

**Základné metrologické
charakteristiky meračov
(145/2016 Z.z. -
MI-001, MI-004,
EN 14154, OIML R49)**

**Spracovanie výsledkov meraní,
výpočet chýb a neistôt pri
meraniach**

Ing. V. Mazúr
SMÚ
2017

Základné metrologické charakteristiky meračov

Legislatíva - prehľad

Základné pojmy

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Hranice dovolených chýb

Prietoky pre overovanie

Legislatíva - prehľad

Zákony	Vyhlášky	Nariadenia
<ul style="list-style-type: none">• č. 142/2000 Z. z. o metrológii• č. 254/2011 Z.z. o prepravovateľných tlakových zariadeniach• č. 264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody	<ul style="list-style-type: none">• č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole<ul style="list-style-type: none">◦ príloha č.1 -Druhy určených meradiel• č.206/2000 Z. z. o zákonných meracích jednotkách• č. 207/2000 Z. z. o označenom spotrebiteľskom balení	<ul style="list-style-type: none">• č. 294/2005 Z. z. o meradlách (MID)• č. 399/1999 Z.z. technické požiadavky na váhy s neautomatickou činnosťou

145/2016 NARIADENIE VLÁDY Slovenskej republiky z 24. februára 2016 o sprístupňovaní meradiel na trhu

Transpozícia smerníc Nového prístupu Európskej únie

Harmonizovanú oblasť tvoria:

- určené meradlá typovo schválené a prvotne overené **podľa požiadaviek smerníc Európskych spoločenstiev.**

Neharmonizovanú oblasť tvoria:

- určené meradlá **toho istého druhu ako v harmonizovanej oblasti, ale** typovo schválené a prvotne overené **podľa národných požiadaviek,**
- určené meradlá, ktoré **nie sú predmetom smerníc Európskych spoločenstiev.**

Starý prístup

Zákon č. 142/2000 Z. z. o metrológii, doplnený zák. 431/2004 Z. z. a
Vyhláška ÚNMS SR č. 210/2000 Z. z., príloha č. 1



Určené meradlá



**Metrologická kontrola
podľa národných požiadaviek alebo požiadaviek EU**

Všeobecne záväzné právne predpisy

Merače pretečeného množstva studenej vody
Príloha č.8 k vyhláške č. 210/2000 Z.z.



Merače pretečeného množstva teplej vody
Príloha č.9 k vyhláške č. 210/2000 Z.z.



Prietokomerné členy meračov tepla
Príloha č.53 k vyhláške č. 75/2001 Z.z.



Nový prístup

Zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody v znení neskorších predpisov

a

Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 145/2016 Z. z. o sprístupňovaní meradiel na trhu



Kategórie meradiel



Posúdenie zhody meradla podľa postupov posudzovania

Účinnosť od 30.10.2006 (20.4.2016)

Harmonizované normy a normatívne dokumenty

Špecifikácia vodomerov

Je v súlade s Nariadením vlády, príloha č. 1 a príloha č.3 MI-001 (vodomery) a príloha č.6 MI-004 (merače tepla a snímače prietoku). Ďalej túto špecifikáciu dopĺňajú harmonizované normy a normatívne dokumenty, t.j. STN EN 14154 a OIML R-49 pre vodomery, STN EN 1434 a OIML R-75 pre merače tepla a snímače prietoku ako čiastkové zostavy meračov tepla

Základné požiadavky

Meradlo musí zaručiť vysokú úroveň metrologickej ochrany, aby zainteresované strany mohli dôverovať výsledkom merania. Ak je to potrebné, dopĺňajú o osobitné požiadavky na jednotlivý druh meradla uvedený v prílohách

MI-001 resp. MI-004

Dovolené chyby

- Výrobca určí klimatické prostredie, mechanické prostredie a elektromagnetické prostredie

Reprodukovateľnosť

- Výsledky za sebou nasledujúcich meraní tej istej meranej veličiny na rôznych miestach alebo rôznymi užívateľmi pri rovnakých všetkých ostatných podmienkach musia vykazovať tesnú zhodu. Rozdiel vo výsledkoch meraní musí byť v porovnaní s najväčšou dovolenou chybou malý.

Základné požiadavky

Opakovateľnosť

Pohyblivosť a citlivosť

Trvanlivosť

Spoľahlivosť

Vhodnosť pre dané použitie

Ochrana pred zneužitím

Informácie umiestnené na meradle a s ním dodávané

Príloha č.3, MI-001

OSOBITNÉ POŽIADAVKY

Predpísané pracovné podmienky

- Rozsah prietoku vody
- Teplotný rozsah vody
- Relatívny rozsah tlaku vody musí byť od 0,3 bar do najmenej 10 bar pri Q3.
- Zdroj elektrického prúdu: menovitá hodnota napätia striedavého prúdu a/alebo medzné hodnoty jednosmerného prúdu.

