

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

## Může způsob montáže vodoměrů ovlivnit naměřené hodnoty?

### Can Way of Water Meters Installation Affect Measured Values?

Recenzent  
Ing. Roman Vavříčka, Ph.D.

Článek tematicky navazuje na článek uveřejněný v předchozím čísle časopisu VVI – Návrh vodoměru s ohledem na dosahovanou přesnost. Autor v dalším pokračování poukazuje na vliv provedení montáže vodoměru na dosahovanou přesnost měření s ohledem na použitý typ těsnění nebo šroubení.

**Klíčová slova:** vodoměr, měření průtoku, nejistota měření

The paper thematically follows-up on the paper published in the previous issue of VVI journal – Design of Water Meter with Respect to the Achieved Accuracy. The author highlights in the follow-up the influence of the water meter installing execution on the achieved measurement accuracy. The used type of gasket or screw fitting is respected.

**Keywords:** water meter, flow rate measurement, measurement uncertainty

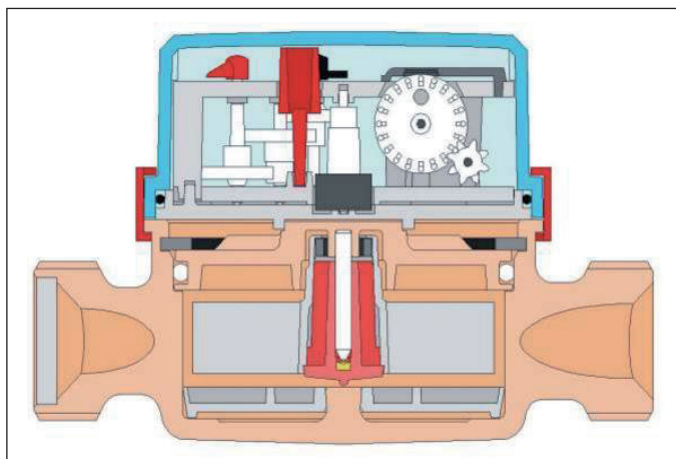
### ÚVOD

Pro měření hodnoty průtoku vody v bytovém fondu se v současné době nejčastěji používají dva základní principy. Jedná se o:

- rychlostní princip, kdy je měřena rychlost protékající kapaliny,
- objemový princip, kdy je měřen objem protékající kapaliny.

Největší počet v současnosti nainstalovaných vodoměrů v obytných budovách pracuje na rychlostním principu. Používají se především pro rozúčtování spotřeb studené a teplé vody. Jejich rozšířenost je dána především jejich nízkou cenou. Nainstalované vodoměry mají schválený typ a přezkoušení na zkušebně, kde vyhověly. Měření spotřeby vody probíhá tak, že proud vody vstupuje do měřicí komory, v níž roztáčí vrtulku. Otáčky vrtulky jsou magnetickou spojkou přenášeny na číselník (obr. 1).

Naproti tomu objemové vodoměry mají v tělese vodoměru zabudovanou kartuši, která odměřuje odebraný objem vody. Obr. 2 prezentuje skladbu objemového vodoměru. V levé části obrázku jsou převody s číselníkem, v horní části obrázku je těleso vodoměru a spodní, černá část, je kartuše. Kartuše je složena ze tří dílů, dvou pevných a jednoho pohyblivého. Mezi pohyblivým dílem, který vykonává omezený krouživý pohyb, a pevným vnějším dílem vznikne prostor, který odměřuje protékající kapalinu. Krouživý pohyb je spojkou přenášen na číselník vodoměru.



Obr. 1 Řez jednovtokovým rychlostním vodoměrem  
Fig. 1 Cross-section of the single-jet velocity water meter

### MONTÁŽ VODOMĚRU

Každý výrobce vodoměrů předepisuje, jakým způsobem je potřeba namontovat jeho výrobek. Pozornost věnuje zejména poloze vodomě-



Obr. 2 Skladba objemového vodoměru  
Fig. 2 Arrangement of volumetric water meter



Obr. 3 Demontované vodoměry  
Fig. 3 Dismounted water meters

ru. Poloha vodoměru (svislá nebo vodorovná – číselníkem nahoru) je základní podmínkou pro dodržení předepsané chyby přístroje. Velikost použitého šroubení je dána rozměrem závitů na vstupu a výstupu vodoměru. Nedílnou součástí instalace je použití odpovídajícího těsnění z hlediska tvaru i průtočného průřezu.

