



ČESKÝ METROLOGICKÝ INSTITUT
Okružní 31, 638 00 Brno

METROLOGICKÝ PŘEDPIS

MP 021

MĚŘIDLA PROTEČENÉHO MNOŽSTVÍ VODY

POSTUP ZKOUŠENÍ PŘI OVĚŘOVÁNÍ

Vydání: srpen 2018

**PŘEDPIS JE ZÁVAZNÝ PRO ZAMĚSTNANCE
ČESKÉHO METROLOGICKÉHO INSTITUTU**

**V PŘÍPADĚ METROLOGICKÝCH STŘEDISEK AUTORIZOVANÝCH
PRO OVĚŘOVÁNÍ MĚŘIDEL PROTEČENÉHO MNOŽSTVÍ VODY
ZAKLÁDÁ POUŽITÍ TOHOTO PŘEDPISU PŘEDPOKLAD UPLATNĚNÍ
POŽADAVKŮ A ŘÁDNÉ IMPLEMENTACE METOD ZKOUŠENÍ
STANOVENÝCH RELEVANTNÍMI PRÁVNĚ ZÁVAZNÝMI PŘEDPISY**

Úvod

Tento metrologický předpis (dále jen „MP“) navazuje jako prováděcí technický dokument na opatření obecné povahy, které vydal ČMI ke stanovení metrologických a technických požadavků na stanovená měřidla a metod jejich zkoušení při ověřování ve smyslu svého zmocnění v § 14 odst. 1 a § 24d zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“).

MP stanovuje postup zkoušení měřidel protečeného množství vody při jejich ověřování a doplňuje detailní informace potřebné ke správné a jednotné interpretaci příslušného opatření obecné povahy při provádění a vyhodnocování zkoušek realizovaných při ověřování měřidel protečeného množství vody.

Pro zaměstnance ČMI provádějící osvědčování způsobilosti subjektů a jejich zaměstnanců k výkonu ověřování měřidel protečeného množství vody je tento MP závazný. V případě ověřování měřidel protečeného množství vody prováděného subjekty, které jsou k této činnosti autorizovány podle § 16 zákona, zakládá použití MP předpoklad uplatnění požadavků na měřidla protečeného množství vody a předpoklad řádné implementace metod zkoušení stanovených příslušným opatřením obecné povahy.

Cílem tohoto MP je shromáždit v jednom dokumentu všechny relevantní informace potřebné pro výkon ověřování měřidel protečeného množství vody.

1 Všeobecná ustanovení

S ohledem na relevantní právní úpravu EU a národní právní úpravu ČR jsou měřidla protečeného množství vody (dále jen „vodoměry“) druhem měřidel, jejichž uvádění na trh a do oběhu se z hlediska působnosti této právní úpravy rozděluje na tři skupiny, a to:

- a) vodoměry, které jsou určeny k použití v oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu;
- b) měřidla protečeného množství vody určená pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu;
- c) vodoměry na teplou nebo studenou vodu označované značkou EHS.

Pro vodoměry a snímače průtoku měřidel tepelné energie ověřované vodou se při ověřování uplatňují metrologické požadavky, které byly rozhodné pro jejich uvedení do oběhu.

Ověřována mohou být v souladu s právní úpravou pouze následující stanovená měřidla:

- a) jejichž typ byl schválen podle zákona o metrologii;
- b) jejichž druh podle příslušné prováděcí vyhlášky k zákonu o metrologii povinnosti schvalovat typ nepodléhá;
- c) která byla uvedena na trh, popřípadě do provozu procesem posouzení shody podle příslušného nařízení vlády, které je prováděcím předpisem k zákonu o posuzování shody stanovených výrobků při jejich dodávání na trh.

Přehled právních předpisů a normativních dokumentů použitých/použitelných při uvádění měřidel na trh a po uvedení měřidel na trh je uveden v Příloze 1 a Přílohách 2a a 2b tohoto MP.

POZNÁMKA: Výrobce může zvolit jakékoli technické řešení, které splňuje základní technické požadavky. Aby mohl výrobce využít předpoklad shody, musí správně použít řešení uvedená v příslušných harmonizovaných normách nebo v normativních dokumentech (podle § 11, odst. 2 nařízení vlády č. 120/2016 Sb.).

2 Související normy a předpisy

Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14 kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod jejich zkoušení při ověřování stanovených měřidel: „měřidla protečeného množství vody – vodoměry, které jsou určeny k použití v obytných a obchodních prostorách a v lehkém průmyslu“.

OIML R49-1:2013 ¹	Water meters for cold potable water and hot water. Part 1: Metrological and technical requirements. (<i>Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu. Část 1: Metrologické a technické požadavky.</i>)
OIML R49-2:2013 ¹	Water meters for cold potable water and hot water. Part 2: Test methods. (<i>Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu. Část 2: Zkušební metody.</i>)
OIML R49-3:2013 ¹	Water meters for cold potable water and hot water. Part 3: Test report format. (<i>Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu. Část 3: Formát zkušební zprávy.</i>)
ČSN EN 24006	Měření průtoku tekutin v uzavřených profilech. Terminologie (25 7701)
ČSN ISO 5168	Měření průtoku tekutin – Postupy pro vyhodnocení nejistot (25 7705)
ČSN 25 7801	Vodomery. Základné ustanovenia.
ČSN ISO 7858-1 ²	Měření průtoku vody v uzavřených potrubích – Měřidla pro studenou pitnou vodu. Kombinovaná měřidla – Část 1: Specifikace (25 7809)
ČSN EN 14154-1 ²	Vodoměry – Část 1: Všeobecné požadavky (25 7811)
ČSN EN 14154-3 ²	Vodoměry – Část 3: Zkušební metody a zařízení (25 7811) (pro vodoměry se schválením typu podle ČSN EN 14154 a uvedené na trh a do provozu podle MID)
ČSN ISO 10385-1 ²	Měření průtoku vody v uzavřených potrubích – Měřidla pro teplou vodu – Část 1: Specifikace (25 7810)
ČSN EN 24185+AC ²	Měření průtoku kapalin v uzavřených profilech. Vážicí metoda
ČSN ISO 4064-1:2005 ²	Měření průtoku vody v uzavřených potrubích – Měřidla pro studenou pitnou vodu – Část 1: Specifikace. (25 7807);
ČSN EN ISO 4064-1	Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu – Část 1: Metrologické a technické požadavky. (25 7811)
ČSN EN ISO 4064-2	Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu – Část 2: Zkušební metody. (25 7811)
ČSN ISO 4064-3:2005 ²	Měření průtoku vody v uzavřených potrubích – Měřidla pro studenou pitnou vodu – Část 3: Zkušební metody a zařízení (25 7807) (pro vodoměry se schválením typu podle ČSN ISO 4064 od 8/2002)
ČSN EN ISO 4064-3	Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu – Část 3: Formát zkušební zprávy. (25 7811)

¹ Dokument je dostupný na www.oiml.org.

² Tato norma již byla nahrazena. Na trhu a v provozu se však mohou vyskytovat měřidla, jejichž typ byl schválen podle této normy nebo jsou podle této normy ověřována.

ČSN EN ISO 4064-4 Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu – Část 4: Nemetrologické požadavky nezahrnuté v ČSN EN ISO 4064-1(25 7811)

PNÚ 1425.2² Vodoměry na teplou vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie. Zmena 7/85 a Zmena 12/99 (pro vodoměry na teplou vodu se schválením typu podle národních ČSN a ČSN ISO 10385-1)

EA-04/02 M:2013 Vyjádření nejistoty měření při kalibraci

TNI 01 0115 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (**VIM**) (01 0115)

Mezinárodní slovník legální metrologie (**VIML**)³

POZNÁMKY:

Aktuální stav harmonizovaných ČSN EN viz: <http://www.nlfnorm.cz/ehn/kategorie/104>

Aktuální stav normativních dokumentů OIML viz:

https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/building-blocks/legal-metrology/measuring-instruments_en

Aktuální stav oznámených norem k OOP viz: <https://www.cmi.cz/node/212>

3 Pojmy, termíny, definice a použité zkratky

Pro účely tohoto MP jsou použity pojmy, termíny a definice uvedené v OOP a v dokumentech VIM, VIML a OIML.

Další pojmy:

kombinovaný vodoměr [ČSN EN ISO 4064-1]

je měřidlo zahrnující jedno velké měřidlo, jedno malé měřidlo a přepínací zařízení, které v závislosti na velikosti průtoku procházejícího měřidlem automaticky směřuje proud buď do malého nebo velkého měřidla nebo do obou.

POZNÁMKA: Čtení měřidla je získáno ze dvou nezávislých počítadel nebo z jednoho počítadla, které sčítá hodnoty z obou vodoměrů.

čistá voda [Příručka WELMEC 11.1, 2017⁴]

je pitná voda, která smí obsahovat jenom pevné částice anebo rozpuštěné přísady, které nenaruší správnou funkci mechanického snímače objemu anebo průtoku vodoměru. Tyto neovlivní ani rozsah průtoku a chybu indikace měřidla ani nezastaví, resp. nepoškodí, měřidlo.

průtok

je podíl skutečného objemu vody protečeného vodoměrem a času, za který tento objem vodoměrem protekl; je vyjádřen v (m³/h).

POZNÁMKY:

Trvalý průtok byl dříve označován q_p nebo Q_p nebo též Q_n (ustanovení týkající se Q_3 se proto obdobně vztahují i na q_p nebo Q_p nebo Q_n).

Přetěžovací průtok byl dříve označován q_s nebo Q_s nebo též Q_{max} (ustanovení týkající se Q_4 se proto obdobně vztahují i na q_s nebo Q_s).

³ Dokument je dostupný na www.unmz.cz.

⁴ WELMEC 11.1 Measuring Instruments Directive 2014/32/EU. Common application for utility meters. Dokument je dostupný na www.welmec.org a <http://www.unmz.cz/urad/dokumenty-welmec-preklady>

minimální průtok (*minimum flowrate*) Q_1 [ČSN EN ISO 4064-1]
je nejnižší průtok, při kterém je požadována činnost vodoměru v mezích největších dovolených chyb.

přechodový průtok (*transitional flowrate*) Q_2 [ČSN EN ISO 4064-1]
je průtok, který leží mezi trvalým průtokem a minimálním průtokem, který dělí rozsah průtoku do dvou oblastí, dolní oblast průtoku a horní oblast průtoku, každou charakterizovanou jejími vlastními největší dovolenými chybami.

trvalý průtok (*permanent flowrate*) Q_3 [ČSN EN ISO 4064-1]
je nejvyšší průtok, za stanovených pracovních podmínek, při němž je požadována činnost měřidla v mezích největších dovolených chyb.

přetěžovací průtok (*overload flowrate*) Q_4 [ČSN EN ISO 4064-1]
je nejvyšší průtok, při kterém měřidlo je požadována činnost měřidla po krátký časový úsek, v mezích jeho největších dovolených chyb, zatímco jeho metrologická funkce zůstane zachována, když je následně v činnosti v mezích jeho stanovených pracovních podmínek.

přepínací průtok kombinovaného měřidla Q_x [ČSN EN ISO 4064-1]
(*combination meter change-over flow rate*)
je přepínací průtok při kterém se tok ve velkém měřidle zastaví s poklesem průtoku (Q_{x1}) nebo spustí se zvýšením průtoku (Q_{x2}).

nejnižší dovolená teplota (mAT) (*minimum admissible temperature*) [ČSN EN ISO 4064-1]
je nejnižší dovolená teplota vody, které měřidlo může trvale odolat v mezích stanovených pracovních podmínek bez zhoršení jeho metrologické funkce.

nejvyšší dovolená teplota (MAT) (*maximum admissible temperature*) [ČSN EN ISO 4064-1]
je nejvyšší dovolená teplota, které měřidlo může trvale odolat v mezích stanovených pracovních podmínek bez zhoršení jeho metrologické funkce

zkušební průtok

průměrný průtok během zkoušky, vypočítaný z indikací kalibrovaného referenčního zařízení; podíl skutečného objemu protečeného vodoměrem a času, po který objem protékal vodoměrem

jmenovitý průměr (DN)

abecedně-číselné označení velikosti součástí potrubních systémů, které je používáno pro referenční účely; zahrnuje písmena DN následovaná bezrozměrným celým číslem, které je nepřímo vztaženo k velikosti otvoru nebo vnějšího průměru koncových přípojení v milimetrech

nejvyšší dovolený tlak (MAP) (*maximum admissible pressure*) [ČSN EN ISO 4064-1]
je nejvyšší dovolený tlak, kterému měřidlo může trvale odolat v mezích stanovených pracovních podmínek bez zhoršení jeho metrologické funkce

největší dovolená chyba (MPE) (*maximum permissible error (MPE)*)

jsou mezní hodnoty chyby měření s ohledem na známou referenční hodnotu veličiny dovolené specifikacemi nebo předpisy pro dané měřidlo

[ISO/IEC Guide 99:2007|OIML V 2-200 (VIM), 4.26, modifikováno – „měřidlo“ nahrazuje „měření, měřicí přístroj, nebo měřicí systém“]

Použité zkratky:

mAT	nejnižší dovolená teplota
CMC	Calibration and Measurement Capability (<i>měřicí schopnost kalibrace</i>)
MAP	nejvyšší dovolený tlak
MAT	nejvyšší dovolená pracovní teplota
MH	měřená hodnota
OOP	opatření obecné povahy
<i>U</i>	rozšířená nejistota měření

4 Schéma návaznosti měřidel průtoku a protečeného množství vody

Možné způsoby návaznosti měřidel a etalonů při dodržení hodnot největších dovolených chyb (MPE) jsou znázorněny schématem návaznosti v Příloze 3 tohoto MP. Zároveň jsou uvedeny doporučené hodnoty rozšířených nejistot měření (*U*) pro jednotlivé etalony.

5 Základní principy, technické a metrologické požadavky na vodoměry

Podle principu činnosti se vodoměry člení na:

- mechanická měřidla s mechanickými počítadly** – založená na přímém mechanickém působení za použití odměrných komor s pohyblivými stěnami anebo za působení rychlosti proudění vody na rychlost otáčení pohyblivé části (turbíny nebo oběžného kola), s počítadlem, které pracuje na mechanickém principu prostřednictvím otáčejících se ozubených kol anebo jiných otáčejících se komponent;
- mechanická měřidla s elektronickými počítadly** – založená na přímém mechanickém působení za použití odměrných komor s pohyblivými stěnami anebo za působení rychlosti proudění vody na rychlost otáčení pohyblivé části (turbíny nebo oběžného kola), s počítadlem, které pracuje na elektronickém zaznamenávání protečeného množství;
- elektromagnetická měřidla** – založená na elektromagnetickém principu využívajícím Faradayův zákon o elektromagnetické indukci s počítadlem, které pracuje na elektromechanickém anebo elektronickém principu zaznamenávání protečeného množství;
- ultrazvuková měřidla** - založená na ultrazvukovém principu využívajícím princip rozdílu času přechodu ultrazvukového signálu mezi dvěma protijdoucími směry proudění vody s počítadlem, které pracuje na elektromechanickém anebo elektronickém principu zaznamenávání protečeného množství;
- vírová měřidla** – založená na principu snímání frekvence vírů vznikajících za překážkou v proudění, s počítadlem, které pracuje na elektromechanickém anebo elektronickém zaznamenávání protečeného množství;
- kombinovaná měřidla** – založená na principu dvou paralelně zapojených měřidel různé velikosti a přepínacího zařízení, které zabezpečuje usměrnění proudění vody při menších průtocích jenom menším měřidlem a při větších průtocích oběma anebo větším měřidlem;

- g) **hmotnostní měřidla** – založená na měření Coriolisovy síly generované v měřicích trubiciích s počítadlem, které pracuje na elektromechanickém nebo elektrickém principu.