Najväčšie dovolené chyby

Vodomer nesmie zneužívať najväčšie dovolené chyby ani systematicky zvýhodňovať niektorú zo strán.

Príloha č.3, MI-001

Prípustný vplyv rušenia

Elektromagnetická odolnosť

Trvanlivosť

Vhodnosť

Meradlo musí byť možné inštalovať tak, aby pracovalo v akejkoľvek polohe, ak na ňom nie je vyznačené inak.

Výrobca musí uviesť, či je vodoměr určený na meranie spätného toku. V takomto prípade objem vody pretečený pri spätnom toku sa musí buď od celkového objemu odčítať, alebo musí byť zaznamenaný osobitne. Pre normálny, ako aj spätný tok platí tá istá najväčšia dovolená chyba.

Ak vodomery nie sú určené na meranie spätného toku, musia buď zabrániť spätnému toku alebo bez poškodenia alebo zmeny ich metrologických vlastností odolať náhodnému spätnému toku.

Meracie jednotky - Nameraný objem vody sa udáva v metroch kubických.

Uvedenie do používania

POSUDZOVANIE ZHODY B + F alebo B + D alebo H1.

Príloha č.6, MI-004

Merač tepla je buď kompaktný prístroj, alebo kombinovaný prístroj pozostávajúci z podzostáv – z prietokomeru, páru snímačov teploty a počítačidla podľa definície v článku 4 ods. 2, alebo ich kombinácia.

Predpísané pracovné podmienky

- Pre prietok kvapaliny: q_s , q_p , q_i , kde pre hodnoty q_p a q_i platia tieto obmedzenia:

$$q_p/q_i \geq 10$$

Triedy presnosti

- Pre merače tepla sú definované tieto triedy presnosti: 1, 2, 3.

Príloha č.6, MI-004

Trvanlivosť

Po vykonaní príslušnej skúšky, berúc do úvahy čas trvania stanovený výrobcom, musia byť splnené nasledujúce kritériá:

Snímače prietoku: Odchýlka vo výsledku merania po vykonaní skúšky trvanlivosti nesmie v porovnaní s výsledkom počiatočného merania prekročiť kritickú hodnotu.

Príloha č.6, MI-004

Nápisy na merači tepla

- Trieda presnosti
- medzné hodnoty prietoku
- medzné hodnoty teploty
- medzné hodnoty teplotného rozdielu
- miesto inštalácie snímača prietoku: v smere prúdenia alebo opačne
- označenie smeru prúdenia.

Príloha č.6, MI-004

Podzostavy

Ustanovenia týkajúce sa podzostáv smú platiť pre podzostavy vyrobené tým istým, ale aj inými výrobcami. Ak sa merač tepla skladá z podzostáv, platia pre tieto podzostavy rovnaké základné požiadavky ako pre merač tepla. Okrem toho platí aj nasledujúce:

Relatívna najväčšia dovolená chyba snímača prietoku vyjadrená v %, pre triedy presnosti:

Trieda 1: $E_f = (1 + 0,01 q_p/q)$, ale nie viac ako 5 %,

Trieda 2: $E_f = (2 + 0,02 q_p/q)$, ale nie viac ako 5 %,

Trieda 3: $E_f = (3 + 0,05 q_p/q)$, ale nie viac ako 5 %,

kde chyba E_f vyjadruje vzťah udávanej a skutočnej hodnoty vzťahu medzi výstupným signálom snímača prietoku a hmotnosťou alebo objemom.

Príloha č.6, MI-004

Nápisy na podzostavách

Snímač prietoku:

- Trieda presnosti
- medzné hodnoty prietoku,
- medzné hodnoty teploty,
- menovitý koeficient meradla (napr. litre/impulzy) alebo príslušný výstupný signál,
- označenie smeru prúdenia

POSUDZOVANIE ZHODY

B + F alebo B + D alebo H1.