Na základě spolupráce akreditované laboratoře Ulitep s.r.o. a Katedry energetiky a elektrotechniky Fakulty výrobních technologií a managementu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem bylo provedeno měření, které se zabývalo posouzením, jakým způsobem může montáž vodoměru ovlivnit přesnost měření průtoku vody. Podnět k tomuto souhrnnému měření vznikl na základě řešení skutečné stížnosti na naměřené hodnoty spotřebované vody. Při prvním pohledu na dodané vodoměry k posouzení je zřejmé, že byla instalována nevhodná těsnění (obr. 3).

Pro celkové posouzení možných vlivů na přesnost měření byl vypracován podrobný postup ověřování:

1. ověření obou typů vodoměrů (rychlostního i objemového),
2. měření vlivu použitých šroubení na přesnost měření rychlostního vodoměru,
3. měření vlivu těsnění s menším, ale soustředným otvorem na přesnost měření rychlostního i objemového vodoměru,
4. měření vlivu těsnění s menším, ale excentrickým otvorem na přesnost měření rychlostního i objemového vodoměru.

Aby bylo možné vyhodnotit naměřené výsledky, bylo provedeno měření vždy na pěti vodoměrech každého typu. U rychlostních vodoměrů byly vybrány nové vodoměry firmy „Kaden“. Pro měření objemovými vodoměry bylo vybráno pět použitých vodoměrů. Před vlastním měřením bylo provedeno přezkoušení všech vodoměrů. Měření byla provedena na měřící trati v souladu s právním předpisem, při minimálním průtoku  $Q_1$ , přechodovém průtoku  $Q_2$  a jmenovitém průtoku  $Q_3$  [1]. Tab. 1 uvádí hodnoty pro zkoušené vodoměry.

Tab. 1 Označení průtoků

Tab. 1 Identification of flow-rates

	Popis	[m³/h]	[l/min]
$Q_1$	Nejmenší průtok	0,0457	0,762
$Q_2$	Přechodový průtok	0,0736	1,227
$Q_3$	Trvalý průtok	1,6000	26,667
$Q_4$	Přetěžovací průtok	2,0000	33,333

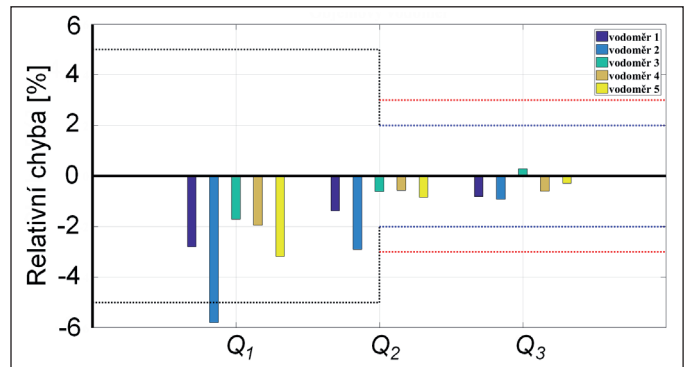
Povolenou relativní chybu v procentech je možné vyjádřit matematicky pro:

- ☐ studenou vodu  $Q_1 \leq 5\% < Q_2$  a  $Q_2 \leq 2\% \leq Q_4$
- ☐ teplou vodu  $Q_1 \leq 5\% < Q_2$  a  $Q_2 \leq 3\% \leq Q_4$

Rychlostní vodoměry, protože byly nové, bez problémů vyhověly. Výsledky u objemových vodoměrů jsou znázorněny graficky na obr. 4. Kromě vodoměru č. 2 (ze souboru pěti testovaných objemových vodoměrů) všechny vodoměry vyhověly. Jejich chyby jsou v tolerančním pásmu jak pro studenou, tak i pro teplou vodu. Objemový vodoměr s označením č. 2 nevyhověl v oblasti minimálního průtoku  $Q_1$  (tj. 16 l/hod) a v oblasti přechodového průtoku  $Q_2$  (tj. 25,6 l/hod) pro studenou vodu. Obě chyby byly v neprospěch dodavatele. Je nutno poznamenat, že takovýto vodoměr by nebyl vůbec nainstalován.

