q_3 = 1 \text{ m}^3/\text{h}$ (blue) and $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (red)

Tab. 3 Mezní hodnoty pro vodoměry s různou hodnotou Q_3 a R_n (Renardova řada)

Tab. 3 Limit values for water meters with different values of Q_3 and R_n (Renard series)

| Q_3 [m^3/h] | 1 | | 1,6 | |
|---------------------------------|------|-----|------|-----|
| R_n | 50 | 100 | 50 | 100 |
| Q_1 [l/h] | 20 | 10 | 32 | 16 |
| Q_2 [l/h] | 32 | 16 | 51 | 25 |
| Q_3 [l/h] | 1000 | | 1600 | |
| Q_4 [l/h] | 1250 | | 2000 | |

SKUTEČNOSTI OVLIVŇUJÍCÍ PŘESNOST BYTOVÉHO VODOMĚRU

Pro přesná měření je velmi důležité stanovit vhodný vodoměr, který určíme pomocí hodnot jmenovitého průtoku (Q_3) a rozsahu. Vodoměr o $Q_3 = 1$ znamená jmenovitý průtok $1 \text{ m}^3/\text{h}$. Lepší představu nám dá časová hodnota. Při průtoku $1 \text{ m}^3/\text{h}$ bude nádoba o objemu 1 litr naplněna za 3,6 sekundy a při průtoku $1,6 \text{ m}^3/\text{hod}$ za 2,25 sekundy. Hodnota jmenovitého průtoku Q_3 určuje hodnoty průtoků Q_1 , Q_2 a Q_4 (viz předchozí text). Pro srovnání je v tab. 3 uvedeno porovnání pro vodoměry $Q_3 = 1 \text{ m}^3/\text{h}$ a $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ při rozsahu Renardovy řady $R_n = 50$ a $R_n = 100$.

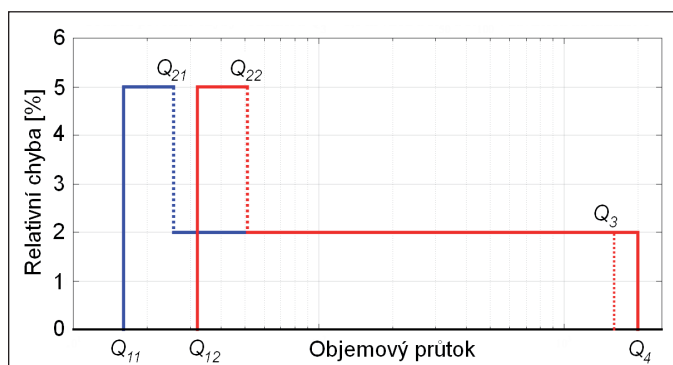
Z tab. 3 je zřejmé, že vodoměr o menším jmenovitém průtoku je schopen měřit v povolené toleranci chyby nižší průtok vody (od 20 l/h). Důležitá je také skutečnost, že tento vodoměr má hodnotu Q_2 nižší, a to znamená, že od nižšího průtoku vody je schopen měřit s nižší povolenou chybou. Pro lepší představu hodnot uvedených v tab. 3 je provedeno grafické znázornění povolené odchylky pro dva vodoměry měřící studenou vodu. Na vodorovné ose je vyneseno průtok vody v litrech za hodinu a na svislé ose relativní chyba.

Na obr. 2 jsou graficky znázorněny průběhy chyb pouze v kladné polovině pro vodoměr s $Q_3 = 1 \text{ m}^3/\text{h}$ (modrá barva) a $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ (červená barva). Se změnou Q_3 se posunul celý graf se všemi ostatními hodnotami, Q_1 , Q_2 , Q_4 .

Na obr. 3 je graficky provedeno podobné znázornění pro dva vodoměry se stejným jmenovitým průtokem Q_3 , ale rozdílnou hodnotou počtu členů Renardovy řady a tím i rozsahu. V tomto případě dochází ke změně rozsahu. Rozsah se zvětšuje v oblasti minimálních hodnot a dochází ke zvýšení přesnosti minimálních naměřených hodnot.