Základné pojmy

Dovolená chyba

- je najväčšia prípustná hodnota chyby, ktorá je pre jednotlivé meradlá a ich rozsahy určená predpismi.

pretečený objem

- celkový objem vody, ktorý pretiekol cez merač za daný čas

strata tlaku

- strata spôsobená prítomnosťou merača v potrubí

menovitá teplota prietokomera

- je najväčšia teplota teplotnosného média, pri ktorej prietokomer môže trvalo pracovať

Základné pojmy

rozsah prietoku

rozsah ohraničený hornou medzou prietoku Q_4 (Q_{\max}) a minimálnym prietokom Q_1 (Q_{\min}); je rozdelený na dva úseky nazývané horný a dolný, s rozdielnymi najväčšími dovolenými chybami

prechodový prietok Q_2 (Q_t)

prietok, ktorý rozdeľuje horný a dolný úsek rozsahu prietoku a je to prietok, pri ktorom nastáva zmena hraníc najväčších dovolených chýb

Základné pojmy

maximálny prietok Q_4 (Q_{\max})

najväčší prietok, pri ktorom môže merač pracovať po obmedzenú dobu bez poškodenia a bez prekročenia najväčších dovolených chýb a maximálnej dovolenej hodnoty straty tlaku

stály prietok Q_3

je vyjadrený v kubických metroch za hodinu; pri stálom prietoku Q_3 musí byť merač schopný pracovať pri normálnom používaní, t.j. za stálych a prerušovaných pracovných podmienok, bez prekročenia najväčších dovolených chýb

nominálny prietok Q_n

je vyjadrený v kubických metroch za hodinu; ak stály prietok merača (Q_3) sa rovná polovici hornej medze prietoku (maximálneho prietoku) potom stály prietok môžeme označiť za menovitý prietok (Q_n), pričom sa môže použiť na označenie merača

minimálny prietok Q_1 (Q_{\min})

prietok, nad ktorým nesmú byť prekročené najväčšie dovolené chyby a je stanovený ako funkcia Q_3

Základné pojmy

Prietok Q – je množstvo vody, ktoré pretečie meracím prierezom za jednotku času. Podľa toho, v akej fyzikálnej veličine sa vyjadri množstvo, rozlišujeme:

objemový prietok

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

objem je vyjadrený v kubických metroch alebo litroch a čas v hodinách, minútach alebo sekundách