### VLIV ŠROUBENÍ NA NAMĚŘENÉ HODNOTY

Pro připojení vodoměrů se běžně používá šroubení s vnějším závitem 1/2" s převlečnou matkou, která má vnitřní závit 3/4". Montážní firmy



Obr. 4 Výsledky měření při použití správné velikosti těsnění pro objemové vodoměry

Fig. 4 Measurement results with use of the proper size gasket for volumetric water meters

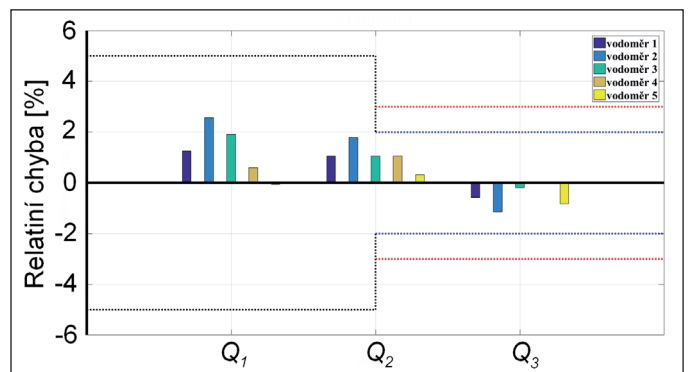


Obr. 5 Použité typy testovaného šroubení pro připojení vodoměru k potrubní trati – vnější šestihranné nebo s vnitřními náličky

Fig. 5 Types of tested screw fittings used to connect the water meter to the pipe system – with external hexagon or internal lugs

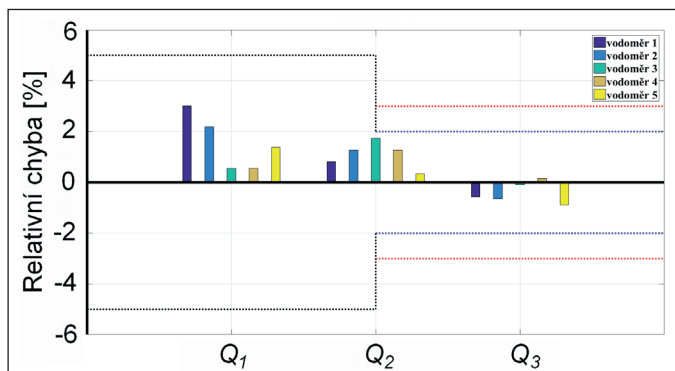
mohou používat tři základní typy šroubení. První má pro utažení po obvodu šestihranný profil. U dalších dvou typů se utahování provádí pomocí náličky ve vnitřním průměru (obr. 5). Rozdíl mezi nimi je v tom, že jeden typ má náličky po celé délce a druhý typ má náličky krátké, umístěné u vtokového sítka vodoměru.

Pro zkoušení vlivu připojovacího šroubení na naměřené hodnoty byly testovány tři typy šroubení. Prvním typem bylo delší šroubení o délce 37 mm s vnějším šestihranem. Druhý šroubení bylo kratší (26 mm) a náličky byly pouze jenom na konci šroubení, umístěné blíže k vodoměru. Třetí šroubení bylo s délkou 38 mm, ale náličky byly v celé délce šroubení. Naměřené výsledky jsou graficky vyneseny na obr. 6, 7 a 8. Na vodorovné ose jsou hodnoty měřených průtoků a na svislé ose je



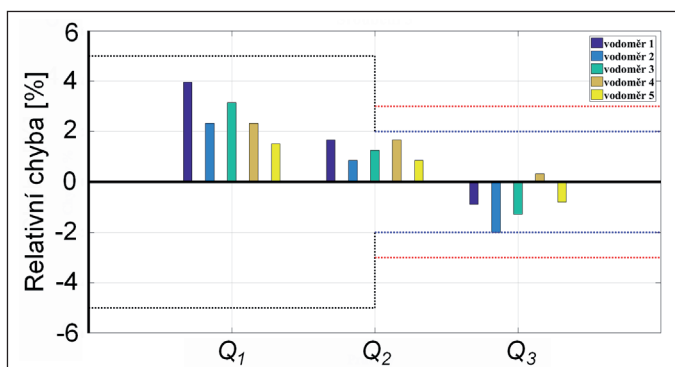
Obr. 6 Šroubení s kruhovým vnitřním průřezem a vnějším šestihranem pro utahování