5.1 Technické a metrologické požadavky

5.1.1 Nový přístup

V následujícím textu jsou uvedeny metrologické i technické charakteristiky důležité při ověřování vodoměrů. Další podrobnosti jsou uvedeny v normě ČSN EN ISO 4064-1.

Rozsah průtoků

Charakteristiky průtoku vodoměru musí být definovány hodnotami Q_1 , Q_2 , Q_3 a Q_4 .

Vodoměr musí být označen číselnou hodnotou Q_3 v (m^3/h) a poměrem Q_3/Q_1 .

Hodnota Q_3 vyjádřená v (m^3/h) musí být zvolena z možností uvedených v tabulce 1, přičemž jednotlivé řady, jak jsou uvedeny ve sloupcích, smí být rozšířeny směrem k vyšším nebo nižším hodnotám:

Tabulka 1 – Hodnoty Q_3 vyjádřené v (m^3/h)

1,0	1,6	2,5	4,0	6,3
10	16	25	40	63
100	160	250	400	630
1 000	1 600	2 500	4 000	6 300

Hodnota poměru Q_3/Q_1 („R“) musí být zvolena z možností uvedených v tabulce 2, přičemž jednotlivé hodnoty, jak jsou uvedeny, smí být rozšířeny směrem k vyšším hodnotám v řadě:

Tabulka 2 – Hodnoty poměru Q_3/Q_1 („R“)

40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Hodnoty pro rozsah průtoku vody musí splňovat následující podmínky:

$$\frac{Q_3}{Q_1} \geq 40$$

$$\frac{Q_4}{Q_3} = 1,25$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1,6$$

Největší dovolené chyby

Největší dovolené chyby jsou uvedeny v čl. 7.3.6 tohoto MP.

Třídy tlaku měřidla

Minimální dovolený tlak (mAP) musí být 30 kPa (0,3 bar).

Měřidla se klasifikují třídou nejvyššího dovoleného tlaku MAP odpovídající hodnotám z řady MAP 6 (pouze pro DN ≥ 500), MAP 10, MAP 16, MAP 25 a MAP 40 zvolené výrobcem. Vodoměr musí být schopen odolat vnitřnímu tlaku podle příslušející třídy tlaku a musí být zkoušen odpovídající zkouškou.

Teplotní třídy měřidla

Měřidla se klasifikují třídou teploty vody odpovídající různým rozsahům zvoleným výrobcem (viz tabulku 3 níže):

- vodoměry specifikované pouze nejvyšší dovolenou pracovní teplotou MAT jako T30, T50, T70, T90, T130 a T180;
- vodoměry specifikované minimální dovolenou pracovní teplotou mAT a nejvyšší dovolenou pracovní teplotou MAT jako T30/90, T30/130 a T30/180.

Tabulka 3 – Teplotní třídy měřidla

Teplotní třída	mAT [°C]	MAT [°C]
T30	0,1	30
T50	0,1	50
T70	0,1	70
T90	0,1	90
T130	0,1	130
T180	0,1	180
T30/90	30	90
T30/130	30	130
T30/180	30	180

Označení polohy montáže měřidla

H	horizontální poloha s indikačním zařízením nahoru a na bok
H↑	horizontální poloha s indikačním zařízením nahoru
H→	horizontální poloha s indikačním zařízením na bok
V	vertikální poloha
V↑	vertikální poloha se směrem proudění zdola nahoru
V↓	vertikální poloha se směrem proudění shora dolů
„bez označení“	všechny polohy

Tabulka 4 – Třídy citlivosti na nepravidelnosti v rychlostních polích před měřidlem (U)

Třída	Požadované přímé délky krát DN	Potřeba usměrňovače proudění
U0	0	Ne
U3	3	Ne
U5	5	Ne
U10	10	Ne
U15	15	Ne
U0S	0	Ano
U3S	3	Ano
U5S	5	Ano
U10S	10	Ano

Tabulka 5 – Třídy citlivosti na nepravidelnosti v rychlostních polích za měřidlem (D)

Třída	Požadované přímé délky krát DN	Potřeba usměrňovače proudění
D0	0	Ne
D3	3	Ne
D5	5	Ne
D0S	0	Ano
D3S	3	Ano

5.1.2 Starý přístup

Rozsah průtoků

Charakteristiky průtoku vodoměru musí být definovány hodnotami Q_{\min} , Q_t , Q_n a Q_{\max} .

Vodoměr musí být označen číselnou hodnotou Q_n (m³/h) a metrologickou třídou A, B, C, D.

Tabulka 6 – Označování vodoměrů

	Průtok/Třída	Popis
Nominální průtok	Q_n	Označení vodoměru
Rozsah průtoků	$Q_{\min} \leq Q < Q_t$ $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	Dolní rozsah průtoků Horní rozsah průtoků
Metrologická třída	A, B, C, D	
Teplota/médium	30 °C 90 °C	(0 až 30) °C (0 až 90) °C
Vnitřní tlak vody	min. 10 bar	
Citlivost profilu proudění	U0, U3, U5, U10 D0, D3, D5	(0, resp. 3, resp. 5, resp. 10) krát DN před (0, resp. 3, resp. 5) krát DN za
Omezení polohy montáže	H V	Horizontální Vertikální
Tlaková ztráta	1 bar 0,6 bar 0,3 bar 0,1 bar	Největší tlaková ztráta je 1 bar Největší tlaková ztráta je 0,6 bar Největší tlaková ztráta je 0,3 bar Největší tlaková ztráta je 0,1 bar

Vodoměry na studenou vodu jsou rozděleny podle hodnot Q_{\min} a Q_t do tří metrologických tříd:

Tabulka 7 – Metrologické třídy vodoměrů na studenou vodu

Metrologická třída	Q_n	
	< 15 m ³ /h	≥ 15 m ³ /h
Třída A		
hodnota Q_{\min}	0,04 Q_n	0,08 Q_n
hodnota Q_t	0,10 Q_n	0,30 Q_n
Třída B		
hodnota Q_{\min}	0,02 Q_n	0,03 Q_n
hodnota Q_t	0,08 Q_n	0,20 Q_n
Třída C		
hodnota Q_{\min}	0,01 Q_n	0,006 Q_n
hodnota Q_t	0,015 Q_n	0,015 Q_n

Vodoměry na teplou vodu jsou rozděleny podle hodnot Q_{\min} a Q_t do čtyř metrologických tříd:

Tabulka 8 – Metrologické třídy vodoměrů na teplou vodu

Metrologická třída	Q_n	
	$< 15 \text{ m}^3/\text{h}$	$\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$
Třída A		
hodnota Q_{\min}	$0,04 Q_n$	$0,08 Q_n$
hodnota Q_t	$0,10 Q_n$	$0,20 Q_n$
Třída B		
hodnota Q_{\min}	$0,02 Q_n$	$0,04 Q_n$
hodnota Q_t	$0,08 Q_n$	$0,15 Q_n$
Třída C		
hodnota Q_{\min}	$0,01 Q_n$	$0,02 Q_n$
hodnota Q_t	$0,06 Q_n$	$0,10 Q_n$
Třída D		
hodnota Q_{\min}	$0,01 Q_n$	
hodnota Q_t	$0,015 Q_n$	

6 Metody měření protečeného množství vody, základní zdroje nejistot měření

6.1 Rozdělení, použití, příklady

Zkušební zařízení se používají pro uchování a přenos jednotky průtoku a protečeného množství vody. Pro oblast průtoku kapalin se jako etalon užívá zkušební zařízení pracující jednou nebo více metodami, aby zařízení reprodukovalo protečené množství s rozšířenou nejistotou měření menší než $\frac{1}{3}$ MPE zkoušeného měřidla.

V případě měření protečeného množství vody je možné použít následující metody měření:

- hmotnostní metoda s etalonovými váhami, kde pravá hodnota průtoku se realizuje etalonovými váhami;
- objemová metoda s etalonovým průtokoměrem, kde pravá hodnota průtoku se realizuje etalonovým průtokoměrem;
- objemová metoda s etalonovým pístem, kde pravá hodnota průtoku se realizuje pístem;
- objemová metoda s nádobou, kde pravá hodnota průtoku se realizuje etalonovou odměrnou nádobou.

Podle toho, v jakém stavu se nachází voda v měřidle na začátku a na konci zkoušky, hovoříme o metodě s letným startem, resp. s pevným startem.

- při metodě s letným startem voda na začátku a konci zkoušky protéká zkoušeným měřidlem;
- při metodě s pevným startem je voda na začátku a konci zkoušky ve zkoušeném měřidle v klidu.

Statickou metodou označujeme metodu, kdy je voda na začátku a konci zkoušky v etalonu v klidu.

Dynamickou metodou označujeme metodu, kdy je voda na začátku a konci zkoušky v etalonu v pohybu.

6.1.1 Hmotnostní metoda s etalonovými váhami

6.1.1.1 Popis zařízení

Zkušební zařízení pracující hmotnostní metodou s váhami je zařízení, které je ovládáno mechanicky (metoda s pevným startem), nebo automaticky řídicím počítačovým programem (metoda s letným startem). Toto zařízení může být určeno pro jedno zkoušené měřidlo, nebo pro více měřidel zapojených v sérii. Z hlediska velikosti zařízení je zapotřebí se řídit požadovaným rozsahem a zapojením zkoušených měřidel.

Základními částmi zkušebního zařízení jsou:

- a) zdroj průtoku se zásobní nádrží;
- b) měřicí část pro upevnění měřidel;
- c) regulační větve průtoku s průtokoměry a vážicím systémem;
- d) vyhodnocovací zařízení.

Čerpadla a zásobní nádrž je zapotřebí přizpůsobit měřené vodě a rozsahu.

Upínače v zařízení mohou pracovat na pneumatickém, nebo hydraulickém principu. Pro malá zařízení se většinou používá pneumatický pohon. Je přípustné i manuální připojení zkoušeného měřidla.

Zkušební zařízení je zapotřebí vybavit teploměry a tlakoměry s metrologickou návazností, které se obvykle umísťují na začátku a konci měřicí tratě. Pro zvýšení přesnosti určení hustoty měřené vody, a tím snížení dopadu nejistoty vznikající z měření teploty a hustoty, je možné do zařízení zapojit více snímačů teploty. Pro zjištění poklesu teploty je vhodné zapojit minimálně jeden snímač teploty blízko zkoušeného měřidla a jeden v blízkosti vážicí nádoby.

Zkušební průtok se nastavuje ručně nebo elektronicky prostřednictvím regulačních ventilů, nebo regulací čerpadla, podle průtoku zobrazovaného na průtokoměrech. Podle potřeby je možné použít plovákové průtokoměry nebo elektromagnetické průtokoměry nebo hmotnostní průtokoměry. Výhodou použití elektromagnetických průtokoměrů je možnost kontinuálně sledovat průběh průtoku během zkoušky a tím tak mít spolehlivou informaci o vlivu kolísání průtoku.

Dále je zkušební zařízení zapotřebí vybavit vážicí nádobou, která je umístěna na váze. Čitelnost vah musí odpovídat požadované přesnosti měření. Vážicí nádoba musí být doplněna ventilem na vypouštění kapaliny, přičemž tento ventil může být manuální nebo pneumatický. Při metodě letného startu je výhodné použít pneumatický ventil. V každém případě je však nutné kontrolovat těsnost ventilu.

Etalonovou hodnotou je v tomto případě množství vážené na vahách. Vstup do vážicího systému při hmotnostní metodě s pevným startem je zapotřebí zajistit kvalitním dělicím bodem. Práce dělicího bodu je jedním ze zdrojů nejistot měření, proto je jeho konstrukce velmi důležitá.

Zkušební zařízení pracující hmotnostní metodou s letným startem musí být navíc vybaveno přepínací klapkou, která patří k nejdůležitějším částem zařízení pro zkoušku s letným startem. Přepínací klapka, resp. klapky, musí být konstruovány tak, aby nedocházelo k pomalému doplňování kapalinou nebo vyprazdňování potrubí během zkoušky, přičemž by klapky měly

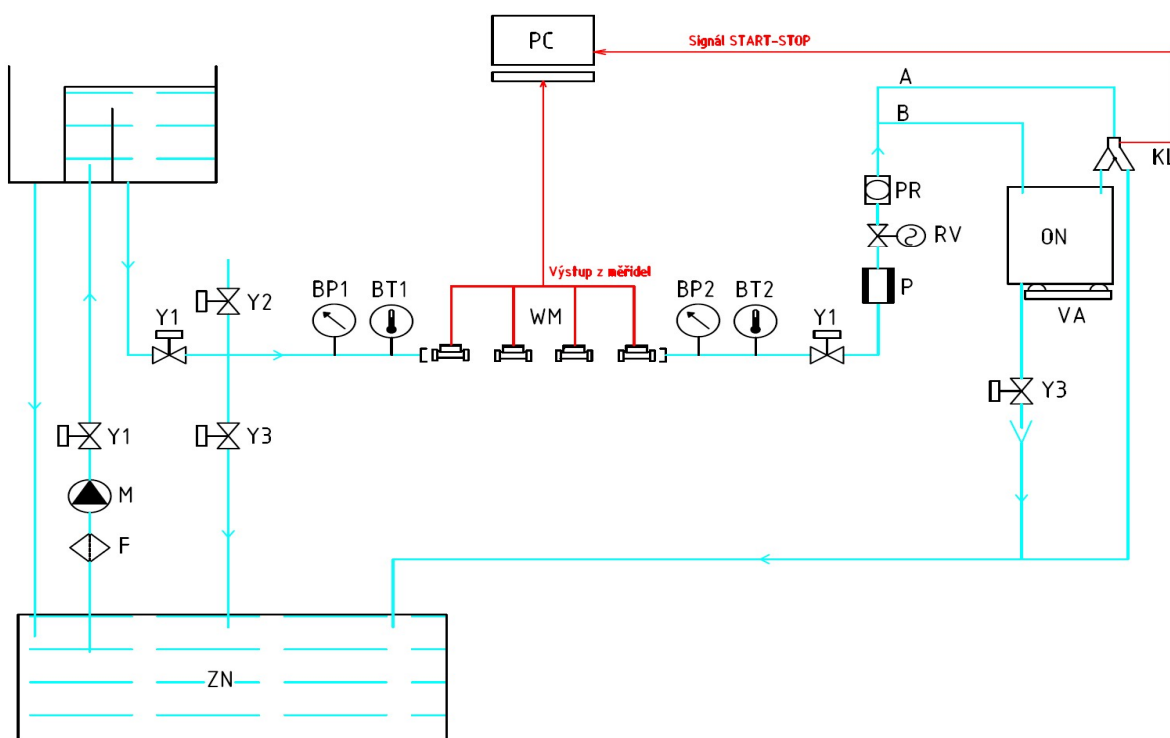
přepínat dostatečně rychle a nezpůsobovat ráz v potrubí. Podobně jako dělicí bod při metodě s pevným startem, technická úroveň přepínací klapky určuje metrologické vlastnosti zkušebního zařízení jako celku a je nezanedbatelným zdrojem nejistoty měření.