hmotnostný prietok

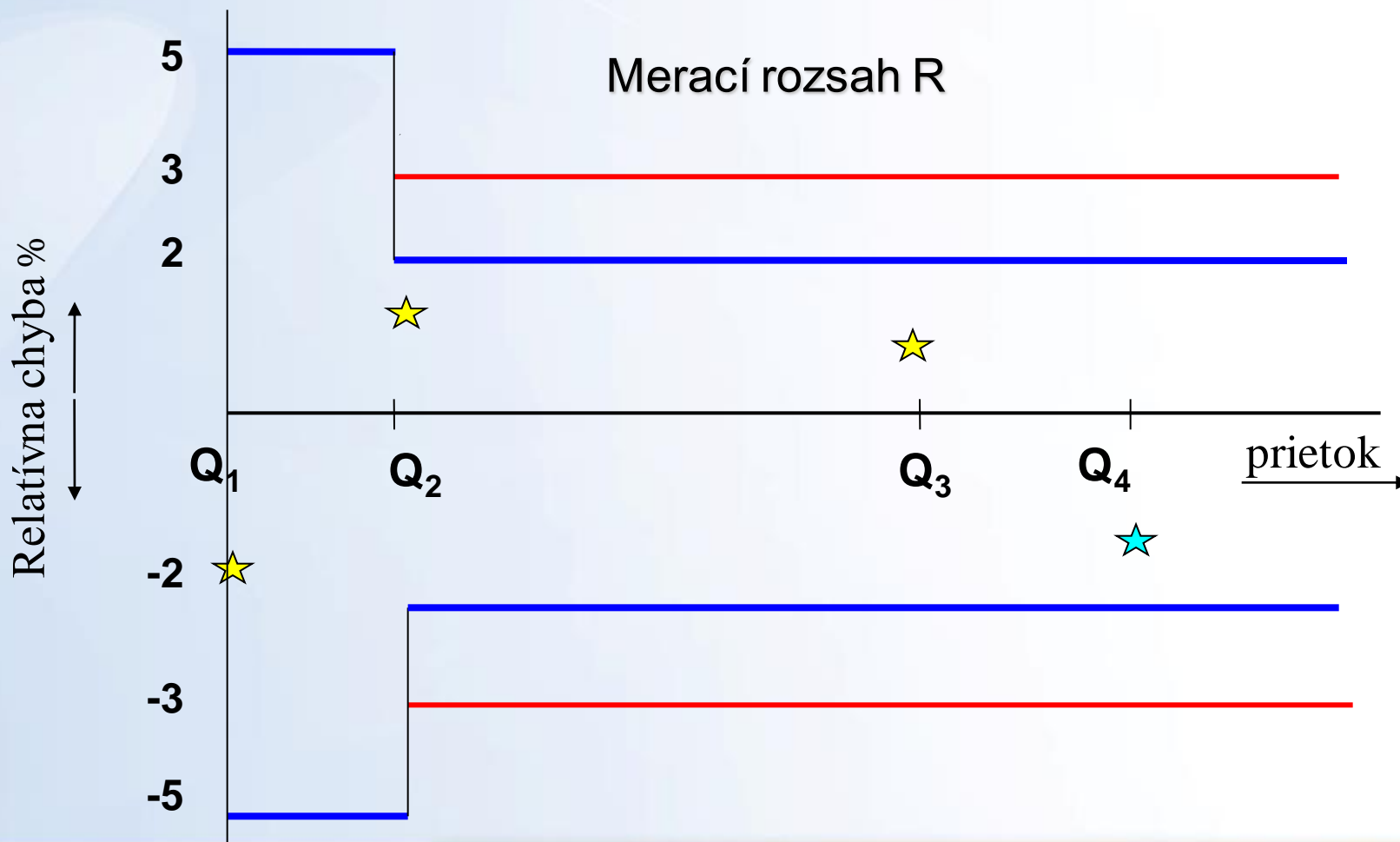
$$Q_m = \frac{M}{t}$$

hmotnosť je vyjadrená v tonách alebo kilogramoch a čas v hodinách, minútach alebo sekundách

hustota

Vzťah medzi objemovým a hmotnostným prietokom udáva hustota

Skúška vodomerov pri overení



Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Trieda	mAT (°C)	MAT (°C)	Referenčné podmienky (°C)
T30	0,1	30	20
T50	0,1	50	20
T70	0,1	70	20 a 50
T90	0,1	90	20 a 50
T130	0,1	130	20 a 50
T180	0,1	180	20 a 50
T30/70	30	70	50
T30/90	30	90	50
T30/130	30	130	50
T30/180	30	180	50

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Vodomery

Prietokové vlastnosti vodomera sú definované hodnotami Q_1 , Q_2 , Q_3 , a Q_4 .

Vodomer je označený číselnou hodnotou Q_3 v m^3/h a pomerom Q_3/Q_1 .

Hodnota Q_3 je vybraná z nasledovného zoznamu:

Trvalý prietok , Q_3 (m^3/h)

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

Rozsah prietokov

Zoznam môže byť rozšírený na vyššie alebo nižšie hodnoty v sérii.
Hodnota pomeru Q_3/Q_1 je vybraná z nasledovného zoznamu v:

Merací rozsah, $R=Q_3 / Q_1$

10	12,5	16	20	25	31,5	40	50
63	80	100	125	160	200	250	315
400	500	630	800				

Tieto zoznamy môžu byť rozšírené k vyšším alebo k nižším hodnotám v sérii.

Pomer Q_2 / Q_1 je 1,6.

Poznámka: Počas prechodného obdobia 5 rokov od 30. apríla 2004 však Q_2 / Q_1 môže byť 2,5, alebo 4, alebo 6,3, za podmienky, že $Q_3/Q_2 > 5$.

Pomer Q_4/ Q_3 je 1,25.

Trieda presnosti 1 a najväčšia dovolená chyba

Najväčšia dovolená chyba pre horný úsek prietoku ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) je $\pm 1 \%$, pre teploty od $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ až $30 \text{ }^\circ\text{C}$, a $\pm 2 \%$ pre teploty vyššie ako $30 \text{ }^\circ\text{C}$

Najväčšia dovolená chyba pre dolný úsek prietoku ($Q_1 \leq Q < Q_2$) je $\pm 3 \%$

Označenie Trieda presnosti 1 sa bude používať iba pre vodomery s $Q_3 \geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Trieda presnosti 2 a najväčšia dovolená chyba

Najväčšia dovolená chyba pre horný úsek prietoku ($Q_2 \leq Q \leq Q_4$) je $\pm 2 \%$, pre teploty od $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ až $30 \text{ }^\circ\text{C}$, a $\pm 3 \%$ pre teploty vyššie ako $30 \text{ }^\circ\text{C}$

Najväčšia dovolená chyba pre dolný úsek prietoku ($Q_1 \leq Q < Q_2$) je $\pm 5 \%$

Označenie Trieda presnosti 2 sa bude používať pre všetky vodomery s $Q_3 < 100 \text{ m}^3/\text{h}$ a môže sa používať pre vodomery s hodnotami $Q_3 \geq 100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Klimatické a mechanické prostredie

- B** pevné meradlá inštalované v budovách, teplota prostredia 0°C až 55°C
- C** pevné meradlá inštalované vonku, teplota prostredia, -25°C až 55°C
- I** pre mobilné vodomery

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Mechanické prostredie

- M1** priestor s vibráciami a otrasmi malej intenzity
- M2** vysoká úroveň vibrácií
- M3** vysoká a veľmi vysoká úroveň vibrácií

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Elektromagnetické prostredie