Fig. 6 Screw fitting with a circular inner cross-section and outer hexagon for tightening



Obr. 7 Šroubení s nálitky pouze na jednom konci

Fig. 7 Screw fitting with lugs at one end only



Obr. 8 Šroubení s dlouhými nálitky po celé délce

Fig. 8 Screw fitting with long lugs along the entire length

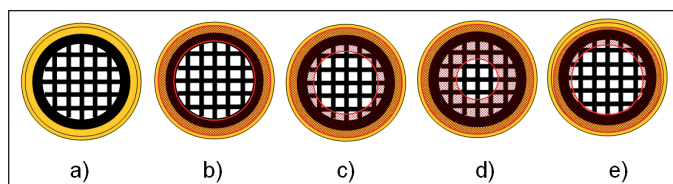
relativní chyba v procentech. V grafech jsou zároveň vyneseny hranice povolených chyb. Modrá hranice je pro studenou vodu, červená pro teplou vodu a černá platí pro studenou i teplou vodu. Pokud je chyba v kladné polorovině grafu, přístroj měří v neprospěch odběratele, pokud je chyba v záporné polorovině, je tomu naopak.

Z naměřených hodnot je zřejmé, že relativní chyby jsou v toleranci a jsou rozmístěny v obou polorovinách vymezených vodorovnou osou. To znamená, že některé vodoměry měří ve prospěch zákazníka a jiné ve prospěch dodavatele. Z těchto výsledků je možné usoudit, že použité šroubení nemá vliv na přesnost celkového náměru vodoměru.

### TĚSNĚNÍ S MENŠÍM VNITŘNÍM PRŮMĚREM – RYCHLOSTNÍ VODOMĚRY

V mosazném tělese vodoměru je běžně vsazeno sítko, které zabraňuje vniku nečistot do měřicí komory. Vodoměr je na obou stranách namontován do rozvodu pomocí šroubení. Při pohledu na vstupní otvor vodoměru (obr. 9), je vidět mosazné těleso s vnějším závitem a vsazené plastové sítko. Mezi šroubením a vodoměrem se používá ploché těsnění. Vnější rozměr odpovídá 3/4" průměru závitu na tělese vodoměru a vnitřní průměr má takovou velikost, aby nezasahoval do vnitřního průměru mřížky. V praxi je bohužel velmi častým jevem skutečnost, že vnitřní průměr těsnění je menší a tím zmenšuje průchozí profil vodního proudu. Ukázky možných variant jsou zřejmé z obr. 9. Je možné se také setkat s případem, kdy je použito menšího těsnění, které se při montáži posune a ve vstupní mřížce zacloní plochu jako srpek měsíce, nebo je použito těsnění, ve kterém vnější i vnitřní kružnice nemají stejný střed.

Měření bylo provedeno se standardním gumovým těsněním. Vnější i vnitřní kružnice měly shodný střed. Jedno mělo otvor o průměru



Obr. 9 Vstup do vodoměru: a) bez těsnění; b) správná velikost těsnění; c) menší vnitřní průměr těsnění; d) malý vnitřní průměr těsnění; e) malé těsnění osazené excentricky

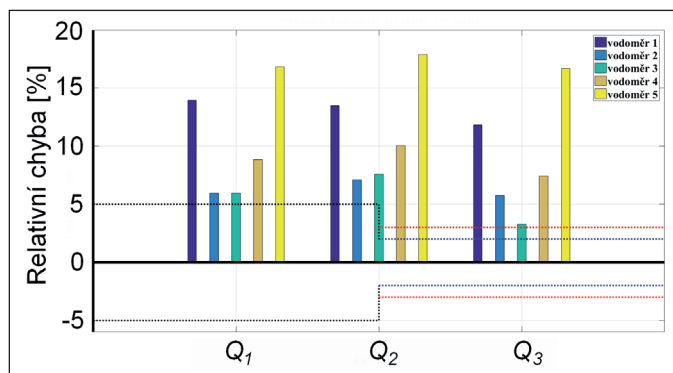
Fig. 9 Inflow to water meter: a) without gasket; b) proper size of gasket; c) small internal diameter of gasket; d) small external diameter of gasket; e) small gasket mounted eccentrically

