

SÚHRNNÁ SPRÁVA

k previerke národného etalónu

Národný etalón: NE 008/97 Národný etalón hustoty

**Osoba zodpovedná
za národný etalón:** Ing. Robert Spurný, CSc.

Správu vypracovali: Ing. Robert Spurný, CSc.
PharmDr. Jana Bičárová
Ing. Dušan Trochta
Ing. Vladimír Tibenský

Bratislava, december 2010

OBSAH

1	Technicko-ekonomické zdôvodnenie potreby a výberu NE hustoty	3
2	Podrobný popis NE hustoty a s ním spojených zariadení	5
3	Špecifikácia metrologických vlastností národného etalónu hustoty	5
4	Prehľad výsledkov výskumu a vývoja a medzinárodných porovnaní	7
5	Inštitúcie, útvary a osoby zodpovedné za NE hmotnosti	9
6	Zoznam publikácií adokumentov súvisiacich s NE hustoty	9
7	Pravidlá používania a uchovávania NE hustoty	12
	Príloha 1 Certifikát NE hustoty, 2011	15
	Príloha 2 Certifikát NE hustoty, 2004	19
	Príloha 3 Certifikát NE hustoty, 2002	22
	Príloha 4 Certifikáty najdôležitejších meradiel NE 008	

Názov etalónu : Národný etalón hustoty kvapalín a pevných telies NE 008/97

Forma a dátum vyhlásenia etalónu : Osvedčenie o národnom etalóne pod číslom 003/97 zo dňa 30.12.1997 vydané UNMS SR v Bratislave , certifikovaný Slovenským metrologickým ústavom (certifikát č. 003/02, príloha 1) v súlade s ustanovením §6 a §32 ods. 2 písm. d) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov dňa 25.7.2002

Osoba zodpovedná za národný etalón : Ing. Robert Spurný, PhD.

1, Technicko-ekonomické zdôvodnenie potreby a výberu etalónu

Primárny etalón hustoty kvapalín a tuhých telies sa používa od roku 1971, kedy bolo zostavené etalonážne zariadenie pre kalibráciu sklenených areometrov s konštantnou hmotnosťou. Zariadenie a výskumná správa boli oponované a etalón plnil funkciu primárneho etalónu pre etalonáž meradiel hustoty kvapalín. Neskôr sa etalonážne zariadenie upravilo aj na meranie objemov etalónov hmotností a začalo sa používať aj vo funkcii etalonážneho zariadenia pre hustotu tuhých telies.

Etalonážne zariadenie sa používalo do roku 1997 v rovnakej zostave a s rovnakými parametrami od roku 1971, pričom sa vymenili, resp doplnili niektoré jeho časti. Keďže pre účely pre ktoré je zariadenie používané jeho presnosť postačuje, nevykonával sa v minulosti žiaden výskum s cieľom zvýšenia presnosti.

V roku 1997 bol etalón vyhlásený za národný etalón č 008/97.

Funkcia a správnosť činnosti tohto etalónu je odvodená od činnosti primárneho etalónu hmotnosti a preto sa niektoré prístroje používajú v oboch etalónoch . Oba etalóny pracujú v neoddeliteľnej súčinnosti, pretože miery hmotnosti poskytované etalónom hmotnosti (pre etalonáž hmotnosti a pre etalón hustoty) je možné kalibrovať len po určení objemu pomocou etalónu hustoty.

Od roku 1997 sa rozšírili služby vykonávané v oblasti hustoty kvapalín a to najmä zavedenie kalibrácie vibračných hustomerov kvapalín pre priemyselné účely. V roku 2000 sa uviedlo do činnosti poloautomatické zariadenie na kalibráciu vibračných hustomerov kvapalín, ktoré umožňuje určenie hustoty kalibračnej kvapaliny a odpovedajúcej frekvencie kmitania vibračného hustomeru. Zo šiestich kvapalín a odpovedajúcich frekvencií sa metódou najmenších štvorcov vypočítajú konštanty kalibrovaného prístroja.