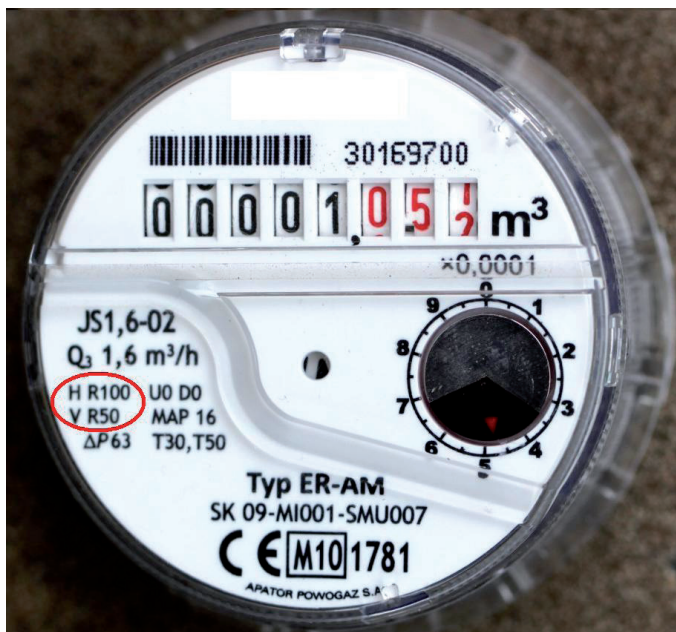
MONTÁŽNÍ POLOHA VODOMĚRU

U běžných typů vodoměrů jsou výrobcem schváleny dva způsoby montáže. Montáž ve svislé poloze (potrubí je ve svislém směru) nebo ve vodorovné



Obr. 3 Povolené odchylky pro vodoměry s $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ a R_{100} (modrá), R_{50} (červená)

Fig. 3 Allowed tolerance for water meters with $Q_3 = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ and R_{100} (blue), R_{50} (red)



Obr. 4 Typický štítek vodoměru

Fig. 4 Standard water meter tag

poloze (potrubí je ve vodorovném směru), vždy číselníkem nahoru. Mohlo by se zdát, že na poloze nezáleží a je na volbě montážníka, kterou z poloh zvolí, podle prostorových možností. Bohužel, není to tak docela pravda. Na obr. 4 je ukázán příklad vodoměru se štítkem podle normy. Tento vodoměr může být instalován ve vodorovné i svislé poloze. Na svém štítku však má označeny rozsahy pro vodorovné (horizontální) a svislé (vertikální) osazení (červeně zvýrazněno). Je zřejmé, že vodorovnou instalací tohoto vodoměru dojde ke zvětšení měřicího rozsahu ($H - R_n = 100$) proti svislé instalaci ($V - R_n = 50$), viz tab. 3. Vzhledem k tomu, že běžně indikované průtoky vody u navrhovaných vodoměrů se pohybují mezi průtoky Q_2 a Q_3 , dojde v této oblasti měření ke zvýšení (nebo snížení) přesnosti měřeného průtoku vody v závislosti právě na způsobu instalace.

ZÁVĚR

Rychlostní vodoměry jsou levné přístroje a ve velkém množství jsou instalovány jako bytové vodoměry, které slouží k poměrovému rozpočítání nákladů mezi jednotlivé nájemníky. Vzhledem ke skutečnosti, že ceny studené i teplé vody v budoucnu porostou, je vhodné věnovat pozornost nejen ceně měřidla, ale i volbě jmenovitého průtoku, přesnosti měřidla i montážní poloze, protože tyto parametry ovlivní přesnost naměřených hodnot.

Z příspěvku je zřejmé, že bude-li instalován vodoměr s menším jmenovitým průtokem, zvýší se přesnost měření proteklého množství vody. Dále jsou důležité údaje uvedené na štítku vodoměru. Na štítku je vždy uveden příslušný měřicí rozsah pro určitou polohu montáže. Pokud vodoměr, který je zobrazen na obr. 4, bude instalován ve vodorovné poloze, zvýší se přesnost měření proteklého množství vody oproti případu, kdy bude instalován ve svislé poloze.

Kontakt na autora: sipal@fvtm.ujep.cz

Použité zdroje:

- [1] HOLYSZEWSKI, P. Štítky a vlastnosti vodoměrů s typovým schválením podle evropské směrnice MID 2004/22/EC. *Topenářství instalace*. 2018, roč. 42, č. 8, s. 28–29. ISSN 1211-0906.
- [2] ČSN EN ISO 4064. Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu: Část 1 – Metrologické a technické požadavky, Část 2 – Zkušební metody. ČNI 2015.