10 mm a druhé o průměru 8 mm. Výsledky měření spotřeby vody u rychlostních vodoměrů s nainstalovaným těsněním s otvorem o průměru 10 mm jsou graficky znázorněny na obr. 10. Z výsledků je zřejmé, že dochází k několikanásobnému překračování povolené chyby, jak pro teplou, tak i studenou vodu. Ve všech případech ale zkoušený vodoměr naměřil větší spotřebu, než byla skutečná.

Zjednodušeně řečeno: na každých 100 litrů vody, které odebere odběratel, mu chybná montáž vodoměru připočte dalších cca 10 litrů vody.

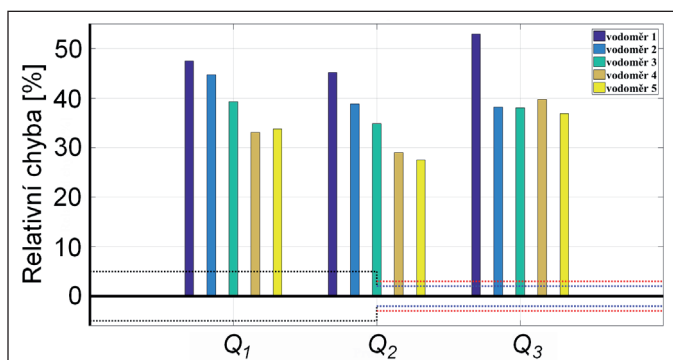
Při dalším měření, kdy bylo použito těsnění s průměrem otvoru 8 mm, bylo překročení povolené relativní chyby ještě vyšší. V tomto případě je výsledek nejhorší, chybná montáž ke každým odebraným 100 litrům vody připočte až 40 litrů vody (obr. 11).

Toto testování prokázalo, že velikost těsnění, resp. velikost vnitřního průtočného otvoru, má výrazný vliv na přesnost naměřených hodnot rychlostního vodoměru. Zároveň je ale také nutné vzít v úvahu, že chyby měření jsou vždy v neprospěch odběratele, tj. průtokoměr indikuje vyšší naměřené hodnoty oproti skutečnosti.



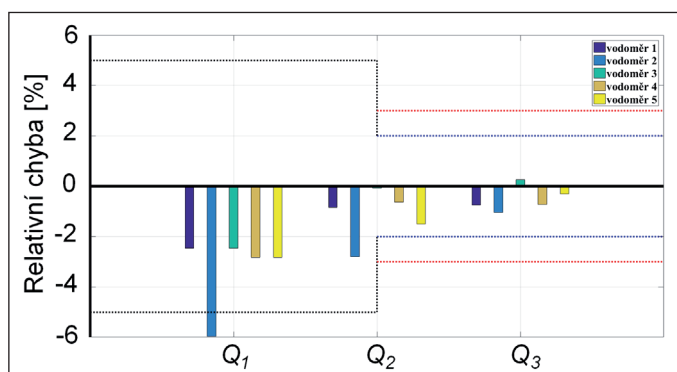
Obr. 10 Rychlostní vodoměr s malým těsněním o vnitřním průměru 10 mm

Fig. 10 Velocity water meter with a small gasket of inner diameter 10 mm



Obr. 11 Rychlostní vodoměr s malým těsněním o vnitřním průměru 8 mm

Fig. 11 Velocity water meter with a small gasket of inner diameter 8 mm



Obr. 12 Objemový vodoměr s vnitřním průměrem těsnění 8 mm  
Fig. 12 Volumetric water meter with inner gasket diameter 8 mm