Výhodou programového vybavení je zautomatizování procesu zkoušení s možností řízení celého procesu, nastavení průtoku pro zkoušku, automatického měření času zkoušky, odečet hmotnosti z vah, čtení impulsů z elektromagnetických průtokoměrů, měření teploty, čtení impulsů ze zkoušených měřidel, řízení ventilů (regulační větve, start–stop ventily), řízení čerpadla, ovládání vstupních ventilů tratě, archivace naměřených hodnot do databáze s možností připojení na počítačovou síť.

6.1.1.2 Měření

Měření se provádí porovnáním objemu, resp. hmotnosti indikované měřidlem, s etalonovým objemem, resp. hmotností na vahách (příklad uspořádání je uveden na obrázku 1).

Voda se načerpává ze zásobní nádrže přes filtr do výškové nádrže s přepadovou hranou a nebo přímo přes přívodní potrubí a zkoušené měřidlo do vázící nádrže na vahách. Průtok je regulován pomocí regulačního ventilu, správná hodnota průtoku se nastavuje pomocí průtokoměru umístěného v regulační větvi pokud je zkouška provedena pevným startem nebo přes regulační větvev a přepínací klapku pokud je zkouška provedena letným startem. V tomto případě musí být měřidlo vybaveno elektronickým snímáním protečeného množství. Při výpočtu chyby měřidla se využívá korekce na tlak, teplotu, hustotu, viskozitu kapaliny (p , T), případně dalších korekcí vyplývajících z kalibrace vah, snímačů teploty a tlaku.



Obrázek 1 – Princip zkušebního zařízení pracujícího hmotnostní metodou s váhami

Legenda k obrázku 1:

F	Filtr	P	Průtokoměr
M	Čerpadlo	RV	Regulační ventil
Y1	Pneumatický ventil (uzavírací)	PR	Průhledítko
Y2	Pneumatický ventil (odvzdušňovací)	A	Regulační větev A
Y3	Pneumatický ventil (vypouštěcí)	B	Regulační větev B
BP1	Tlakoměr na vstupu	KL	Přepínací klapka
BT1	Teploměr na vstupu	ON	Odměrná nádrž
BP2	Tlakoměr na výstupu	VA	Váhy
BT2	Teploměr na výstupu	WM	Zkoušené vodoměry

6.1.2 Objemová metoda s etalonovými měřidly

6.1.2.1 Popis zařízení

Zkušební zařízení pracující objemovou metodou s etalonovými průtokoměry je zařízení ovládané mechanicky (metoda s pevným startem), nebo automaticky řídicím počítačovým programem (metoda s letmým startem). Toto zařízení může být určeno pro jedno zkoušené měřidlo, nebo pro více měřidel zapojených v sérii. Z hlediska velikosti zařízení je zapotřebí se řídit požadovaným rozsahem a zapojením zkoušených měřidel.

Základními částmi zkušebního zařízení jsou:

- zdroj průtoku se zásobní nádrží;
- měřicí část pro upevnění měřidel;
- regulační větve průtoku s etalonovými průtokoměry;
- vyhodnocovací zařízení.

Požadavky na čerpadla resp. soustavu čerpadel jsou obdobné při použití metody pevného, resp. letmého startu. Čerpadla a zásobní nádrž je zapotřebí přizpůsobit měřené kapalíně a měřenému rozsahu.

Upínače v zařízení mohou pracovat na pneumatickém, nebo hydraulickém principu. Pro malá zařízení se většinou používá pneumatický pohon. Je přípustné i manuální připojení zkoušeného měřidla.

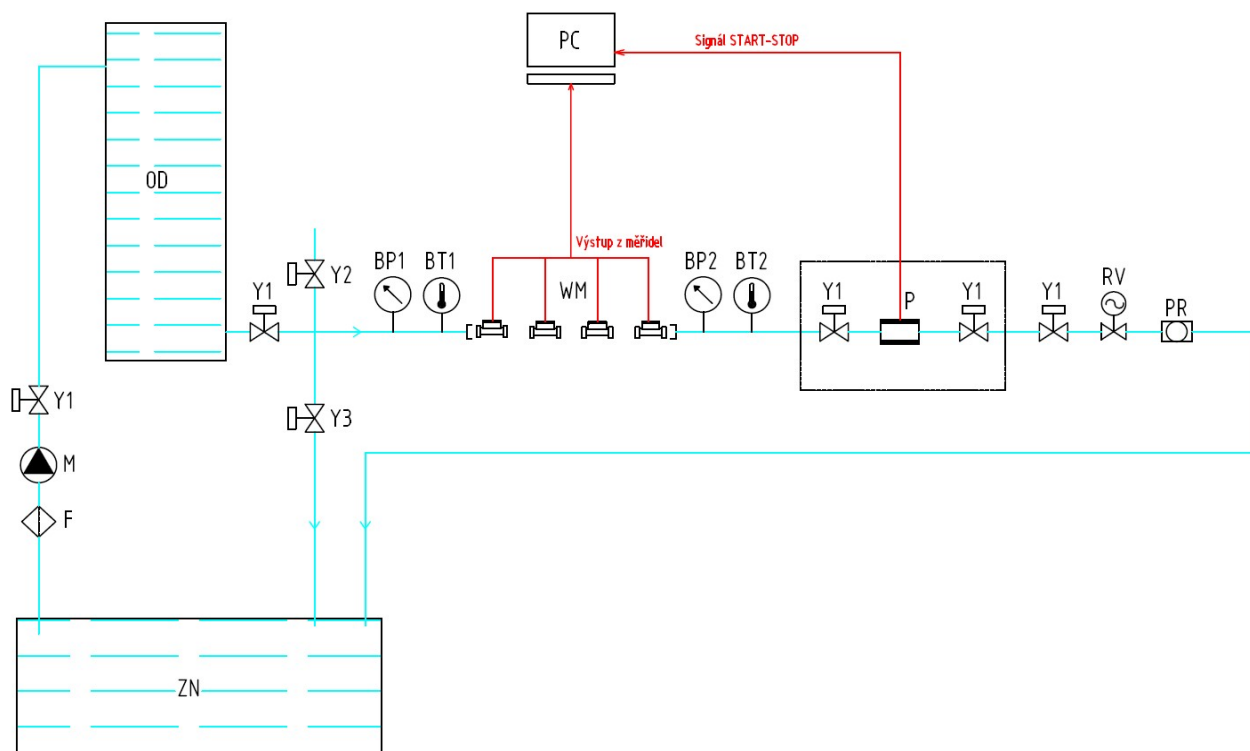
Zkušební zařízení je zapotřebí vybavit etalonovými teploměry a tlakoměry, doporučuje se měřit teplotu v blízkosti měřidla a pak u etalonové hydraulické části. Zkušební průtok se nastavuje většinou ručně nebo automaticky prostřednictvím regulačních ventilů podle průtoku zobrazovaného na průtokoměrech. V tomto případě slouží etalonové průtokoměry zároveň jako nastavovače průtoku. Etalonovou hodnotou je množství změřené na etalonových průtokoměrech.

Výhodou programového vybavení je zautomatizování procesu zkoušení s možností řízení celého procesu, nastavení průtoku pro zkoušku, automatického měření času zkoušky, odečet z etalonového průtokoměru, měření teploty, čtení impulsů ze zkoušených měřidel, řízení ventilů (regulační větve, start–stop ventily), řízení čerpadla, ovládnání vstupních ventilů tratě, archivace naměřených hodnot do databáze s možností připojení na počítačovou síť.

6.1.2.2 Měření

Měření se provádí přímým porovnáním objemu měřidla s etalonovým objemem průtokoměru (příklad uspořádání je uveden na obrázku 2).

Voda se načerpává ze zásobní nádrže přes filtr a odlučovač přes přívodní potrubí, zkoušené měřidlo a etalonový průtokoměr zpět do zásobní nádrže. Průtok je regulován pomocí regulačního ventilu, správná hodnota průtoku se nastavuje pomocí průtokoměru. Podle vybavení měřidla lze použít metodu s letným, nebo pevným startem. Při výpočtu chyby měřidla se využívá korekce na rozdíl teploty v kapalině mezi měřidlem a etalonovým průtokoměrem, resp. na tlak (p , T), případně další korekce vyplývající z kalibrace etalonového průtokoměru, snímačů teploty a tlaku.



Obrázek 2 – Princip zkušebního zařízení pracujícího objemovou metodou s etalonovými průtokoměry

Legenda k obrázku 2:

F	Filtr	P	Průtokoměr
M	Čerpadlo	RV	Regulační ventil
Y1	Pneumatický ventil (uzavírací)	PR	Průhledítko
Y2	Pneumatický ventil (odvzdušňovací)	OD	Odlučovač
Y3	Pneumatický ventil (vypouštěcí)	WM	Zkoušené vodoměry
BP1	Tlakoměr na vstupu	BP2	Tlakoměr na výstupu
BT1	Teploměr na vstupu	BT2	Teploměr na výstupu

Objemovou metodu s etalonovými průtokoměry lze kombinovat s hmotnostní metodou s váhami, etalonové průtokoměry jsou zároveň využity jako měřidla na přesné nastavení průtoku a naopak je možné zajistit přímo jejich kalibraci na etalonových vahách.

6.1.3 Objemová metoda s pístovým etalonem

6.1.3.1 Popis zařízení

Zařízení obsahující pístové etalony využívají tento píst jako zdroj průtoku, regulátor průtoku a zároveň měřič průtoku kapaliny.

Zkušební zařízení pracující objemovou metodou s pístovým etalonem je řízeno automaticky a umožňuje měření měřidel metodou s pevného i letného startu.

Celé takové zařízení s pístem může být určeno pro jedno zkušební měřidlo nebo pro více měřidel zapojených v sérii. Z hlediska velikosti zařízení je zapotřebí se řídit požadovaným rozsahem a zapojením zkušebních měřidel.

Základní části zkušebního zařízení jsou:

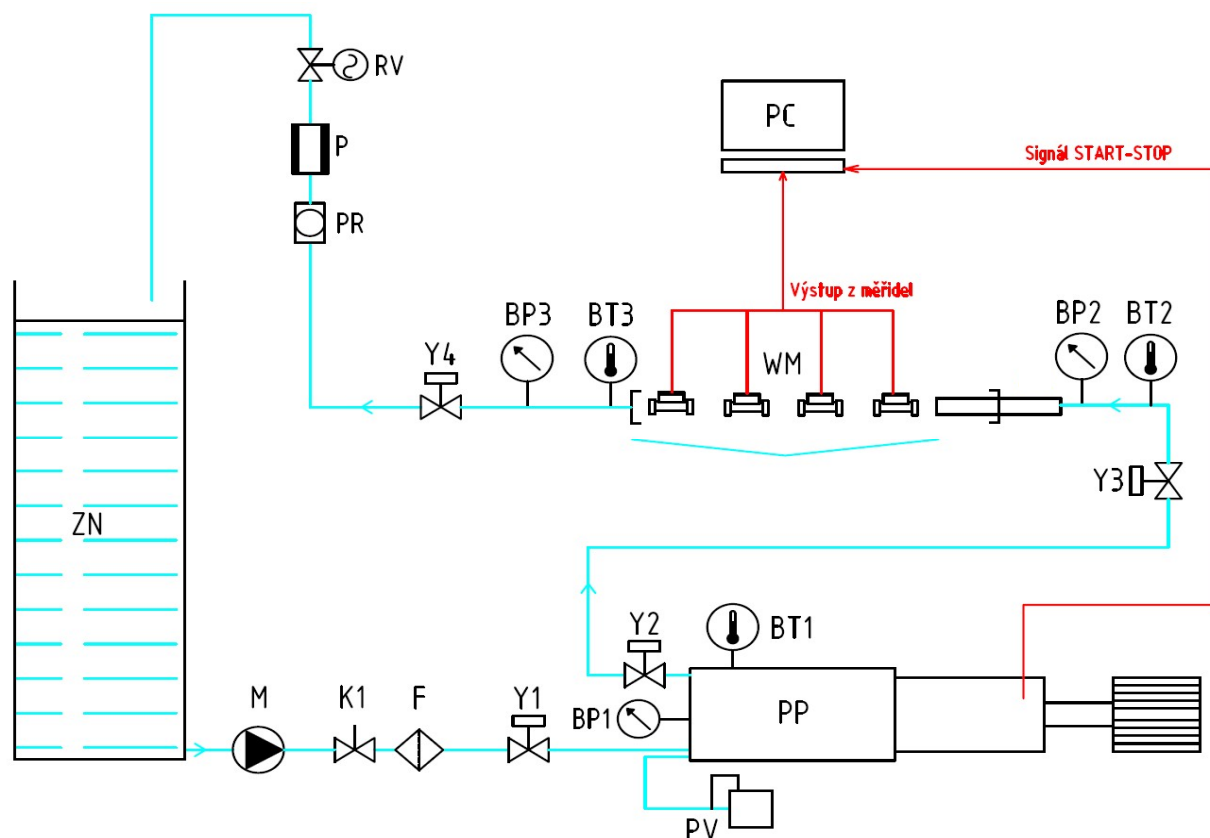
- a) zdroj vody s nádrží a čerpadlem;
- b) zdroj průtoku – pístový etalon;
- c) měřicí část pro upevnění měřidel;
- d) vyhodnocovací zařízení.

Čerpadlo a zásobní nádrž je zapotřebí přizpůsobit měřené kapalině a rozsahu potřebnému k plnění pístového etalonu. Upínače na upnutí měřidel do měřicí části mohou pracovat na pneumatickém nebo hydraulickém principu. Pro malá zařízení se většinou používá pneumatický pohon. Ruční připojení zkušebního měřidla je přípustné. Zkušební zařízení je zapotřebí vybavit etalonovými snímači teploty a tlaku, doporučuje se měřit teplotu v blízkosti měřidla a také v blízkosti nebo přímo v pístovém etalonu. Zkušební průtok se nastavuje automaticky pístovým etalonem po zadání požadované hodnoty. Následně si zařízení nastaví potřebné polohy ventilů a spustí průtok. Etalonovými hodnotami je množství vody vytlačené pístovým etalonem.