V roku 2001 sa vyhotovilo zariadenie na poloautomatickú kalibráciu sklenených areometrov. V roku 2002 a 2003 sa zakúpili etalóny na báze pevných telies – kremíkové guľičky menovitého objemu 100 cm^3 , menovitej hmotnosti 250 g. Etalóny sa spolu s certifikátom o kalibrácii zakúpili z PTB Braunschweig. V roku 2004 sa vypracovala konštrukčná dokumentácia na úpravu etalonážneho zariadenia pre kalibráciu sklenených areometrov s cieľom hydrostatického váženie guľičiek pri určovaní hustôt kvapalín. Súčasne sa vypracovala dokumentácia pre nové zariadenie (závesy) pre meranie objemov závaží v rozsahu 1 kg až 10 g.

Popis zariadenia na hydrostatické váženie s guľičkami je v kap 6, časť výskumné správy, čísla 14, 15, 16

14, Spurný, R. Bičárová, J., Trochta, D., Tibenský, V., Snopko, L., Chytil, M., : Uchovávanie , zdokonaľovanie a rozvoj etalónov hmotnosti, hustoty a viskozity, Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 020-0, Bratislava, december 2008, 20 strán

15, Spurný, R., Snopko, L., Bičárová, J.: Automatické zariadenie na kalibráciu hustôt kvapalín a objemov závaží, SMU, december 2008

16, Spurný, R., Automatické zariadenie na hydrostatické váženie pre meranie hustôt kapalín, pre NMI Sarajevo, Stará Turá, september 2010

V roku 2010 sa zakúpili etalóny na báze pevných telies – kremíkové guľičky menovitého objemu 200 cm^3 a 400 cm^3 , menovitej hmotnosti 500 g a 1000 g. Etalóny majú certifikát o kalibrácii objemu a hmotnosti z PTB Braunschweig.

Okrem vymenovaných krokov zásadného charakteru sa nákupom investícií obnovilo a zdokonalilo ďalšie prístrojové vybavenie: Pt 100 – teplomer ASL F250 (meranie teploty pri kalibrácii sklenených areometrov a vibračných kvapalín), nový termostat a chladič Tamson, nové váhy pre kalibráciu objemu laboratórneho skla.

Pre zlepšenie podmienok merania pri hydrostatickom vážení (vyvolané potrebou využitia metrologických parametrov nových kremíkových guľičiek 500g a 1000 g) sa zakúpili komparátorové váhy Sartorius CC 1005 (Max 1200 g, $d = 0,01\text{ mg}$, elektromagnetický rozsah kompenzácie 600 g s automatickým prepnutím zabudovaných závaží) a zariadenie na meranie hustoty vzduchu Klimet (používané aj pre NE hmotnosti). Váhy a zariadenie na hydrostatické váženie sa doplnili aj súpravou plochých etalónov (výroba SMU) v rozsahu 1 g až 1 kg (používané aj v NE hmotnosti).

V roku 2002 bol systém kvality ústavu certifikovaný podľa STN ISO 9001 a činnosť kalibračných laboratórií akreditovaná podľa STN ISO 17025. Hoci laboratórium hustoty nebolo akreditované, jeho činnosť prebieha podľa rovnakých pravidiel ako platia pre akreditované laboratóriá. Pre všetky ponúkané služby sú vypracované pracovné postupy, meradlá sú pravidelne rekalibrované a udržiavané, personál vzdelávaný a pod dohľadom vedúceho a interných auditorov.

Na etalón sa nadväzuje každoročne množstvo etalónov hustoty kvapalín a používa sa aj pre kalibráciu pracovných meradiel najvyšších tried presnosti.

Najvýznamnejšie služby poskytované týmto etalónom sú služby spojené s meraním prietoku kvapalín (pri meraní objemového prietoku je potrebné merať hustotu pre stanovenie hmotnostného prietoku), služby spojené s daňovými skladmi minerálnych olejov (vibračné hustomery používané pri meraní hustoty predávaných naftových produktov), služby spojené s výrobou a zdaňovaním produkcie liehu (sklenené areometre pre meranie koncentrácie liehu) a služby spojené s kalibráciou laboratórneho skla.

Celkový objem metrologických služieb poskytovaných laboratóriom hustoty SMÚ zabezpečených prostredníctvom tohto etalónu (kalibrácia a overovanie vibračných hustomerov, sklenených areometrov, objemu laboratórneho skla, hustôt referenčných kvapalín, objemov primárnych etalónov hmotnosti), vyjadrený v príjmoch za fakturované metrologické služby, je asi 1,7 mil. Sk ročne.