### TĚSNĚNÍ S MENŠÍM VNITŘNÍM PRŮMĚREM – OBJEMOVÉ VODOMĚRY

Stejně jako u předchozího typu vodoměru bylo i u objemových vodoměrů překročeno k měření při instalaci těsnění s výrazně nižším průtočným průřezem. Měření bylo provedeno s měkkým těsněním, a sice o nejmenším průměru otvoru, tj. 8 mm. Naměřené výsledky na obr. 12 lze srovnat s obr. 4, kde byly objemové vodoměry testovány se správnou velikostí těsnění. Kromě vodoměru č. 2, který nevyhovoval ani při předchozím měření (obr. 4), jsou všechny chyby v tolerančním pásmu a relativně daleko od hranice. Z předchozích a současných výsledků měření je možné vyvodit závěr, že pokud se chyba pohybovala v povolené toleranci u těsnění o průměru 8 mm, tak pro průměr větší (tj. 10 mm) se bude chyba rovněž pohybovat v povolené toleranci.

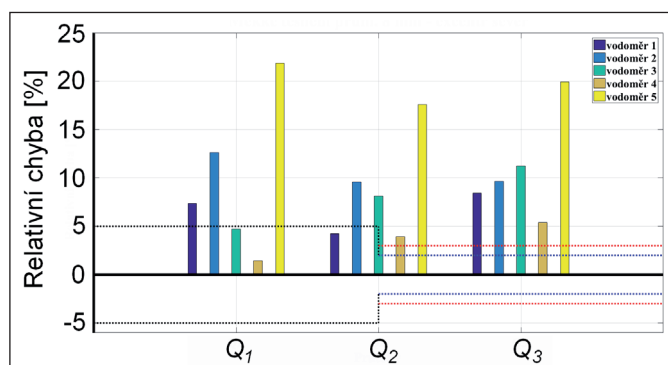
### TĚSNĚNÍ S EXCENTRICKÝM OTVOREM – RYCHLOSTNÍ VODOMĚRY

Při montáži může být použito těsnění menší, které může být posunuto mimo střed, nebo tzv. „podomáčku vyráběné“ těsnění. Pro montéra je důležité, že rozvod těsnění. Tato chybná montáž byla pro měření simulována výrobou těsnění, v němž vnitřní kružnice má průměr 8 mm a střed je umístěn jinde než vnější průměr těsnění (obr. 13).

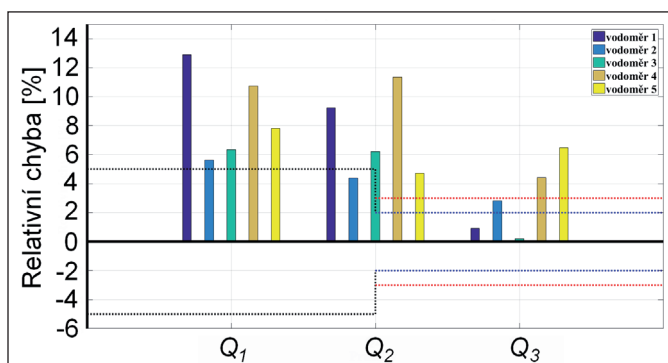
Je předpoklad, že excentrický otvor provede nasměrování vodního proudu do vstupní komory, a to bude mít za následek zvýšenou hodnotu relativní chyby. Aby byl ověřen vliv geometrického umístění vnitřní kružnice na hodnotu náměru, bylo měření provedeno na vodoměru tak, že vodoměr byl umístěn ve vodorovné poloze, tj. číselníkem nahoru. Umístění excentrického otvoru je popsáno jako geografická orientace. Tzn. je-li střed otvoru nad středem vnější kružnice, je provedeno označení S (sever), je-li střed otvoru vpravo od středu vnější kružnice, je provedeno označení V (východ) atd. Tato umístění byla vybrána proto, aby bylo možné k naměřeným hodnotám vhodně přiřadit umístění těsnění. Je pochopitelné, že při praktické montáži bude otvor umístěn náhodně. Může být ve směru, který byl použit při měření, nebo také mezi dvěma orientačními umístěními. Velikost chyby se bude měnit plynule v závislosti na nasměrování vodního proudu a chyba rychlostního vodoměru se tak bude přibližovat k chybě jedné nebo druhé orientace.