Výhodou programového vybavení je zautomatizování procesu zkoušení s možností řízení celého procesu, nastavení průtoku pro zkoušku, automatického měření času zkoušky, odpočet z pístového etalonu, měření teploty, čtení impulsů ze zkoušených měřidel, řízení ventilů (regulační větve, start-stop ventily), řízení čerpadla, ovládání vstupních ventilů tratě, archivace naměřených hodnot do databáze s možností připojení na počítačovou síť. Pístový etalon jako měřidlo průtoku vody pracuje tak, že se velmi přesně geometricky vyměřen píst zasouvá do válce (tlakové nádoby) naplněného kapalinou, v tomto případě vodou. Na základě přesně změřené ujeté dráhy pístu, se určí vytlačený objem vody. Příklad uspořádání je uveden na obrázku 3.

6.1.3.2 Měření

Měření se provádí přímo porovnáním objemu měřidla s objemem zjištěným pístovým etalonem. Voda se načerpá pomocí čerpadla ze zásobníku nádrže přes filtr do pístu. Pístový etalon následně vytlačuje vodu přes přívodní potrubí a zkoušené měřidlo zpět do zásobníku nádrže. Z hlediska principu pístového etalonu je výhodné použít metodu s letným startem. Při výpočtu chyby měřidla se využívá korekce na rozdíl teploty v kapalině mezi měřidlem a pístovým etalonem, resp. na tlak (p , T), případně další korekce vyplývající z kalibrace pístového etalonu, snímačů teploty a tlaku.



Obrázek 3 – Princip zkušebního zařízení s pístovým etalonem

Legenda k obrázku 3:

F	Filtr	BT2	Teploměr na vstupu
M	Čerpadlo	BP3	Tlakoměr na výstupu
Y1	Pneumatický ventil (vstup do pístu)	BT3	Teploměr na výstupu
Y2	Pneumatický ventil (výstup z pístu)	PP	Píst
Y3	Pneumatický ventil (vstup do tratě)	P	Průtokoměr
Y4	Pneumatický ventil (výstup z tratě)	RV	Regulační ventil
PV	Pojistný (bezpečnostní) ventil pístu	PR	Průhledítko
BP1	Tlakoměr v pístu	WM	Zkoušené vodoměry
BT1	Teploměr v pístu	ZN	Zásobní nádrž
BP2	Tlakoměr na vstupu	K1	Ruční ventil

6.1.4 Objemová metoda s etalonovými nádobami

6.1.4.1 Popis zařízení

Zkušební zařízení pro objemovou metodu s pevným startem (příklad uspořádání je uveden na obrázku 4) patří mezi klasické zkušební zařízení mechanických vodoměrů. Zařízení pracující na tomto měřicím principu patří z technického hlediska k nejjednodušším. Většinou jsou vybavena jednou měřicí trátí, na konci každé jsou umístěny teploměr a tlakoměr.

Z hlediska velikosti zařízení je znám celý měřicí rozsah zařízení. Malá zařízení se používají pro ověřování domovních a bytových měřidel v rozsahu (Q_n 1,5 do Q_n 10). Větší zařízení se používají pro ověřování průmyslových vodoměrů (Q_n 15 až Q_n 100). Tuto metodu používala také největší zařízení starší výroby.

Většina komponent těchto zařízení se ovládá ručně, výjimku tvoří často používané ventily velkých zařízení. Počítač těchto zařízení řídí pouze část měření případně odečet měřidel. Upínače pracují na mechanickém principu – typickým upínačem pro malá zařízení tohoto typu je šroubový axiální upínač. Pro nastavení průtoku se používají mechanicky ovládané ventily a plovákové průtokoměry. Konstrukce regulačních větví u novějších zařízení už bývá taková, aby bylo možné nastavit aspoň tři různé průtoky prostřednictvím tří samostatných nastavovacích tratí.

Odměrná nádoba bývá obvykle válcového tvaru, tvaru kvádrů nebo složená, kde základní objem je ve válcové části a kuželovou částí se nádoba zužuje do válcové části s mnohem menším průměrem. Odečítání dílku na takovéto odměrné nádobě je lepší než na obyčejné válcové. Některé nádoby bývají složeny také tak, že po naplnění první nádoby se voda začne přelévat do druhé nádoby a tímto způsobem je možné získat více objemů s dostatečnou čitelností dílku, přičemž se ušetří prostor.

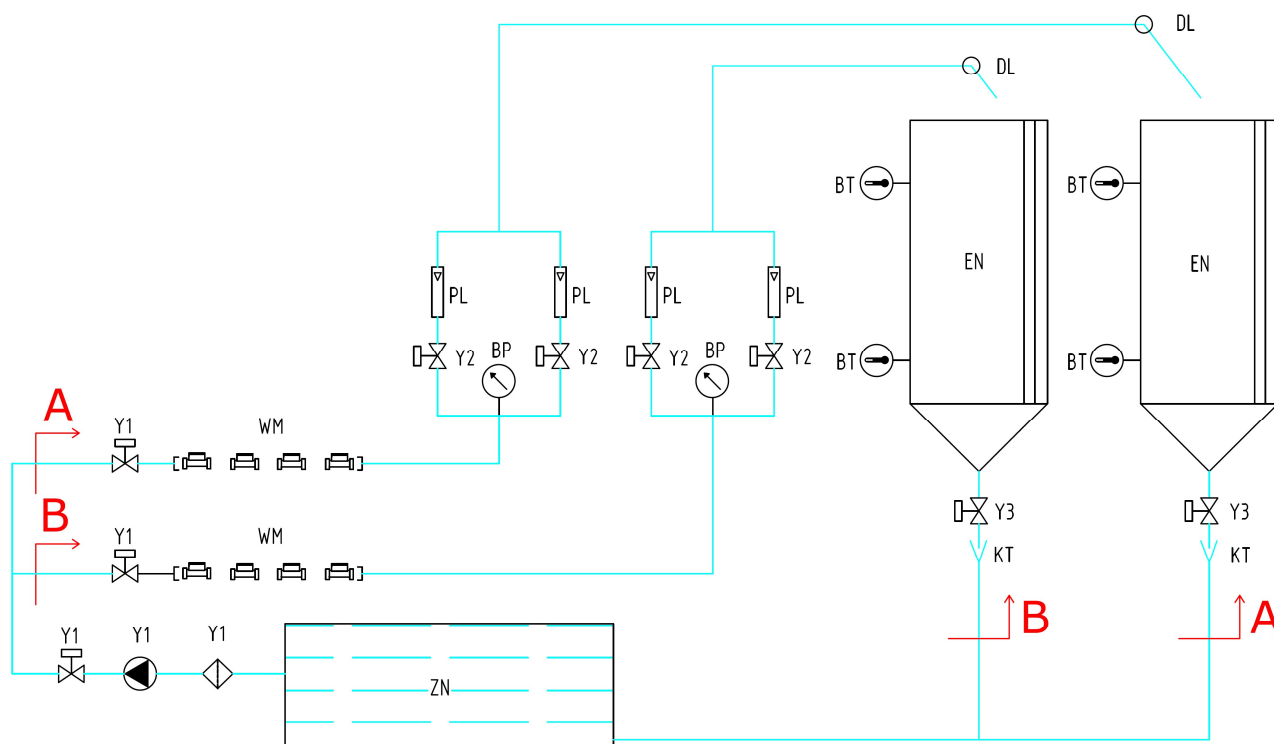
Pokud takové zařízení obsahuje i zdrojovou část, pak požadavky jak na nádobu, tak na čerpadla jsou obdobné požadavkům pro hmotnostní metodu s pevným startem. Často je však možné se setkat s případy, že taková zařízení jsou přímo napojena na vodovodní systém a neobsahují zdrojovou část průtoku.

Starší zařízení tohoto typu byly zhotoveny z obyčejné oceli a povrchově upraveny. Novější zařízení jsou zhotovována z nerezavějící oceli.

6.1.4.2 Měření

Měření se provádí přímým porovnáním objemu protečeného měřidlem s objemem vody v etalonové nádobě.

Voda se načerpává ze zásobní nádrže přes filtr a odlučovač přes přívodní potrubí, zkoušené měřidlo do etalonové odměrné nádoby a zpět do zásobní nádrže. Průtok je regulován pomocí regulačního ventilu, správná hodnota průtoku se nastavuje pomocí průtokoměru, většinou plováčkového nebo elektromagnetického. Při výpočtu chyby měřidla se využívá korekce na rozdíl teploty kapaliny mezi měřidlem a etalonovou nádobou.



Obrázek 4 – Princip zkušebního zařízení s etalonovými nádobami

Legenda k obrázku 4:

F	Filtr	BT	Teploměr
M	Čerpadlo	BP	Tlakoměr
Y1	Pneumatický ventil (uzavírací)	EN	Etalonová nádoba
Y2	Pneumatický ventil (nastavovací)	KT	Kontrola těsnosti
Y3	Pneumatický ventil (vypouštěcí)	DL	Dělicí body
PL	Plovákový průtokoměr	WM	Zkoušené vodoměry

6.2 Základní zdroje nejistot měření – popis

V dalším textu jsou uvedeny příklady a popis zdrojů nejistot, které je možné uvažovat při stanovení matematického modelu pro výpočet nejistot při jednotlivých metodách měření.

Vážení

Zdroj dílčí nejistoty vážení a odečítání na etalonových vahách přichází v úvahu v případě použití standardního vybavení pracujícího hmotnostní metodou s etalonovými váhami. Většinou vycházíme z výsledků kalibrace vah, čitelnosti dílku a rozsahu stupnice vah a jejich využitelnosti při měřeních.

Hustota zkoušené kapaliny

Zdroj dílčí nejistoty způsobený nejistotou určení hustoty zkušební kapaliny uvažujeme v případě hmotnostní metody s etalonovými váhami. Většinou vycházíme z výsledků měření hustoty vzorku kapaliny v laboratoři. Korekce na změnu hustoty kapaliny ve výpočtu může značně vliv nejistoty snížit. Pokud se jedná o vodu, hustota se určí na základě teploty. Hustotu kapaliny, resp. vody je možné použít přímým zjištěním hodnoty, resp. z literatury, nebo například pro destilovanou do 30 °C podle rovnice (1).

$$\rho_v(t) = a_5 \left[1 - \frac{(t + a_1)^2 (t + a_2)}{a_3 (t + a_4)} \right] \quad (1)$$

kde: t je teplota vody (°C),

$$a_1 = -3,983\ 035\text{ °C}$$

$$a_2 = 301,797\text{ °C}$$

$$a_3 = 522\ 528,9\text{ °C}$$

$$a_4 = 69,348\ 81\text{ °C}$$

$$a_5 = 0,999974950\text{ kg/m}^3$$

Koeficient a_5 platí pro destilovanou vodu, v případě použití jiné vody se do vzorce (1) dosadí skutečná hustota zjištěná v laboratoři.

Vztlak vzduchu při vážení

Jak je uvedeno v (2), hmotnost závaží závisí na hmotnosti etalonu, výsledku vážení a korekce na vztlak. Pro určení korekce na vztlak potřebujeme určit objem závaží a etalonu (hydrostatickým vážením) a hustotu vzduchu (měřením tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu a výpočtem ze stavové rovnice vlhkého vzduchu). Konvenční hmotnost závaží m_c je rovna hmotnosti etalonu, který vyváží závaží (má stejnou zdánlivou tíhu) ve vzduchu s hustotou $\rho_o = 1,2\text{ kg/m}^3$, při teplotě 20 °C, pokud hustota materiálu $\rho_z = 8\ 000\text{ kg/m}^3$.

Pro závaží hmotnosti m_z , objemu V_z je konvenční hmotnost m_c určena rovnicí:

$$m_c = m_z - (V_z - V_c) \rho_v \quad (2)$$

kde: m_z je hmotnost závaží,

V_z objem závaží,

V_c konvenční objem,

ρ_v hustota vzduchu.

Aplikováním výše uvedené úvahy je koeficient vztlaku při vážení dán rovnicí:

$$k_v = \frac{1 - \frac{\rho_v}{\rho_z}}{1 - \frac{\rho_v}{\rho_{kv}(t)}} \quad (3)$$

kde: $\rho_{kv}(t)$ je hustota kapaliny při teplotě v průběhu měření,
 ρ_v hustota vzduchu,
 ρ_z hustota (měrná hmotnost) závaží.

Hustota vzduchu může být stanovena i podle rovnice hustoty vlhkého vzduchu – viz (4).

$$\rho_v = \left[3,483740 + 1,4446 (x_{CO_2} - 0,0004) \right] \frac{p}{ZT} (1 - 0,3780 x_v) \quad (4)$$

kde: p_o je tlak okolí (Pa),
 T termodynamická teplota = $273,15 + t / ^\circ\text{C}$ (K),
 x_v molární zlomek vodní páry,
 x_{CO_2} ... molární zlomek CO_2 ve vzduchu,
 Z kompresibilitní faktor.

Pokud by podmínky okolí byly mimo stanovených hranic (tlak mezi 940 hPa a 1080 hPa; teplota mezi $18\text{ }^\circ\text{C}$ a $30\text{ }^\circ\text{C}$; vlhkost méně než 80 %) je možné použít pro výpočet hustoty vzduchu následující rovnici:

$$\rho_v = \frac{k_1 p_o + h_r (k_2 t_o + k_3)}{t_o + 273,15} \quad (5)$$

kde: t_o je teplota okolí ($^\circ\text{C}$),
 P_o tlak okolí (hPa),
 h_r relativní vlhkost vzduchu (%),
 $k_1 = 3,4844 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C/hPa}$,
 $k_2 = -2,52 \cdot 10^{-6} \text{ kg/dm}^3$,
 $k_3 = 2,0582 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}$.

Odpařování kapaliny

Odpařování je skupenská přeměna, při níž se voda mění na plyn. K odpařování dochází při jakékoliv teplotě kapaliny. Rychlost odpařování závisí na:

- teplotě – čím je vyšší teplota, tím je rychlejší odpařování;
- velikosti povrchu – čím je větší povrch, tím je rychlejší odpařování;
- druhu kapaliny (od přitažlivých sil mezi částicemi kapaliny);
- pohybu plynu nad kapalinou – při pohybu plynu nad kapalinou se vypařování zrychluje;
- tlaku par plynu nad kapalinou – čím je nižší tlak, tím je rychlejší vypařování.