- E1** Bytové prostredie, ľahký priemysel, priestory s elektromagnetickým rušením
- E2** Priemyselné prostredie s elektromagnetickým rušením
- E3** Meradlá napájané z elektromagnetického zdroja

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Vnútrotný tlak vody MAP

MAP 6 (DN≥500)	(0,3 až 6) bar
MAP 10	(0,3 až 10) bar
MAP 16	(0,3 až 16) bar
MAP 25	(0,3 až 25) bar
MAP 40	(0,3 až 40) bar

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Citlivosť profilu prúdenia

U0, U3, U5, U10 (0, resp. 3, resp. 5, resp. 10) x DN pred snímačom

D0, D3, D5 (0, resp. 3, resp. 5) x DN za snímačom

Obmedzenie polohy montáže

H Horizontálna

V Vertikálna

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“

Tlaková strata

P63 najväčšia tlaková strata je 0,63 bar

P40 najväčšia tlaková strata je 0,40 bar

P25 najväčšia tlaková strata je 0,25 bar

P16 najväčšia tlaková strata je 0,16 bar

P10 najväčšia tlaková strata je 0,10 bar

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“ - snímače prietoku

Medzné hodnoty prietokov

q_s, q_p, q_i Pracovné parameter neradla sú obmedzené medznými hodnotami rozsahu prietokov (q_s a q_i)

Rozsah prietokov

q_p/q_i 10, 25, 50, 100 alebo 250

Rozsah prietokov - snímače prietokov

Horná medzná hodnota prietoku q_s je najvyšší prietok, pri ktorom musí meradlo tepla pracovať v krátkych časových intervaloch (< 1 h/deň; < 200 h/rok) tak, aby nedošlo k prekročeniu najväčších dovolených chýb.

Trvalý prietok q_p je najvyšší prietok, pri ktorom musí meradlo tepla nepretržite pracovať tak, aby nedošlo k prekročeniu najväčších dovolených chýb.

Dolná medzná hodnota prietoku q_i je najnižší prietok, pri ktorom musí meradlo tepla pracovať tak, aby nedošlo k prekročeniu najväčších dovolených chýb.

Pomer q_p/q_i musí byť 10, 25, 50, 100 alebo 250. Podľa MID viac ako **10**.

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“ - snímače prietoku

Trieda presnosti **1, 2, 3**

Klimatické a mechanické prostredie

- A** domácnosti, vnútorné inštalácie, teplota prostredia 5°C až 55°C

- B** domácnosti, vonkajšie inštalácie, teplota prostredia, -25°C až 55°C

- C** priemyslové instalácie teplota prostredia 5°C až 55°C

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“ - snímače prietoku

Mechanické prostredie

- M1** priestor s vibráciami a otrasmi malej intenzity
- M2** vysoká úroveň vibrácií
- M3** vysoká a veľmi vysoká úroveň vibrácií

Metrologické vlastnosti podľa „nového prístupu“ - snímače prietoku

Elektromagnetické prostredie

- E1** Bytové prostredie, ľahký priemysel, priestory s elektromagnetickým rušením
- E2** Priemyselné prostredies elektromagnetickým rušením
- E3** Meradlá napájané z elektromagnetického zdroja

Požiadavky smernice MID

- Skúška dovolenej chyby meradla bez vplyvu rušenia (7 bodov prietoku medzi Q_1 až Q_4)
- Skúška dovolenej chyby meradla pod vplyvom rušenia (7 bodov prietoku medzi Q_1 až Q_4)
- Reprodukovanosť
- Opakovanosť
- Zisťovanie prahu citlivosti
- Trvanlivosť (opakovaná skúška v 7 bodoch prietoku medzi Q_1 až Q_4 s hranicami dovolených chýb $\pm 6\%$, $\pm 2,5\%$, $\pm 3,5\%$,)
- Spoľahlivosť
- Vhodnosť
- Ochrana proti zneužitiu

Požiadavky smernice MID

Okrem predchádzajúcich skúšok musia byť vykonané ešte ďalšie skúšky:

- Skúška teplotného rozsahu meradla v súlade s teplotnou triedou vodomera
- Skúška relatívneho tlaku vody
- Skúška elektrického prúdu (neuplatňuje sa pri mechanických meradlách)
- Odolnosť proti elektromagnetickému rušeniu
- Chyba údajov pre nameraný objem po skúške trvanlivosti
- Skúška merania spätného toku
- Kontrola merania objemu – musí byť v m³

Prvotné overenie - vodomery

Vodomery rovnakej veľkosti a rovnakého typu sa môžu skúšať zapojené sériovo; v tomto prípade však tlak vody na výstupe posledného meradla v rade musí byť väčší ako 30 kPa (0,3 bar). Pritom nesmú byť významné interakcie medzi vodomermi.