Solární systém pro ohřev vzduchu snižuje spotřebu tepla o 30 %

Švýcarská vysoká škola Hochschule Luzern se svým průmyslovým partnerem Montana Bausysteme AG z Villmergen vyvořila budovu, jejíž fasáda dokáže snížit spotřebu tepla o 30 %. Představená fasáda z perforovaného plechu nasává vzduch, který se před přívodem do budovy ohřívá v meziprostoru slunečním kolektorem. Řešení pamatuje i na dny bez slunečního svitu, kdy se „bypassem“ přivádí teplo od pomocného zdroje.

Inovativní řešení projektu bylo oceněno podporou v rámci programu Cleantech Programme švýcarského úřadu pro energie Bundesamt für Energie (BFE). Protože podobná řešení nejsou ve Švýcarsku běžná, umožňuje podpora i jeho rozšíření po celé zemi.

Pramen: CCI 04/2016, s. 1

(AB)

NASA zpřístupňuje svou knihovnu

Šéfredkyně NASA Ellen Stofanová oznámila, že NASA zpřístupňuje knihovnu dat svého veřejného výzkumu, a to zcela zdarma na novém otevřeném portálu NASA PubSpace.

V oznámení uvedla: „Zpřístupnění výzkumu rozsáhle zvětší jeho dopad; pracujeme na stavbě, jejíž základy položili jiní. Zprávy veškerého výzkumu financovaného NASA také musí od 21. 9. 2016 odpovídat novým předpisům a musí být zveřejněny na portálu do 1 roku, aby byly přístupné každému. Výjimkou budou i nadále patenty a materiály spadající pod personální a vlastnická práva, jakož i zákony o bezpečnosti.“

Pramen: futurism.com, 18. 10. 2016

(AB)

Nové systémy zvlhčování vzduchu

Portál www.cci-dialog.de přinesl krátké zmínky o nových zvlhčovačích vzduchu na trhu v závěru roku 2016:

- ❑ Italská Carel S.p.A., Padova, uvedla parní zvlhčování heaterSteam, které jako první na světě použilo titanové otopné elementy v zařízení s přesností nastavení relativní vlhkosti $\pm 1\%$, použitelné i pro nízké hodnoty nastavení, kde se vyžaduje vysoká přesnost a stabilita.
- ❑ Nový adiabatický chladič ME firmy Condair GmbH z Garchingu u Mnichova byl vyvinut speciálně pro nepřímé chlazení. Ve srovnání s běžnými systémy sází systém při zásobování vodou nikoliv na velká centrální čerpadla, ale na více malých energeticky šetrných čerpadel, zapojovaných podle potřeby.
- ❑ Zvláštností firmy Kaut GmbH z Wuppertalu je kontaktní zvlhčovací systém DriSteem WMS s hygienickou koncepcí a se zvláštním čerpadlem, který udržuje zvlhčovací vodu v neustálé cirkulaci přes UV reaktor, zabírající množení bakterií. K regulaci výkonu systémem Vapor-Logic mohou být zapojena nebo odpojena nejvýše 3 čerpadla.
- ❑ U odpařovacích systémů může být pro optimální účinnost nastaveno nejlepší víření proudu vzduchu. Současně je tak zaručena bezchybná hygiena, jako je tomu u systému HPS od firmy Hygromatik GmbH, Henstedt-Ulzburg, z optimálních materiálů, které umožňují upustit od užití biocidních přípravků.

Pramen: CCI 08/2016, s. 6

(AB)

Cena solární elektřiny klesla o 25 %

Podle nedávných nabídek z Číny a Dubaje klesla v roce 2016 cena solární elektřiny o 25 % během pěti kalendářních měsíců (k 16. 10. 2016), a to v Číně na 0,019 USD/kWh (instalace 500 MW) a v Dubaji 0,0023 USD/kWh (instalace 1,2 GW). Za poklesem stojí širší světová nabídka daná nižší cenou solárních panelů.

Jmenované země nejsou jediné s nižší nabídkou; patří sem i Kostarika, Chile, Indie a také USA. V Nevadě se připravuje k uvedení do provozu 100 MW solární projekt s nabídkou 0,04 USD/kWh. V roce 2015 byla Kostarika zásobována 299 dnů obnovitelnými zdroji; za 9 měsíců roku 2016 to bylo 150 dnů.

Pramen: futurism.com, 16. 10. 2016

(AB)