Voda při odpařování odebírá teplo z okolí. Nejistota intenzity odpařování kapaliny z vážicí nádoby během zkoušky v případě měření průtoků je významná zejména z hlediska malého měřeného množství a dlouhých časů zkoušky. Vyšší teplota kapaliny tento vliv ještě zvýší. Intenzita odpařování může být zjištěna prostřednictvím experimentu nebo z teoretického výpočtu. Částečně je možné tuto nejistotu kompenzovat přímou korekcí hodnoty na odpařené množství. V případě uzavřeného systému při objemové metodě s referenčními etalony, resp. u objemové metody s pístem, k tomuto vlivu nedochází.

Teplotní a tlakové změny v měřicí trubici

Při měření měřidel průtoků je charakteristické, že zkoušeným měřidlem neproteče ve skutečnosti stejné množství kapaliny jako nateče do vážicí nádoby. Voda protéká zkoušeným měřidlem do potrubí, které se nachází mezi měřicí trati a odtrhovou hranou. Objem tohoto potrubí podléhá změnám roztažnosti jednak vlastního potrubí, ale i samotné kapaliny. Správně měřená teplota a následná korekce může tyto vlivy snížit.

Tlaková stlačitelnost měřicí trubice mezi měřidlem a odtrhovou hranou může být významná hlavně v případech, kdy je objem potrubí mezi měřidlem a odtrhovou hranou vzhledem ke zkušebnímu objemu velký.

Termodynamické vlastnosti kapaliny

Pokud pracujeme se studenou vodou, vliv termodynamických vlastností kapaliny může být zanedbatelný. Při měření teplou vodou, resp. kapalinou, je výhodné udělat bilanci vlivu termodynamických vlastností vody, resp. kapaliny. Tento vliv vlastně znamená objemovou změnu kapaliny při změně teploty, a to mezi teplotou měřenou v blízkosti zkoušeného měřidla a teplotou vody, resp. kapaliny, měřenou při vtoku do vážicí nádoby. Kromě teplotní roztažnosti při termodynamických vlastnostech kapaliny patří k dalším vlivům její tlaková stlačitelnost. Tento vliv bývá ve většině případů mnohem menší, než teplotní roztažnost.

7 Ověřování vodoměrů

7.1 Všeobecně

Prvotní ověření lze provést pouze u vodoměrů, které byly schváleny buď jako kompaktní měřidla, nebo jako samostatně schválené vyhodnocovací jednotky (včetně indikačního zařízení) a měřicího převodníku (včetně snímače průtoků nebo objemu) následně montované do kombinovaných měřidel.

Musí být aplikovány jakékoliv zvláštní požadavky pro zkoušení pro prvotní ověření, podrobně popsané v certifikátu o schválení typu.

Vodoměr musí být schopen odolat následující zkoušce tlakem bez úniku nebo poškození:

1,6násobek nejvyššího dovoleného tlaku aplikovaný po dobu 1 minuty
(ČSN EN ISO 4064-2:2017|OIML R 49-2:2013, 10.1.2)

Vodoměry stejné velikosti a stejného typu smějí být zkoušeny v řadě, avšak v tomto případě požadavek ČSN EN ISO 4064-2:2017|OIML R 49-2:2013, 10.1.3, bod d) týkající se tlaku na výstupu vodoměru musí být splněn pro každý vodoměr a nesmí být významné interakce mezi vodoměry.

Přímé délky před a za vodoměrem (a usměrňovače, jsou-li požadovány) musí být v souladu s třídou citlivosti profilu průtoků měřidla.

7.1.1 Stanovení průtoků pro ověřování

Chyby (indikace) vodoměru při měření skutečného objemu musí být určeny aspoň pro následující tři průtoky:	
Starý přístup	Nový přístup
a) Q_{\min} ; b) Q_i ; c) Q_n ; resp. Q_{\max} pro EHS ověření d) pro kombinované vodoměry $1,1Q_{x2}$.	a) Q_1 ; b) Q_2 ; c) Q_3 ; d) pro kombinované vodoměry $(1,05 \text{ až } 1,15)Q_{x2}$.

7.1.2 Podmínka kolísání průtoků

Průtok musí být udržován na konstantní hodnotě během celé zkoušky.

Relativní změna průtoků během každé zkoušky (mimo spouštění a zastavování) nesmí překročit:

$\pm 2,5 \%$ od Q_1 do Q_2 (kromě);

$\pm 5,0 \%$ od Q_2 (včetně) do Q_4 .

Hodnotou průtoků je skutečný objem proteklý během zkoušky, dělený časem.

Změna podmínek průtoků je přípustná, jestliže relativní změna tlaku (v proudění bez vzduchu) nebo relativní změna tlakové ztráty (v uzavřeném potrubí) nepřekročí:

$\pm 5 \%$ od Q_1 do Q_2 (kromě);

$\pm 10 \%$ od Q_2 (včetně) do Q_4 .

7.1.3 Podmínka kolísání teploty

Během zkoušky se teplota vody nesmí změnit o více než $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Maximální nejistota měření teploty nesmí překročit $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

7.1.4 Referenční podmínky

Teplota vody: T30, T50: $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

T70 až T180: $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $50 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

T30/70 až T30/180: $50 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Tlak vody: V mezích stanovených pracovních podmínkách
(viz ČSN EN ISO 4064-1:2017|OIML R 49-1:2013, 6.4)

Rozsah teploty okolí: $15 \text{ }^\circ\text{C}$ až $25 \text{ }^\circ\text{C}$

Rozsah relativní vlhkosti okolí: 45% až 75%

Rozsah okolního atmosférického tlaku: 86 kPa až 106 kPa ($0,86 \text{ bar}$ až $1,06 \text{ bar}$)

Napájecí napětí (síťové střídavé): Jmenovité napětí $U_{\text{nom}} \pm 5 \%$

Napájecí kmitočet: Jmenovitý kmitočet $f_{\text{nom}} \pm 2 \%$

Napájecí napětí (baterie): Napětí V v rozsahu: $U_{\text{bmin}} \leq V \leq U_{\text{bmax}}$

Během každé zkoušky se teplota a relativní vlhkost nesmí změnit o více než 5 °C, nebo případně 10 %, v mezích referenčního rozsahu. Od stanovených mezních hodnot referenčních podmínek je možno se během funkčních zkoušek odchýlit, jestliže je odpovědnému orgánu za schvalování typu podán důkaz, že posuzovaný typ měřidla není ovlivňován odchylkami zmíněných podmínek. Skutečné hodnoty odchylujících se podmínek však musí být měřeny a zaznamenány jako část dokumentace funkční zkoušky.

7.2 Zkušební zařízení

Specifikovaná metoda stanovení chyb (indikace) měřidla je tak zvaná „sběrná“ metoda, při níž se množství vody protékající vodoměrem shromažďuje v jedné nebo více sběrných nádobách a její množství se stanoví objemově nebo vážením. Lze použít také jiné metody podle kapitoly 6.

Kontrola chyb (indikace) spočívá v porovnávání indikací objemů udávaných měřidlem a kalibrovaným referenčním zařízením za referenčních podmínek.

Pro účely této zkoušky by mělo být aspoň jedno měřidlo zkoušeno bez připojených dočasných doplňkových zařízení (jestliže existují) pokud je zařízení důležité pro zkoušení měřidla.

Zkušební zařízení se skládá zpravidla z následujících částí:

- a) zdroj vody (netlaková nádrž, tlaková nádrž, čerpadlo, atd.);
- b) potrubí;
- c) kalibrované referenčního zařízení (kalibrovaná objemová nádrž, vážicí systém, referenční průtokoměr; atd.);
- d) prostředky pro měření doby zkoušky;
- e) zařízení pro automatické zkoušení (je-li požadováno);
- f) prostředky pro měření teploty vody;
- g) prostředky pro měření tlaku vody;
- h) prostředky pro stanovení hustoty (jsou-li potřebné);
- i) prostředky pro stanovení konduktivity (jsou-li potřebné).

Potrubí musí zahrnovat:

- a) zkušební část, ve které je umístěno měřidlo (měřidla);
- b) prostředky pro vytváření požadovaného průtoku;
- c) jedno nebo dvě izolační uzavírací zařízení; (ventil)
- d) prostředky pro stanovení průtoku;

a jestliže je potřebné:

- e) prostředky pro kontrolu, že potrubí je zaplněno na úroveň hladiny před a po každé zkoušce;
- f) jedno nebo více odvzdušňování;
- g) nevratné zařízení; zpětný ventil;
- h) odlučovač vzduchu;
- i) filtr.

Během zkoušky nesmí být dovolen únik vody, vniknutí vody a prosakování buď mezi měřidlem (měřidly) a referenčním zařízením, nebo z referenčního zařízení.

Zkušební část musí pro doplnění k měřidlu (měřidlům) zahrnovat:

- a) jeden nebo více odběrů tlaku pro měření tlaku, z nichž jeden odběr tlaku je umístěn před měřidly v blízkosti (prvního) měřidla;
- b) prostředky pro měření teploty vody v blízkosti vstupu do (prvního) měřidla.

Přítomnost jakýchkoliv potrubních prvků nebo zařízení umístěných v blízkosti měřicí části nesmí způsobit kavitaci nebo rušení proudění schopné pozměnit funkčnost měřidla nebo způsobit chyby (indikace).

Dále je potřebné:

- a) zkontrolovat, že činnost zkušebního zařízení je taková, že během zkoušky je skutečný objem vody, který protéká měřidlem (měřidly) rovný objemu měřenému referenčním zařízením.
- b) zkontrolovat, že potrubí (např. kompenzátor tvaru „S“ ve výstupním potrubí) je naplněn na stejnou úroveň hladiny na počátku a na konci každé zkoušky.
- c) zdvzdušnit veškerý vzduch ze spojení potrubí a měřidla (měřidly). Výrobce smí doporučit postup, který zajistí, že veškerý vzduch je odstraněn z měřidla.
- d) přijmout všechna bezpečnostní opatření k zamezení vlivu vibrací a rázů.

Měřidlo musí být instalováno v souladu s pokyny výrobce a typového schválení.

Připojovací potrubí musí mít vnitřní průměr slícován s relevantním připojením měřidla; a je-li to potřebné, musí být instalován usměrňovač proudění před přímou délkou potrubí.

7.3 Zkušební postup

Zkouška měřidel sestává z:

- vnější prohlídky;
- kontroly správné činnosti;
- metrologických zkoušek měřidla;
- zabezpečení měřidla.

7.3.1 Vnější prohlídka

Při vnější prohlídce se zjišťuje, zda měřidlo:

- je kompletní a zda konstrukční a výrobní provedení odpovídá technickým požadavkům, OOP a podmínkám uvedeným v certifikátu o schválení typu měřidla;
- není mechanicky poškozeno a nemá viditelné vnější závady;
- má předepsané údaje a nápisy, a ty jsou správné, úplné a čitelné;
- neobsahuje nečistoty nebo usazeniny, které mohou ovlivnit metrologické parametry měřidla.

7.3.2 Kontrola správné činnosti

Kontrola správné činnosti se uskuteční při napuštění vody do měřidla. Při kontrole správné činnosti se zjišťuje, zda měřidlo:

- při zvolené funkci správně reaguje;
- neobsahuje netěsnosti.

Měřidla, která nevyhověla při vnější prohlídce nebo kontrole správné činnosti, nelze podrobit metrologické zkoušce.

7.3.3 Zkouška statickým tlakem

- a) Zkouška tlakem musí být provedena při 1,6násobku MAP po dobu jedné minuty.
- b) Během zkoušky nesmí být pozorována žádná netěsnost.

7.3.4 Zkouška přesnosti podle nového přístupu (směrnice MID)

- a) Měřidla ke zkoušení se instalují buď jednotlivě nebo v řadách.
- b) Je nutné zajistit, aby nenastaly žádné významné interakce mezi měřidly instalovanými v řadách.
- c) Je nutné zajistit, aby výstupní tlak žádného z měřidel nebyl menší než 0,03 MPa (0,3 bar).
- d) Je nutné zajistit, aby rozsah pracovní teploty vody byl následující:

T30, T50:	$20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
T70 až T180:	$20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ a $50\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$;
T30/70 až T30/180:	$50\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.
- e) Je nutné zajistit, aby všechny další ovlivňující faktory byly udržovány v mezích stanovených pracovních podmínek měřidla.
- f) Pokud nejsou specifikovány alternativní průtoky v certifikátu schválení typu, měří se chyby (indikace) při následujících rozsazích průtoku:

Q_1 až $1,1Q_1$,
Q_2 až $1,1Q_2$,
$0,9Q_3$ až Q_3 ,
pro kombinované vodoměry $1,05Q_{x2}$ až $1,15Q_{x2}$.

7.3.5 Zkouška přesnosti podle starého přístupu

- a) Měřidla ke zkoušení se instalují buď jednotlivě nebo v řadách.
- b) Použijí se zkušební postupy uvedené v kapitole 6.
- c) Je nutné zajistit, aby nenastaly žádné významné interakce mezi měřidly instalovanými v řadách.
- d) Je nutné zajistit, aby rozsah pracovní teploty vody byl následující:

studená voda:	$0,1\text{ °C}$ až 30 °C ;
teplá voda:	$50\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- e) Je nutné zajistit, aby všechny další ovlivňující faktory byly udržovány v mezích stanovených pracovních podmínek měřidla.
- f) Pokud nejsou specifikovány alternativní průtoky v certifikátu schválení typu, měří se chyby (indikace) při následujících rozsazích průtoku:

$Q_{\min.}$ až $1,1Q_{\min.}$;
Q_t až $1,1Q_t$;
$0,9Q_n$ až Q_n , resp. $0,9Q_{\max.}$ až $Q_{\max.}$ (pro EHS ověřování),
kde $Q_{\max.} = 2 \times Q_n$

7.3.6 Přejímací kritéria

Chyby (indikace) vodoměru nesmí překročit největší dovolené chyby uvedené v příslušném OOP.

Největší dovolená chyba objemu dodávaného při průtoku mezi minimálním průtokem Q_1 (včetně) a přechodovým průtokem Q_2 (kromě), kladná nebo záporná, je 5 % pro vodu mající jakoukoli2 teplotu.

Největší dovolená chyba objemu dodávaného při průtoku mezi přechodovým průtokem Q_2 (včetně) a přetěžovacím průtokem Q_4 (včetně), kladná nebo záporná, je:

- 2 % pro vodu mající teplotu ≤ 30 °C,
- 3 % pro vodu mající teplotu > 30 °C.

Při přezkušování měřidel podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, se jako největší dovolené chyby uplatní dvojnásobky největších dovolených chyb, a to:

- 10 % pro vodu mající jakoukoliv teplotu mezi minimálním průtokem Q_1 (včetně) a přechodovým průtokem Q_2 (kromě),
- při průtoku mezi přechodovým průtokem Q_2 (včetně) a přetěžovacím průtokem Q_4 (včetně):
 - 4 % pro vodu mající teplotu ≤ 30 °C,
 - 6 % pro vodu mající teplotu > 30 °C.