Chyby indikácie vodomeroch pri meraní skutočného objemu sa musia určiť aspoň pre tieto tri hodnoty prietoku:

medzi Q_1 a $1,1 Q_1$;

medzi Q_2 a $1,1 Q_2$;

medzi $0,9Q_3$ a Q_3 .

Doplňkové prietoky sa môžu špecifikovať v certifikáte schválenia typu.

Chyby zistené pri každom z uvedených prietokov nesmú prekročiť najväčšie dovolené chyby

Teplota skúšobnej vody

T 30, T 50: akákoľvek teplota medzi 0,1 a 30 °C,

T70 ... T180: akákoľvek teplota medzi 0,1 a 30 °C a 50 °C ± 5° C,

T30/70 ... T30/180: 50 °C ± 5 °C,

ak sa doplnková teplota akceptovala po skúškach a ak sa zaznamenala v certifikáte schválenia typu

Prvotné overenie - snímače prietoku

Relatívna chyba vodomera sa zisťuje pri prietokoch v súlade s harmonizovanou normou STN EN 1434-5 v nasledovných prietokoch:

a) $q_i \leq q \leq 1,1q_i$

b) $0,1q_p \leq q \leq 0,11q_p$

c) $0,9q_p \leq q \leq 1,0q_p$

Doplnkové prietoky sa môžu špecifikovať v certifikáte schválenia typu.

Označenie na vodomere

- Jednotka, číselná hodnota Q_3 , pomer Q_3/Q_1 , pomer Q_2/Q_1 (ak sa líši od 1,6)
- Najvyšší dovolený tlak, ak sa odlišuje od 1 MPa
- Smer prúdenia
- Písmeno H alebo V, ak vodoměr pracuje iba v jednej polohe
- Teplotná trieda, ak je odlišná od T30
- Tlaková strata, ak je odlišná od Δp_{63}
- Trieda citlivosti na nepravidelnosti v rýchlostnom poli
- Meno alebo obchodná značka výrobcu
- Rok výroby a výrobné číslo
- Značka schválenia typu podľa európskych predpisov
- Úroveň náročnosti klimatického a mechanického prostredia
- Trieda EMC
- Výstupné signály pre pomocné zariadenia, ak existujú
- Požiadavky na vonkajší zdroj napájania
- V prípade vymeniteľnej batérie najneskorší dátum, kedy má byť batéria vymenená

Q3 2,5 – R200 – H – 123456 –
00 – Alfa Omega

Označenie na snímačoch prietoku

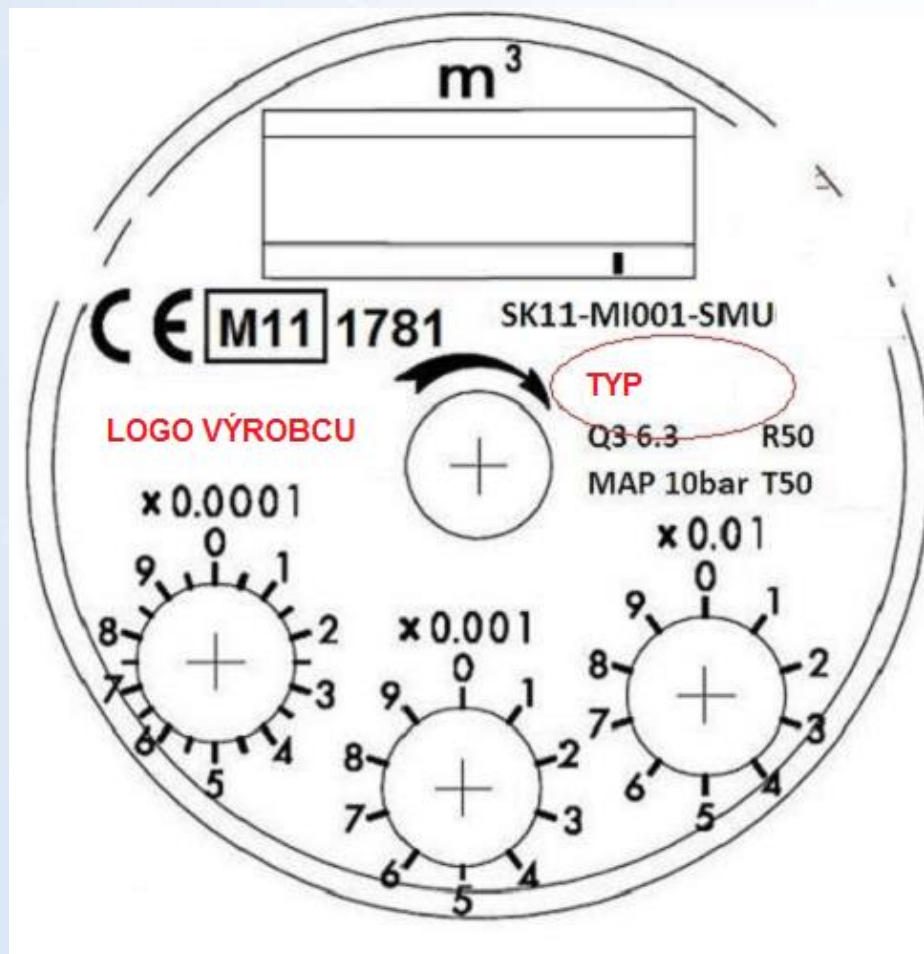
Na snímači prietoku musí byť najmenej uvedené:

- Trieda presnosti
- Hraničné hodnoty prietoku
- Hraničné hodnoty teploty



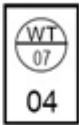
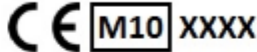
Menovitý koeficient meradla (napr. litre/impulzy) alebo príslušný výstupný signál

- Indikácia smeru toku
- Číslo EC certifikátu, značka zhody, doplnková metrologická značka, identifikačné číslo notifikovanej osoby

Označenie na vodomere



Čas platnosti overenia

Vodomery na studenú vodu 6 rokov (pr. 8)	Národná overovacia značka	Značka prvotného overenia EU	Značka prvotného overenia uznaná podľa § 37 zákona o metrologii	Značka zhody
Vodomery na teplú vodu 4 roky (pr. 9) Merače tepla 4 roky (pr. 51)	 01. 05. 2010			
Odo dňa overenia	X			X (B + F, F1 a G)
Odo dňa uvedenia do používania				X *)
Odo dňa uvedenia do používania, ak bolo uvedené do používania v roku overenia		X	X	
Od 1.1. nasledujúceho roka, ak bolo uvedené do používania v roku nasledujúcom po roku overenia		X	X	

Poznámka: *) Pre postupy iné ako uvedené v paragrafe § 9, odsek 12 vyhlášky č. 210/2000 Z.z.

Spracovanie výsledkov meraní, výpočet chýb a neistôt

Výpočet relatívnej chyby a prietoku počas skúšky

- Hmotnostná metóda s pevným štartom
- Hmotnostná metóda s letným štartom
- Objemová metóda s pevným a letným štartom

Výpočet relatívnej chyby a prietoku počas skúšky

Hmotnostná metóda s pevným štartom

Stanovenie údajov meradla (pretečený objem meradlom)

Údaj meradla s mechanickým počítadlom sa určí ako rozdiel počiatočného a konečného stavu počítadla podľa vzťahu:

$$V_m = V_2 - V_1$$

Hmotnostná metóda s pevným štartom

Stanovenie údajov etalónu

Pri použití váh s odvažovacou nádržou a s meraním hustoty kvapaliny sa prepočítaná hodnota objemu kvapaliny na vzťažné body stanoví podľa vzťahu:

$$V_e = \frac{k_v}{\rho} \cdot (m_2 - m_1)$$

k_v je korekcia na vztlak vzduchu pri vážení, ktorá sa vypočíta podľa vzťahu:

Hmotnostná metóda s pevným štartom

$$k_v = \frac{1 - \frac{\rho_v}{\rho}}{\frac{\rho_z}{\rho}}$$

kde ρ_v je hustota vzduchu
 ρ_z je hustota závažia

Hmotnostná metóda s pevným štartom

Chyby údajov meradla sa vypočítajú pre všetky skúšobné prietoky podľa vzťahov:

$$e = \frac{V_m - V_e}{V_e} \cdot 100$$

Hmotnostná metóda s pevným štartom

Stanovenie skutočného prietoku

Skutočný prietok sa vypočíta podľa vzťahu:

$$Q = \frac{V_e}{\tau}$$

Hmotnostná metóda s letným štartom

Stanovenie údajov meradla (pretečený objem meradlom)

Údaj meradla vybaveného impulznou hlavicou sa vypočíta podľa vzťahu:

$$V_m = \frac{J_m}{K_m}$$

kde J_m je počet impulzov zaregistrovaných čítačom impulzov
 K_m je konštanta meradla (s impulznou hlavicou) udávajúca počet impulzov pripadajúcich na 1 m³.