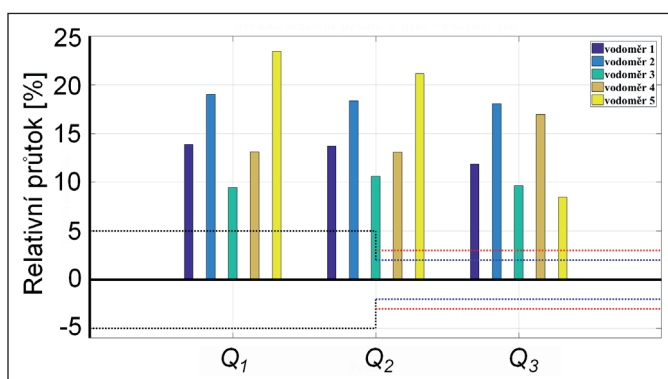
Obr. 13 Nesoustředné kružnice  
Fig. 13 Eccentric circles



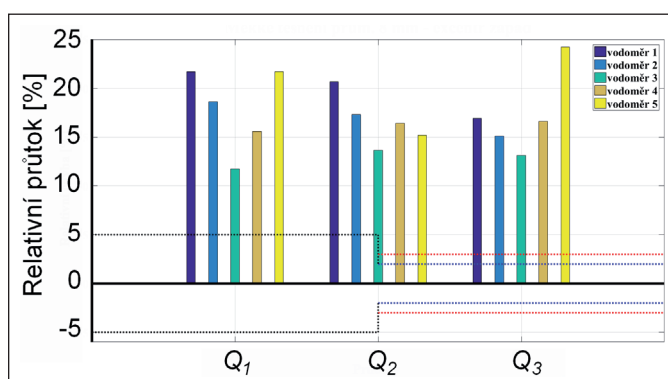
Obr. 14 Rychlostní vodoměr s excentrickým těsněním – orientace sever  
Fig. 14 Velocity water meter with eccentric gasket – facing north



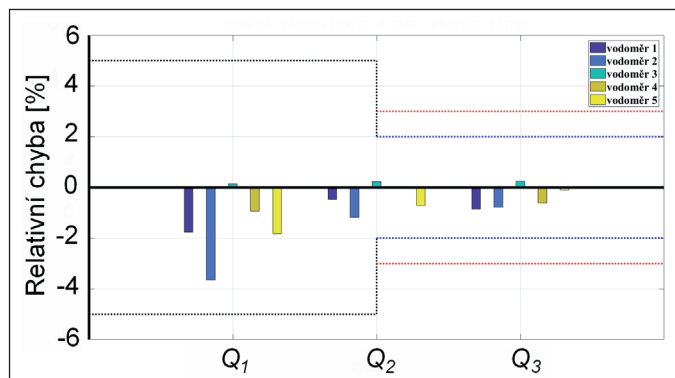
Obr. 15 Rychlostní vodoměr s excentrickým těsněním – orientace východ  
Fig. 15 Velocity water meter with eccentric gasket – facing east



Obr. 16 Rychlostní vodoměr s excentrickým těsněním – orientace jih  
Fig. 16 Velocity water meter with eccentric gasket – facing south



Obr. 17 Rychlostní vodoměr s excentrickým těsněním – orientace západ  
Fig. 17 Velocity water meter with eccentric gasket – facing west



Obr. 18 Objemový vodoměr s excentrickým těsněním – orientace západ  
Fig. 18 Volumetric water meter with eccentric gasket – facing west

Z naměřených hodnot je možné opět konstatovat, že chyba měřidla je ve všech případech větší, než povoluje příslušná norma, a je vždy v neprospěch odběratele. Velikost chyby je velmi závislá na umístění středu vnitřní kružnice a tím i na nasměrování paprsku.

Je možné konstatovat, že na každých odebraných 100 litrů vody se u rychlostních vodoměrů připočte další množství od cca 6 do 17 litrů vody.