Nesmí docházet ke zneužívání největší dovolené chyby vodoměrů ani k systematickému znevýhodňování jedné ze stran.

Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14 interpretuje výše uvedený závazný požadavek následujícím ustanovením normy ČSN EN ISO 4064:2017: „*Jestliže všechny chyby v mezích měřicího rozsahu měřidla mají při tomto ověření stejné znaménko, aspoň jedna z chyb musí být menší než jedna polovina největší dovolené chyby.*“

Poznámka:

Při realizaci ověřování vodoměrů lze také zohlednit níže uvedená doporučení dokumentu WELMEC 11.1⁴,2017:

„Vodoměry musí být navrženy a justovány co nejbližší k nulové chybě.“

„U vodoměrů a průtokoměrů, u kterých je možné nastavení chybové křivky a pokud mají chyby stejné znaménko (+/-) v celém rozsahu, mohou být ověřeny pouze v tom případě, pokud všechny chyby nepřekročí polovinu MPE. V případě, že nastavení není možné, musí být přijata opatření, aby na zkoušených průtocích Q_3 nebo Q_2 vykazovalo statistické hodnocení chyb hodnoty pod polovinou MPE. Dále je potřebné se řídit aktuální verzí příručky WG11.1 a 8.10⁵.“

Pro rozšířenou nejistotu stanovení chyby zkoušeného vodoměru se použije kritérium:

$$U(k=2) < \frac{1}{3} \text{ MPE.}$$

7.3.7 Zabezpečení měřidla

Provádí se v souladu s požadavky uvedenými v příslušném certifikátu, který je (nebo byl) ve vztahu ke zkoušenému měřidlu relevantní při jeho uvádění na trh a do používání (certifikát o EU přezkoušení typu měřidla, certifikát EHS schválení typu měřidla, certifikát o schválení typu měřidla).

⁵ WELMEC 8.10 Measuring Instruments Directive (2004/22/EC): Guide for generating sampling plans for statistical verification according to Annex F nad F1 of MID 2004/22/EC. Dokument je dostupný na www.welmec.org.

8 Zpracování výsledků měření, výpočet chyb

8.1 Záznam z měření

Záznam zkoušky pro prvotní ověření jednotlivého měřidla musí obsahovat minimálně:

- a) identifikaci zkušební laboratoře (název a adresu);
- b) identifikaci zkoušeného měřidla;
- c) název a adresu výrobce měřidla, nebo použitou obchodní značku;
- d) třídu přesnosti nebo metrologickou třídu;
- e) teplotní třídu;
- f) označení měřidla Q_3 ;
- g) poměry Q_3/Q_1 („R“);
- h) maximální tlakovou ztrátu (a odpovídající průtok);
- i) rok výroby a výrobní číslo zkoušeného měřidla;
- j) typ nebo model;
- k) výsledky a závěr zkoušek.

8.2 Odhad chyby měření

Pokud mluvíme o měření protečeného množství kapalin, jako výsledná hodnota měření se běžně udává relativní chyba v % s uvedením rozšířené nejistoty měření pro určitý průtok. Může být vyjádřena jako procento z určitého nebo z celkového rozsahu.

Vzhledem k MPE udávaným v procentech je výsledkem zkoušky pro ověření měřidla relativní chyba v procentech, to znamená naměřená hodnota veličiny minus referenční (konvenčně pravá) hodnota veličiny (protečeného množství) podělena referenční (pravou) hodnotou veličiny (protečeného množství) a vynásobená 100.

8.2.1 Chyba měření a relativní chyba měření

Chyba měření se vypočítá jako rozdíl množství (objemu hmotnosti) kapaliny proteklé v průběhu zkoušky měřidlem a etalonovým objemem, resp. etalonovou hmotností

$$e = V_m - V_e, \text{ resp.} \quad (6)$$

$$e = m_m - m_e \quad (7)$$

kde: V_m je objem kapaliny proteklý zkoušeným měřidlem v průběhu zkoušky (L),
 V_e etalonový objem kapaliny (L).
 m_m hmotnost kapaliny proteklé v průběhu zkoušky zkoušeným měřidlem (kg),
 m_e etalonová hmotnost kapaliny (kg).

Chyba se udává v objemových, resp. v hmotnostních jednotkách.

Relativní chyba, udávaná v procentech, se vypočítá jako rozdíl objemu, resp. hmotnosti kapaliny proteklé v průběhu zkoušky a objemu, resp. hmotnosti zjištěné etalonem podělené objemem, resp. hmotností zjištěnou etalonem a vynásobené 100. Viz vzorce (8) a (9).

$$e = \frac{V_m - V_e}{V_e} \cdot 100, \text{ resp.} \quad (8)$$

$$e = \frac{m_m - m_e}{m_e} \cdot 100 \quad (9)$$

kde: V_m je objem kapaliny proteklý v průběhu zkoušky měřidlem (L),
 V_e etalonový objem kapaliny (L),
 m_m hmotnost kapaliny proteklé v průběhu zkoušky měřidlem (kg),
 m_e etalonová hmotnost kapaliny (kg).

8.2.2 Určení objemu kapaliny proteklé měřidlem

V případě, že předmětem zkoušky je měřidlo s mechanickým počítadlem, kde není možné odečíst proteklý objem automaticky pomocí počítadla impulsů, použijeme k měření metodu pevného startu. Objem kapaliny proteklý během zkoušky je definován jako rozdíl konečného a počátečního stavu počítadla:

$$V_m = V_{m2} - V_{m1} \quad (10)$$

kde: V_{m2} je údaj měřidla na konci zkoušky,
 V_{m1} údaj měřidla na začátku zkoušky.

Objem kapaliny proteklý během zkoušky měřidlem vybaveného impulsním snímáním je definován jako podíl počtu impulsů a konstanty měřidla:

$$V_m = \frac{I_m}{K_m} \quad (11)$$

kde: I_m je počet impulsů zaregistrovaných počítadlem impulsů,
 K_m konstanta měřidla udávající počet impulsů připadajících na jednotku objemu.

Jednotkou objemu je například litr (L).

8.2.3 Určení protečeného objemu kapaliny na etalonových vahách

Měření se provádí porovnáním objemu, resp. hmotnosti indikované měřidlem, s etalonovým objemem, resp. hmotností na vahách. V případě letného startu musí být měřidlo vybaveno elektronickým snímáním protečeného množství. Při výpočtu chyby měřidla se využije korekce na tlak, teplotu a hustotu, případně další opravy vyplývající z kalibrace vah, snímačů teploty a tlaku, podmínek prostředí.

Objem kapaliny nateklý během zkoušky do odměrné nádoby na váhy je definovaný jako rozdíl hmotnosti na konci a začátku zkoušky vynásobený korekcí na vztlak kapaliny a podělený hustotou kapaliny:

$$V_e = \frac{k_v}{\rho_{kv}(t)} \cdot (m_{v2} - m_{v1}) \quad (12)$$

kde: m_{v2} je údaj měřidla na konci zkoušky (kg),

- m_{v1} údaj měřidla na začátku zkoušky (kg),
 k_v korekce na vztlak vzduchu při vážení (-),
 $\rho_{kv}(t)$ hustota kapaliny při teplotě v průběhu měření (kg/m³).

8.2.4 Určení objemu kapaliny proteklé referenčním etalonem

Měření se provádí přímým porovnáním objemu indikovaného zkoušeným měřidlem s objemem indikovaným etalonovým průtokoměrem. Při výpočtu chyby měření se využije korekce na rozdíl teploty v kapalině mezi měřidlem a etalonovým průtokoměrem, resp. na tlak, případně další korekce vyplývající z kalibrace etalonových průtokoměrů, snímačů teploty a tlaku.

Objem, resp. hmotnost, proteklý během zkoušky referenčním měřidlem (etalonovým průtokoměrem) s mechanickým počítadlem je definován jako rozdíl konečného a počátečního stavu počítadla:

$$V_{re} = V_{re2} - V_{re1}, \text{ resp.} \quad (13)$$

$$m_{re} = m_{re2} - m_{re1} \quad (14)$$

- kde: V_{m2} je údaj měřidla na konci zkoušky (L),
 V_{m1} údaj měřidla na začátku zkoušky (L),
 m_{re1} ... údaj měřidla na konci zkoušky (kg),
 m_{re2} údaj měřidla na začátku zkoušky (kg).

Objem, resp. hmotnost, proteklý během zkoušky referenčním měřidlem (etalonovým průtokoměrem) vybaveným impulsním výstupem a je definován jako podíl počtu impulsů a konstanty měřidla:

$$V_{re} = \frac{I_r}{K_r}, \text{ resp.} \quad (15)$$

$$m_{re} = \frac{I_r}{K_r} \quad (16)$$

- kde: I_r je počet impulsů zaregistrovaných počítadlem impulsů, jako výstup z referenčního etalonu,
 K_m konstanta měřidla udávající počet impulsů připadajících například na jednotku objemu (L⁻¹), resp. na hmotnostní jednotku, například (kg⁻¹).

Objem kapaliny stanovený etalonem se přepočítává na tlak, teplotu a změny objemu v potrubí. Konvenčně pravá hodnota protečeného objemu kapaliny se vypočítá z rovnice (12).

$$V_e = V \cdot (1 + k_{tk} - k_{pk} + k_{tp}) \quad (17)$$

- kde: V_e je konvenčně pravá hodnota protečeného objemu kapaliny,
 V objem kapaliny určen etalonem,
 k_{tk} oprava na teplotní roztažnost kapaliny,
 k_{pk} oprava na tlakovou stlačitelnost kapaliny,
 k_{tp} oprava na změny objemu v potrubí spojujícím měřidlo s etalonem.

Oprava na teplotní roztažnost kapaliny při objemové metodě se vypočítá z rovnice:

$$k_{tk} = \beta \cdot (t - t_E) \quad (18)$$

kde: β je součinitel objemové roztažnosti zkušební kapaliny ($^{\circ}\text{C}^{-1}$),
 t teplota kapaliny v měřidle při zkoušce ($^{\circ}\text{C}$),
 t_E teplota kapaliny v etalonu ($^{\circ}\text{C}$).

Oprava na teplotní roztažnost kapaliny se při hmotnostní metodě neprovádí.

Oprava na tlakovou stlačitelnost kapaliny se vypočítá z rovnice:

$$k_{pk} = \kappa \cdot (p - p_e) \quad (19)$$

kde: κ je součinitel objemové stlačitelnosti zkušební kapaliny (kPa^{-1}),
 p tlak kapaliny v měřidle při zkoušce (kPa),
 p_e tlak kapaliny v etalonu (kPa).

Oprava na změny objemu v potrubí se vypočítá z rovnice:

$$k_{tp} = \frac{V_p}{V} \cdot (3\alpha - \beta) \cdot (t_2 - t_1) \quad (20)$$

kde: V_p je objem kapaliny v potrubí spojujícím měřidlo s etalonem,
 α součinitel lineární roztažnosti materiálu potrubí ($^{\circ}\text{C}^{-1}$),
 t_1 teplota kapaliny v potrubí na začátku měření ($^{\circ}\text{C}$),
 t_2 teplota kapaliny v potrubí na konci měření ($^{\circ}\text{C}$).

8.2.5 Přepočítání objemu kapaliny stanoveného etalonem při objemové metodě s odměrnou nádobou

Objem kapaliny stanoven etalonovými odměrnou nádobou se zjistí přepočtem údaje etalonovou odměrnou nádobou ze vztažných teplot z rovnice:

$$V = V_k \cdot [1 + \beta_e \cdot (t_E - t_o)] \quad (21)$$

kde: V je objem kapaliny stanovený etalonovou odměrnou nádobou,
 V_k údaj objemu etalonové odměrné nádoby,
 t_E teplota etalonové odměrné nádoby ($^{\circ}\text{C}$),
 t_o referenční teplota uvedená na štítku etalonové odměrné nádoby ($^{\circ}\text{C}$),
 β_e je součinitel objemové roztažnosti zkušební kapaliny ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

8.2.6 Stanovení skutečného průtoku

Skutečný průtok se vypočítá z rovnice:

$$Q = \frac{V_e}{T} \quad (22)$$

kde : Q je skutečný průtok,
 V_e proteklé množství kapaliny určené etalonem,
 T čas zkoušky.

8.3 Vyhodnocení nejistot měření

8.3.1 Matematický model pro výpočet nejistoty měření

Jako výchozí bod pro výpočet nejistoty měření protečeného objemu slouží rovnice pro proteklý objem s aplikovanými korekcemi:

$$V = (V_E + i_o t)(1 - \kappa \Delta p_1) + \lambda(Q \Delta t - V_P \kappa \Delta p_2) - V_P(3\alpha - \beta) \Delta T - (1 - \lambda) S \Delta h \quad (23)$$

kde : V je výsledný objem protečeného množství vody,
 V_E údaj etalonu o proteklém objemu vody (příslušná nejistota bude dále značena u_1 a citlivostní koeficient c_1),
 κ koeficient stlačitelnosti vody (příslušná nejistota bude dále značena u_2 a citlivostní koeficient c_2),
 Δp_1 průměrný rozdíl tlaku v měřidle a v etalonu během měření (příslušná nejistota bude dále značena u_3 a citlivostní koeficient c_3),
 t čas trvání měření (příslušná nejistota bude dále značena u_4 a citlivostní koeficient c_4),
 i_o průměrná intenzita odparu během měření (příslušná nejistota bude dále značena u_5 a citlivostní koeficient c_5),
 λ pomocný parametr, který nabývá hodnoty $\lambda = 1$ pokud jde o zkoušku s letným startem a hodnoty $\lambda = 0$ pokud jde o zkoušku s pevným startem,
 Q průměrný průtok vody během měření (příslušná nejistota bude dále značena u_6 a citlivostní koeficient c_6),
 Δt průměrná časová chyba pro jeden cyklus způsobená chronografickým ovládním (příslušná nejistota bude dále značena u_7 a citlivostní koeficient c_7),
 V_P objem potrubí mezi měřidlem a dělicím bodem (příslušná nejistota bude dále značena u_8 a citlivostní koeficient c_8),
 Δp_2 rozdíl tlaku vody v potrubí mezi měřidlem a dělicím bodem na začátku a konci měření (příslušná nejistota bude dále značena u_9 a citlivostní koeficient c_9),
 α součinitel teplotní délkové roztažnosti materiálu potrubí mezi měřidlem a dělicím bodem (příslušná nejistota bude dále značena u_{10} a citlivostní koeficient c_{10}),
 β součinitel teplotní objemové roztažnosti vody (příslušná nejistota bude dále značena u_{11} a citlivostní koeficient c_{11}),
 ΔT rozdíl teploty v potrubí mezi měřidlem a dělicím bodem na začátku a konci měření (příslušná nejistota bude dále značena u_{12} a citlivostní koeficient c_{12}),
 S plocha hladiny v dělicím bodě (příslušná nejistota bude dále značena u_{13} a citlivostní koeficient c_{13}),
 Δh změna výšky hladiny v dělicím bodě po skončení měření oproti hodnotě před začátkem měření (příslušná nejistota bude dále značena u_{14} a citlivostní koeficient c_{14}).