Hmotnostná metóda s letným štartom

Stanovenie údajov etalónu

Pri použití váh s odvažovacou nádržou a s meraním hustoty kvapaliny sa prepočítaná hodnota objemu kvapaliny na vzťažné body stanoví podľa vzťahu:

$$V_e = \frac{k_v}{\rho} \cdot (m_2 - m_1)$$

Kde k_v je korekcia na vztlak vzduchu pri vážení, ktorá sa vypočíta podľa vzťahu:

Hmotnostná metóda s letným štartom

$$k_v = \frac{1 - \frac{\rho_v}{\rho}}{\frac{\rho_z}{\rho}} = 1,00105$$

kde ρ_v je hustota vzduchu
 ρ_z je hustota závažia

Hmotnostná metóda s letným štartom

Chyby údajov meradla sa vypočítajú pre všetky skúšobné prietoky podľa vzťahov:

$$e = \frac{V_m - V_e}{V_e} \cdot 100$$

Hmotnostná metóda s letným štartom

Stanovenie skutočného prietoku

Skutočný prietok sa vypočíta podľa vzťahu:

$$Q = \frac{V_e}{\tau}$$

- kde
- Q je skutočný prietok
 - V_e je pretečené množstvo kvapaliny určené etalónom
 - T je čas skúšky

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Stanovenie údaj meradla (pretečený objem meradlom) pri pevnom štarte

Údaj meradla s mechanickým počítadlom sa určí ako rozdiel počiatočného a konečného stavu počítadla podľa vzťahu:

$$V_m = V_2 - V_1$$

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Stanovenie údajov meradla (pretečený objem meradlom) pri letmom štarte

Údaj meradla vybaveného impulznou hlavicou sa vypočíta podľa vzťahu:

$$V_m = \frac{J_m}{K_m}$$

kde J_m je počet impulzov zaregistrovaných čítačom impulzov
 K_m je konštanta meradla (s impulznou hlavicou)
udávajúca počet impulzov pripadajúcich na 1 m³

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Stanovenie údajov etalónu

Objem kvapaliny stanovený etalónom sa prepočítava na tlak, teplotu a zmeny objemu v potrubí.

Konvenčne pravá hodnota pretečeného objemu kvapaliny sa vypočíta podľa vzťahu:

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

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

- kde
- V_e je konvenčne pravá hodnota pretečeného objemu kvapaliny
 - V je objem kvapaliny určený etalónom
 - k_{tk} je oprava na teplotnú rozťažnosť kvapaliny
 - k_{pk} je oprava na tlakovú stlačiteľnosť kvapaliny
 - k_{tp} je oprava na zmeny objemu v potrubí spájajúcom meradlo s etalónom

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Oprava na teplotnú rozťažnosť kvapaliny pri objemovej metóde sa vypočíta podľa vzťahu:

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

kde β je súčiniteľ objemovej rozťažnosti skúšobnej kvapaliny
 t je teplota kvapaliny v meradle pri skúške
 t_E je teplota kvapaliny v etalóne

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Oprava na teplotnú rozťažnosť kvapaliny sa pri hmotnostnej metóde nevykonáva.

Oprava na tlakovú stlačiteľnosť kvapaliny sa vypočíta podľa vzťahu

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

kde κ je súčiniteľ objemovej stlačiteľnosti skúšobnej kvapaliny
 p je tlak kvapaliny v meradle pri skúške
 p_e tlak kvapaliny v etalóne

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Oprava na zmeny objemu v potrubí sa vypočíta podľa vzťahu:

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

kde

V_p je objem kvapaliny v potrubí spájajúcom meradlo s etalónom

α je súčiniteľ lineárnej rozťažnosti materiálu potrubia

t_1 je teplota kvapaliny v potrubí na začiatku merania

t_2 je teplota kvapaliny v potrubí na konci merania

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Prepočet objemu kvapaliny stanoveného etalónom pri objemovej metóde s odmernou nádobou

Objem kvapaliny stanovený etalónovou odmernou nádobou sa zistí prepočítaním údajov etalónovej odmernej nádoby zo vzťažných teplôt podľa vzťahu:

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

kde V je objem kvapaliny stanovený etalónovou odmernou nádobou

V_k je údaj objemu etalónovej odmernej nádoby

t_E je teplota etalónovej odmernej nádoby

t_o je referenčná teplota udaná na štítku etalónovej odmernej nádoby

Objemová metóda s pevným a letným štartom štartom

Stanovenie skutočného prietoku

Skutočný prietok sa vypočíta podľa vzťahu:

$$Q = \frac{V_e}{\tau}$$

kde Q je skutočný prietok
 V_e je pretečené množstvo kvapaliny určené etalónom
 T je čas skúšky

Vyhodnotenie metrologickej skúšky a označenie vodomera

Kontrola relatívnej chyby

Ak v jednom bode **nevyhovel** – vodomer **nevyhovel celkovo**

Kontrola skutočného prietoku

Ak v niektorom bode **nevyhovel**, treba **opakovať** skúšku

Iba ak sú všetky podmienky splnené – vodomer vyhovel

Ďakujem za pozornosť