### TĚSNĚNÍ S EXCENTRICKÝM OTVOREM – OBJEMOVÉ VODOMĚRY

Pro měření objemových vodoměrů bylo vybráno měření, jehož výsledky se u rychlostních vodoměrů projevily s největší chybou. V případě rychlostního vodoměru byla při excentricitě otvoru na západ chyba největší, tj. měření s měkkým těsněním, s otvorem o průměru 8 mm a excentricky umístěným směrem na západ. Výsledek měření je znázorněn v grafu na obr. 18. Je vidět, že hodnoty relativních chyb se u všech vodoměrů výrazně snížily. Dokonce se u vodoměru č. 2, u něhož pro standardní velikost těsnění chyby při minimálním a přechodovém průtoku nevyhovovaly, chyby zmenšily natolik, že jsou bezpečně v tolerančním pásmu. Je možné předpokládat, že i u objemového vodoměru budou chyby při ostatních orientacích excentricity menší nebo stejné.

### ZÁVĚR

Měření prokázala, že typ použitého šroubení nemá vliv na přesnost naměřených hodnot. Hodnoty relativní chyby byly u všech kontrolovaných průtoků v povolené toleranci. Tím, že se chyby nalézají v obou polovinách, je zřejmý jejich náhodný charakter. Při použití nevhodného těsnění u rychlostního vodoměru je relativní chyba přístroje několikanásobně větší, než je normou povolená mez. Protože chyby vodoměrů s řádným těsněním byly v toleranci, je jasné, že nárůst velikosti chyby je způsoben těsněním. Tato chyba je ale vždy v neprospěch odběratele. Z hodnot získaných měření objemovým vodoměrem je zřejmé, že relativní chyba se vždy pohybuje v povoleném tolerančním pásmu. Výjimkou byl ze sady použitých objemových vodoměrů vodoměr č. 2, který nevyhověl při prvním měření s již správně namontovaným těsněním a který byl pravděpodobně vadný. V některých případech měření je relativní chyba tak malá, že v grafech je téměř nezatelná. Tzn. že objemový princip měření průtoku je rezistentní vůči vlivům nevhodné montáže.

Z provedených měření vyplývá, že nevhodné těsnění při měření rychlostním vodoměrem v každém případě poškozuje odběratele.

V některých případech jsou hodnoty zatíženy výraznou chybou. Protože rozdíly vtoků a měřicích komor mezi jednotlivými vodoměry, které jsou k dispozici na trhu, nejsou velké, lze předpokládat, že chybná montáž se projeví obdobně i u ostatních výrobků. V praxi je po provedení montáže kontrolována pouze těsnost spoje. Vhodnost a správnost umístění těsnění nikdo nekontroluje. Obě šroubení vodoměrů jsou po montáži zaplombována a instalaci vodoměru nelze již zkontrolovat. V případě, kdy se odběrateli zdá, že měření je nesprávné, stěžuje si. Následuje kontrola vodoměru na zkušebně, kde je zjištěno, že vodoměr je v pořádku. V použití nevhodného těsnění zatím nikdo chybu nehledal.

Odstranění chyby naměřeného množství vody je možné buď použitím objemových vodoměrů, nebo technickou úpravou rychlostních vodoměrů výrobcem měřidla. Technická úprava rychlostních vodoměrů je možná provedením jednou ze dvou variant úprav. Buď na připojení ke šroubení použít osazení tak, aby nebylo možné použít špatné těsnění, nebo upravit připojení tak, aby nebylo potřeba používat těsnění.

Kontakt na autora: sipal@fvvm.ujep.cz

### Použité zdroje:

- [1] ŠÍPAL, J. Návrh vodoměru s ohledem na dosahovanou přesnost měření. *Vytápění, větrání, instalace*. 2017, roč. 16, č. 2, s. 96–98. ISSN 1210-1389.
- [2] ČSN EN ISO 4064. Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu: Část 2 – Zkušební metody. ÚNMZ 2015.



## VVI Helpdesk

Příspěvky a informace uveřejňované v časopisu *Vytápění, větrání, instalace* mají především naplnit potřeby členů Společnosti pro techniku prostředí.

**Časopis připravil pro pravidelné čtenáře novou rubriku s názvem VVI Helpdesk.**  
<http://www.stpcr.cz/cz/vvi-helpdesk>

Prostřednictvím formuláře na webových stránkách STP (v sekci časopisu VVI) můžete vznášet dotazy, které se týkají problematiky techniky prostředí.

Nejzajímavější dotazy a odpovědi vybraných odborníků budeme průběžně zveřejňovat v našem časopise.

Redakce VVI