Z rovnice (23) lze vyjít při vyhodnocení nejistoty měření protečeného objemu vody způsobem B prakticky u většiny metod používaných pro zkoušení vodoměrů a průtokoměrů. Konkrétně hmotnostní a objemová metoda určení objemu vody, a to jak statická, tak dynamická, v kombinaci s metodou zkoušení letným nebo pevným startem.

Zúžení modelu na danou metodu zkoušení se provede vhodnou volbou parametrů.

Rozšířená nejistota měření protečeného množství vody je dána rovnicí:

$$U_C = k\sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (24)$$

kde u_A je standardní nejistota měření vyhodnocená způsobem A a k je koeficient rozšíření pro danou hladinu spolehlivosti (pro hladinu spolehlivosti 0,95, tedy pravděpodobnost 95 %, že pravá hodnota měřené veličiny leží v intervalu $(MH - U_C; MH + U_C)$, je obvykle používán koeficient rozšíření $k = 2$).

8.3.2 Další zdroje nejistoty měření

Velikost nejistoty měření obecně závisí na celé řadě vlivů a je zapotřebí si uvědomit, že nejistota uvedená v kalibračním listě měřidla, resp. etalonu, kterým se dané měření provádí, je pouze jednou ze složek této výsledné nejistoty. Výpočet výsledné nejistoty měření by měl zahrnovat minimálně následující zdroje nejistoty měření:

- nejistotu kalibrace měřidla (etalonu), včetně opakovatelnosti měřidla;
- reprodukovatelnost měření prováděného měřidlem;
- časovou stabilitu měřidla (změna chyby měřidla za časovou jednotku).

Pokud například funkci etalonu v daném zkušebním zařízení plní průtokoměr, pak nejistota kalibrace je přímo uvedena v příslušném kalibračním listu. Jeho časová stabilita se určí na základě vyhodnocení chyb měření při opakovaných kalibracích (sledování časové stability etalonu).

Reprodukovatelnost měření se zajišťuje například pomocí vhodných ukliďňovacích úseků potrubí před a za měřidlem, které jsou k měřidlu připojeny i během jeho kalibrace. Vodítkem při posuzování reprodukovatelnosti měření může být například provedená funkční zkouška zkušebního zařízení.

Matematicky vyjádřeno:

$$u_X = \sqrt{u_{KAL}^2 + u_{REP}^2 + (t_{KAL}s)^2} \quad (25)$$

kde : u_X je nejistota měření veličiny X ,

u_{KAL} nejistota kalibrace,

u_{REP} reprodukovatelnost měření prováděného měřidlem,

t_{KAL} čas od provedení poslední kalibrace,

s časová stabilita měřidla.

8.3.3 Určení objemu při použití hmotnostní metody

Při měření objemu vody hmotnostní metodou je objem určen z rovnice:

$$V_E = \frac{K \times m}{\rho(T)} \quad (26)$$

kde: K je korekční součinitel vztlaku vzduchu při vážení vody (v případě hmotnostního průtokoměru by bylo $K = 1$),
 m údaj měřidla hmotnosti,
 $\rho(T)$ hustota vody při teplotě T .

8.3.4 Určení nejistoty měření objemu vody – hmotnostní metoda

Vydeme-li z rovnice (34) pak nejistotu stanovení etalonového objemu u_1 lze vyjádřit jako:

$$u_1 = \sqrt{\left(\frac{K}{\rho(T)}\right)^2 u_m^2 + \left(-\frac{K \times m}{\rho^2(T)}\right)^2 u_\rho^2 + \left(\frac{m}{\rho(T)}\right)^2 u_K^2} \quad (27)$$

kde: u_m je nejistota měření hmotnosti,
 u_K nejistota určení korekčního součinitele vztlaku vzduchu a
 u_ρ nejistota určení hustoty vody.

8.3.5 Odhad nejistoty určení hustoty

Přesnost měření vyžaduje, aby hodnota hustoty vody zjištěná při kalibraci byla přepočítávána na hodnotu hustoty při aktuální teplotě (průměrná hodnota teploty vody během měření). Pro tento přepočet se nabízí několik metod. Například:

a) Korekce pomocí offsetu

Při aplikaci této korekce se předpokládá, že nečistota obsažená ve vodě má nulovou objemovou teplotní roztažnost a ke změnám objemu v důsledku změny teploty dochází pouze vlivem teplotní objemové roztažnosti vody. Matematicky lze tuto korekci vyjádřit takto:

$$\rho_a(T) = \rho_v(T) + [\rho(T_0) - \rho_v(T_0)] \quad (28)$$

kde: $\rho_a(T)$ je korigovaná hustota při teplotě T ,
 $\rho_v(T)$ funkce teplotní závislosti hustoty destilované vody,
 $\rho(T_0)$ hustota vzorku vody při teplotě T_0 a
 $\rho_v(T_0)$... hustota destilované vody při teplotě T_0 .

b) Korekce pomocí součinitele

Při aplikaci této korekce se předpokládá, že nečistota obsažená ve vodě má objemovou teplotní roztažnost stejnou jako voda. Matematicky lze tuto korekci vyjádřit takto:

$$\rho_b(T) = \rho_v(T) \times \rho(T_0) / \rho_v(T_0) \quad (29)$$

kde: $\rho_b(T)$ je korigovaná hustota při teplotě T ,
 $\rho_v(T)$ funkce teplotní závislosti hustoty destilované vody,
 $\rho(T_0)$ hustota vzorku vody při teplotě T_0 ,
 $\rho_v(T_0)$ hustota destilované vody při teplotě T_0 .

Rovnice pro teplotní závislost hustoty destilované vody obsahuje například dokument OIML R49. Při aplikaci teplotní korekce se za ideálních podmínek výsledná měřená hodnota hustoty vody liší

od skutečné hodnoty maximálně v řádu tisícín procenta. Tato hodnota je oproti ostatním vlivům zanedbatelná a tedy není zapotřebí ji zahrnout do celkové bilance nejistoty stanovení hustoty. Dominantními vlivy tak zůstává nejistota měření hustoty při referenční teplotě, nejistota měření aktuální teploty vody a časová stabilita hustoty.

Pro odhad nejistoty určení teplotně závislé hustoty vody $\rho(T)$ lze využít přibližného vyjádření:

$$\frac{\partial \rho(T)}{\partial T} = -\rho_0 \beta \quad (30)$$

kde ρ_0 je hustota vody při referenční teplotě T_0 .

Korektním postupem by byl výpočet parciální derivace hustoty podle teploty z rovnic (36) a (37), ve kterých je mj. obsažen vztah pro teplotní závislost hustoty destilované vody. Vzhledem k požadavkům na přesnost určované veličiny však plně postačuje užít výrazně jednodušší rovnice (38). Hodnota součinitele teplotní objemové roztažnosti vody je uvedena v tabulce 9.

Tabulka 9 – Součinitel teplotní objemové roztažnosti vody

Veličina	Jednotka	Odhad veličiny	Nejistota	Rozdělení
β	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	2,07 E-4	0,005 E-4	normální

Celkovou nejistotu určení hustoty vody během měření pak lze vyjádřit takto:

$$u_{\rho} = \sqrt{(\rho_0 \beta)^2 u_T^2 + u_{KAL}^2 + (t_{KAL} s)^2} \quad (31)$$

kde: t_{KAL} je doba od poslední kalibrace,
 s stabilita hustoty vody,
 u_{KAL} ... nejistota měření hustoty vody (hodnota z kalibračního listu).

8.3.6 Odhad nejistoty určení korekce vztlaku vzduchu

Korekční součinitel vztlaku vzduchu při vážení vody K je dán rovnicí:

$$K = \frac{1 - \rho_V / \rho_Z}{1 - \rho_V / \rho_K} \quad (32)$$

kde: ρ_V je hustota vzduchu,
 ρ_K hustota vody,
 ρ_Z hustota závaží.

Za běžných podmínek:

$$\begin{aligned} \rho_V &= 1,2 \text{ kg/m}^3, \\ \rho_K &= 998,2 \text{ kg/m}^3, \\ \rho_Z &= 8000 \text{ kg/m}^3, \end{aligned}$$

pro K platí: $K \approx 1,001053$

Pro odhad nejistoty korekčního součinitele se použijí hodnoty K za limitních podmínek.

Konkrétně :

pro ($\rho_V = 1,3 \text{ kg/m}^3$; $\rho_K = 995 \text{ kg/m}^3$; $\rho_Z = 8000 \text{ kg/m}^3$) pro K platí: $K \approx 1,001146$.

pro ($\rho_V = 1,1 \text{ kg/m}^3$; $\rho_K = 1005 \text{ kg/m}^3$; $\rho_Z = 8000 \text{ kg/m}^3$) pro K platí: $K \approx 1,000958$.

Hodnota korekčního součinitele vztlaku vzduchu a příslušnou nejistotu je uvedena v následující tabulce 10.

Tabulka 10 – Korekční součinitel vztlaku vzduchu

Veličina	Jednotka	Odhad veličiny	Nejistota	Rozdělení
K	---	1,001 05	0,000 09	normální

9 Dokumentace ověření

Měřidlo je považováno za ověřené umístěním úředních značek na místech určených certifikátem o schválení/přezkoušení typu, popř. umístěných ve smyslu metodického pokynu pro metrologii MPM 21-16. Na žádost uživatele měřidla může být vystaveno, jako nepovinný doklad, *Potvrzení o ověření stanoveného měřidla*.

Při přezkušování měřidla podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, je vystaveno *Osvědčení o přezkoušení stanoveného měřidla*, jehož přílohou je *Zkušební protokol*. Vzory dokumentů jsou přílohou metrologického předpisu MP 002⁶.

9.1 Zamítnutí ověření

Pokud měřidlo nevyhoví požadavkům OOP, vydá o tom autorizovaný subjekt, který zkoušky za účelem ověření prováděl, dokument *Rozhodnutí o zamítnutí ověření stanoveného měřidla* včetně *Zkušebního protokolu*. Vzory dokumentů jsou přílohou metrologického předpisu MP 002⁶.

10 Přílohy

Příloha 1: Přehled právních předpisů a normativních dokumentů uplatnitelných v procesech uvádění „vodoměrů na čistou studenou nebo teplou vodu určených pro použití v oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu“ na trh a v procesech souvisejících s jejich následným používáním ve funkci stanoveného měřidla

Příloha 2a: Přehled právních předpisů a normativních dokumentů uplatnitelných v procesech uvádění „vodoměrů na čistou studenou nebo teplou vodu a vodoměrů určených pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu“ na trh a v procesech souvisejících s jejich následným používáním ve funkci stanoveného měřidla

Příloha 2b: Přehled právních předpisů a normativních dokumentů uplatnitelných v procesech uvádění „vodoměrů na čistou studenou nebo teplou vodu a vodoměrů určených pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu“ na trh cestou EHS schvalování typu a EHS prvotního ověření a v procesech souvisejících s jejich následným používáním ve funkci stanoveného měřidla

Příloha 3: Schéma návaznosti měřidel průtoku a protečeného množství vody

⁶ Dokument je dostupný na www.cmi.cz

11 Účinnost

Toto vydání nabývá účinnosti dnem 1. 9. 2018.

RNDr. Pavel Klenovský v. r.
generální ředitel Českého metrologického institutu

Za správnost:

Zpracovatelé předpisu:

Ing. Miroslava Benková, Ph.D., Český metrologický institut

Mgr. Jindřich Bílek, Český metrologický institut

Odborný garant předpisu v ČMI:

Ing. Miroslava Benková, Ph.D., Český metrologický institut

Příloha 1

Vodoměry na čistou studenou nebo teplou vodu určené pro použití v oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu - přehled právních předpisů a normativních dokumentů

Název měřidla	Vodoměry na čistou studenou nebo teplou vodu určené pro použití v oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu
Položky⁹	1.3.9 a), 1.3.9 b), 1.3.9 d), 1.3.9 e)

Způsob uvedení na trh	POSUZOVÁNÍ SHODY
Předpisy pro uvádění na trh	<p>Narižení vlády o posuzování shody měřidel při jejich dodávání na trh č. 120/2016 Sb., Příloha č. 1, Obecné požadavky, Příloha č. 3, Vodoměry (MI-001)</p> <p>Harmonizované ČSN EN:</p> <p>ČSN EN 14154-1+A2:2011 Vodoměry - Část 1: Všeobecné požadavky, (zrušená – zatím harmonizovaná) je nahrazena ČSN EN ISO 4064-4:2017 Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu - Část 4: Nemetrologické požadavky nezahrnuté v ISO 4064-1 (zatím neharmonizovaná) a ČSN EN ISO 4064-1:2017 Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu - Část 1: Metrologické a technické požadavky (zatím neharmonizovaná),</p> <p>ČSN EN 14154-2+A2:2011 Vodoměry - Část 2: Instalace a podmínky použití (zrušená – zatím harmonizovaná) je nahrazena ČSN EN ISO 4064-5:2017 Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu - Část 5: Požadavky na instalaci (zatím neharmonizovaná),</p> <p>ČSN EN 14154-3+A2:2011 Vodoměry - Část 3: Zkušební metody a zařízení (zrušená – zatím harmonizovaná) je nahrazena ČSN EN ISO 4064-2:2017 Vodoměry pro studenou pitnou vodu a teplou vodu - Část 2: Zkušební metody (zatím neharmonizovaná).</p> <p>Normativní dokumenty OIML:</p> <p>OIML R 49-1: 2006 Water meters intended for the metering of cold potable water and hot water Part 1: Metrological and technical requirements (zrušený – zatím harmonizovaný) je nahrazen OIML R 49-1: 2013 Water meters for cold potable water and hot water. Part 1: Metrological and technical requirements (zatím neharmonizovaný).</p> <p>OIML R 49-2: 2004 Water meters intended for the metering of cold potable water Part 2: Test methods (zrušený – zatím harmonizovaný) je nahrazen OIML R 49-2: 2013 Water meters for cold potable water and hot water. Part 2: Test methods (zatím neharmonizovaný).</p> <p>ČSN EN ISO 4064:2017 (zatím neharmonizovaná)</p>

⁹ Položky druhového seznamu dle přílohy k vyhlášce 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.

Příloha 1 - pokračování

Předpisy po uvedení na trh	<p>Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na měřidla protečeného množství vody - vodoměry, které jsou určeny k použití v obytných a obchodních prostorách a v lehkém průmyslu, včetně metod zkoušení při jejich ověřování.</p> <p>Oznámené normy k OOP:</p> <p>ČSN EN 14154-1+A2 Vodoměry - Část 1: Všeobecné požadavky, ČSN EN 14154-2+A2 Vodoměry - Část 2: Instalace a podmínky použití, ČSN EN 14154-3+A2 Vodoměry - Část 3: Zkušební metody a zařízení, ČSN EN 24185+AC:1995 Měření průtoku kapalin v uzavřených profilech. Vážicí metoda. ČSN EN ISO 6817 Měření průtoku vodivých kapalin v uzavřených profilech - Metoda užívající indukční průtokoměry OIML R 49-2: 2004 Water meters intended for the metering of cold potable water Part 2: Test methods (zrušený – zatím harmonizovaný) je nahrazen OIML R 49-2: 2013 Water meters for cold potable water and hot water. Part 2: Test methods (zatím neharmonizovaný). ČSN EN ISO 4064:2017 (zatím neharmonizovaná)</p>
-----------------------------------	--

Způsob uvedení na trh	EHS SCHVÁLENÍ TYPU (A EHS PRVOTNÍ OVĚŘENÍ)
Předpisy pro uvádění na trh	<p>Vyhláška č. 334/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na vodoměry na studenou vodu označované značkou EHS, která byla novelizována vyhláškou č. 260/2003 Sb. Vyhláška byla zrušena k 1. 12. 2015.</p> <p>Prvotní EHS ověření u vodoměrů na studenou vodu, které nespádají do působnosti nařízení vlády č. 120/2016 Sb., je možné provést pouze po dobu platnosti certifikátu o EHS schválení typu (vydaného před 1. 12. 2015).</p> <p>Vyhláška č. 333/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na vodoměry na teplou vodu označované značkou EHS, která byla novelizována vyhláškou č. 260/2003 Sb. Vyhláška byla zrušena k 30. 10. 2016.</p> <p>Možnost prvotního EHS ověření skončila dne 30. 10. 2016.</p>
Předpisy po uvedení na trh	<p>PNÚ 1420.2 Vodomery na studenou vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie. TPM 6621-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; metody zkoušení TPM 6622-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; kombinovaná měřidla; metody zkoušení TPM 6623-08 Statistické výběrové zkoušky objemových vodoměrů pro studenou vodu; postup provádění a vyhodnocování zkoušek PNÚ 1425.2 Vodomery na teplou vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie. Při přezkušování měřidel podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, se postupuje podle Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na měřidla protečeného množství vody - vodoměry, které jsou určeny k použití v obytných a obchodních prostorách a v lehkém průmyslu, včetně metod zkoušení při jejich ověřování.</p>

Příloha 1 - dokončení

Způsob uvedení na trh	NÁRODNÍ PRÁVNÍ ÚPRAVA METROLOGIE (podle zákona o metrologii)
Předpisy pro uvádění na trh	Možnost prvotního ověření podle zákona o metrologii skončila dne 30. 10. 2016.
Předpisy po uvedení na trh	<p>ČSN 25 7801 Vodomery. Základné ustanovenia.</p> <p>PNÚ 1420.2 Vodomery na studenú vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie.</p> <p>TPM 6620-94 Bubnové vodomery; metódy zkoušení při ověřování</p> <p>TPM 6621-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; metody zkoušení</p> <p>TPM 6622-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; kombinovaná měřidla; metody zkoušení</p> <p>TPM 6623-08 Statistické výběrové zkoušky objemových vodoměrů pro studenou vodu; postup provádění a vyhodnocování zkoušek</p> <p>PNÚ 1425.2 Vodomery na teplú vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie</p> <p>Při přezkušování měřidel podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, se postupuje podle Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na měřidla protečeného množství vody – vodoměry, které jsou určeny k použití v obytných a obchodních prostorách a v lehkém průmyslu, včetně metod zkoušení při jejich ověřování.</p>

Příloha 2a

Vodoměry na čistou studenou nebo teplou vodu a vodoměry určené pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu – přehled právních předpisů a normativních dokumentů

Název měřidla	Vodoměry na čistou studenou nebo teplou vodu a vodoměry pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu
Položka¹⁰	1.3.9 a), 1.3.9 b), 1.3.9 c); 1.3.11 a), 1.3.11 b), 1.3.11 h),

Způsob uvedení na trh	NÁRODNÍ PRÁVNÍ ÚPRAVA METROLOGIE (podle zákona o metrologii)
Předpisy pro uvádění na trh a předpisy po uvedení na trh	<p>ČSN 25 7801 Vodomery. Základné ustanovenia.</p> <p>PNÚ 1420.2 Vodomery na studenú vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie, TPM 6620-94 Bubnové vodoměry; metody zkoušení při ověřování</p> <p>TPM 6621-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; metody zkoušení</p> <p>TPM 6622-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; kombinovaná měřidla; metody zkoušení</p> <p>ČSN EN ISO 5167-1 Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku vložených do zcela zaplněného potrubí kruhového průřezu - Část 1: Obecné principy a požadavky</p> <p>ČSN EN ISO 5167-2 Měření průtoku tekutin pomocí snímačů diferenčního tlaku vložených do zcela zaplněného potrubí kruhového průřezu - Část 2: Clony</p> <p>OIML R 49-2: 2004 Water meters intended for the metering of cold potable water Part 2: Test methods (zrušený – zatím harmonizovaný) je nahrazen OIML R 49-2: 2013 Water meters for cold potable water and hot water. Part 2: Test methods (zatím neharmonizovaný).</p> <p>ČSN EN ISO 4064:2017 Vodoměry pro studenou pitnou a teplou vodu.</p> <p>PNÚ 1425.2 Vodomery na teplú vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie</p>
Předpis po uvedení na trh	Při přezkušování měřidel podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, se postupuje podle Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na měřidla protečeného množství vody – vodoměry, které jsou určeny k použití v obytných a obchodních prostorách a v lehkém průmyslu, včetně metod zkoušení při jejich ověřování.

¹⁰ Položky druhového seznamu dle přílohy k vyhlášce 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.

Příloha 2b

Vodoměry na čistou studenou nebo teplou vodu a vodoměry určené pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu - přehled právních předpisů a normativních dokumentů

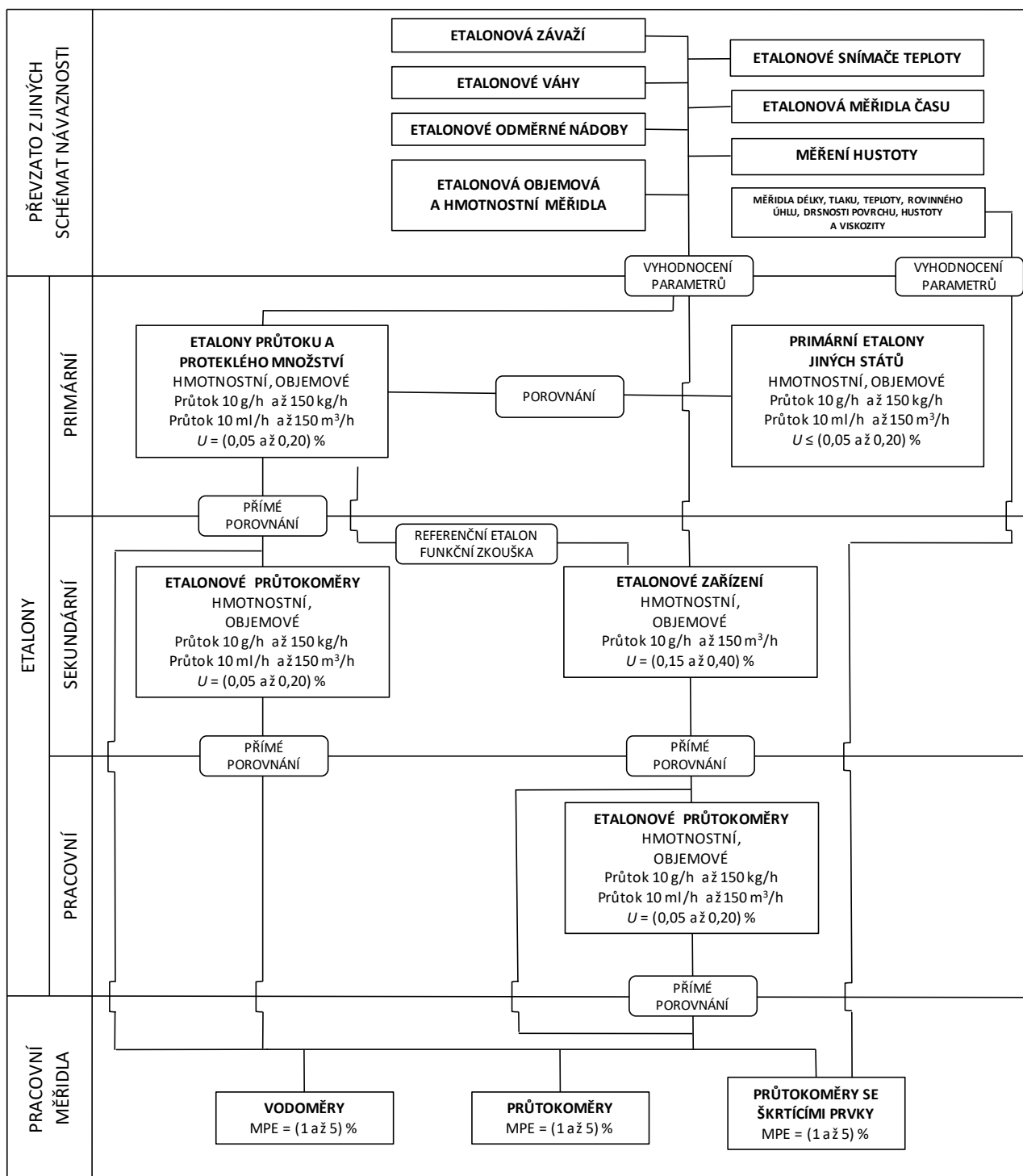
Název měřidla	Vodoměry na čistou studenou nebo teplou vodu a vodoměry pro použití mimo oblasti bydlení, obchodu a lehkého průmyslu
Položka¹¹	1.3.9 a), 1.3.9 b)

Způsob uvedení na trh	EHS SCHVÁLENÍ TYPU (A EHS PRVOTNÍ OVĚŘENÍ)
Předpisy pro uvádění na trh	<p>Vyhláška č. 334/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na vodoměry na studenou vodu označované značkou EHS, která byla novelizována vyhláškou č. 260/2003 Sb. Vyhláška byla zrušena k 1. 12. 2015.</p> <p>Prvotní EHS ověření u vodoměrů na studenou vodu, které nespádají do působnosti nařízení vlády č. 120/2016 Sb., je možné provést pouze po dobu platnosti certifikátu o EHS schválení typu (vydaným před 1. 12. 2015).</p> <p>Vyhláška č. 333/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na vodoměry na teplou vodu označované značkou EHS, která byla novelizována vyhláškou č. 260/2003 Sb. Vyhláška byla zrušena k 30. 10. 2016.</p> <p>Možnost prvotního EHS ověření skončila dne 30. 10. 2016.</p>
Předpisy po uvedení na trh	<p>PNÚ 1420.2 Vodomery na studenou vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie, TPM 6621-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; metody zkoušení</p> <p>TPM 6622-97 Měření průtoku vody v uzavřených potrubích, měřidla pro studenou pitnou vodu; kombinovaná měřidla; metody zkoušení</p> <p>PNÚ 1425.2 Vodomery na teplou vodu. Metódy skúšania pre úradné overovanie</p> <p>Při přezkušování měřidel podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, se postupuje podle Opatření obecné povahy č. 0111-OOP-C035-14, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na měřidla protečeného množství vody - vodoměry, které jsou určeny k použití v obytných a obchodních prostorách a v lehkém průmyslu, včetně metod zkoušení při jejich ověřování.</p>

¹¹ Položky druhového seznamu dle přílohy k vyhlášce 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu.

Příloha 3

Schéma návaznosti měřidel průtoku a protečeného množství vody



U rozšířená nejistota měření

MPE ... největší dovolená chyba

Obsah

Úvod	4
1 Všeobecná ustanovení	4
2 Související normy a předpisy	5
3 Pojmy, termíny, definice a použité zkratky	6
4 Schéma návaznosti měřidel průtoku a protečeného množství vody	8
5 Základní principy, technické a metrologické požadavky na vodoměry	8
5.1 Technické a metrologické požadavky	9
5.1.1 Nový přístup	9
5.1.2 Starý přístup	11
6 Metody měření protečeného množství vody, základní zdroje nejistot měření	13
6.1 Rozdělení, použití, příklady	13
6.1.1 Hmotnostní metoda s etalonovými váhami	14
6.1.2 Objemová metoda s etalonovými měřidly	16
6.1.3 Objemová metoda s pístovým etalonem	18
6.1.4 Objemová metoda s etalonovými nádobami	20
6.2 Základní zdroje nejistot měření – popis	22
7 Ověřování vodoměrů	24
7.1 Všeobecně	24
7.1.1 Stanovení průtoků pro ověřování	25
7.1.2 Podmínka kolísání průtoku	25
7.1.3 Podmínka kolísání teploty	25
7.1.4 Referenční podmínky	25
7.2 Zkušební zařízení	26
7.3 Zkušební postup	27
7.3.1 Vnější prohlídka	27
7.3.2 Kontrola správné činnosti	27
7.3.3 Zkouška statickým tlakem	28
7.3.4 Zkouška přesnosti podle nového přístupu (směrnice MID)	28
7.3.5 Zkouška přesnosti podle starého přístupu	28
7.3.6 Přejímací kritéria	28
7.3.7 Zabezpečení měřidla	29
8 Zpracování výsledků měření, výpočet chyb	30
8.1 Záznam z měření	30
8.2 Odhad chyby měření	30
8.2.1 Chyba měření a relativní chyba měření	30

8.2.2 Určení objemu kapaliny proteklé měřidlem	31
8.2.3 Určení protečeného objemu kapaliny na etalonových váhách	31
8.2.4 Určení objemu kapaliny proteklé referenčním etalonem	32
8.2.5 Přepočet objemu kapaliny stanoveného etalonem při objemové metodě s odměrnou nádobou	33
8.2.6 Stanovení skutečného průtoku	33
8.3 Vyhodnocení nejistot měření	34
8.3.1 Matematický model pro výpočet nejistoty měření	34
8.3.2 Další zdroje nejistoty měření	35
8.3.3 Určení objemu při použití hmotnostní metody	35
8.3.4 Určení nejistoty měření objemu vody – hmotnostní metoda	36
8.3.5 Odhad nejistoty určení hustoty	36
8.3.6 Odhad nejistoty určení korekce vzlaku vzduchu	37
9 Dokumentace ověření	38
9.1 Zamítnutí ověření	38
10 Přílohy	38
11 Účinnost	39

MP 021

MĚŘIDLA PROTEČENÉHO MNOŽSTVÍ VODY

POSTUP ZKOUŠENÍ PŘI OVĚŘOVÁNÍ

Vydání: srpen 2018

Vydává: Český metrologický institut, Okružní 31, 638 00 Brno