2, Podrobný popis etalónu a s ním spojeného etalonážneho zariadenia umožňujúci jeho spoľahlivú identifikáciu

Primárny etalón hustoty tvorí súprava troch etalónov na báze pevných telies - kremíkových guľičiek hmotnosti 240 g, 500 g a 1000 g so zariadením na hydrostatické váženie.

Sekundárny etalón hustoty tvorí súprava piatich kremenných telies, vyrobených z kremenných trubíc, čiastočne vyplnených olovom, zatavených a vybavených závesným okom. Menovitá hmotnosť kremenných telies je 180 g, menovitý objem 100 cm³.

Zostavu etalónového zariadenia hustoty tvoria:

- Si guľička hmotnosti 1000 g, objemu 400 cm³ inventárne číslo : III - 07769
- Si guľička hmotnosti 500 g, objemu 200 cm³ inventárne číslo : III - 07770
- Si guľička hmotnosti 250 g, objemu 100 cm³ inventárne číslo : III - 07404
- Zariadenie na hydrostatické váženie inventárne číslo : III – 07148
III-07157, III -07227
- Komparátorové váhy Sartorius CCE 1005 inventárne číslo : III – 07606
- Riadiaci počítač inventárne číslo : III -
- Klimet inventárne číslo : III - 07789
- Súprava plochých etalónov hmotnosti E7 inventárne číslo : III - 07339
- Termostatický kúpeľ Haake (NE 009) inventárne číslo : III - 7118
- Termostatický kúpeľ Tamson TVB70 , inventárne číslo : III - 07158
- Prietokový chladič TLC2 , inventárne číslo : III – 07224
- Analytické váhy Mettler AT 261 , inventárne číslo : III - 06747
- Analytické váhy Mettler AE 300 inventárne číslo : III – 04124
- Analytické váhy Mettler PR 1203, inventárne číslo : III -06292
- Súprava etalónových závaží P5, inventárne číslo : II - 14102
- Staničný barometer , inventárne číslo : II - 6812
- Sklenený kalibrovaný teplomer , evidenčné číslo : 52
- Nakladacie zariadenie pre vibrač hustom inventárne číslo : III- 06901
- Pt odporový teplomer ASL F250, inventárne číslo : III - 07172
- Termostatický kúpeľ Haake W45 inventárne číslo : III – 07029
- Analyzátor spektra HP inventárne číslo : III – 07211
- Čítač HP 53132A inventárne číslo : III – 07212
- Multimeter HP 34401A inventárne číslo : III – 07213
- Osciloskop HP 54520A inventárne číslo : III – 07214

Podľa potreby sa etalonážne zariadenie dopĺňa o ďalšie meradlá, ktoré sú súčasťou NE hmotnosti (NE003) a NE viskozity (NE009).

3, Špecifikácia metrologických vlastností

Princíp činnosti : Primárny etalón hustoty slúži na realizáciu a prenos jednotky hustoty v rozsahu od 600 kg.m⁻³ do 2000 kg.m⁻³ . Prenos jednotky hustoty je realizovaný metódou hydrostatického váženia pomocou kremenných telies. Za referenčnú hodnotu jednotky hustoty (používanej pre kalibráciu hustôt referenčných kvapalín) sa považuje hodnota hustoty etalónov na báze pevných telies, predovšetkým Si guľičiek 500 g a 1000 g.

Pri kalibrácii objemov závaží sa za referenčnú hodnotu jednotky hustoty sa používa tabuľková hodnota hustoty redestilovanej vody určená pri definovaných podmienkach (pri teplote vody 20 °C a tlaku vzduchu 101,325 kPa je hustota redestilovanej vody 998,2067 kg.m⁻³).

Hustota vody ρ v závislosti na teplote t sa počíta podľa vzorca (vzorec BIPM, 2001)

$\rho = a_5 \cdot (1 - (t+a_1)^2 \cdot (t + a_2)/a_3/(t+a_4))$, kde

$a_1 = -3,98304$ °C, $a_2 = 301,797$ °C, $a_3 = 522528,9$ °C², $a_4 = 69,34881$ °C

$a_5 = 999,975$ kg.m⁻³

V súčasných podmienkach laboratória hmotnosti a hustoty SMÚ sa etalón hustoty používa v rozsahu :

- kvapaliny : hustota od 600 kg.m⁻³ až 2000 kg.m⁻³, teplotný rozsah (5 – 40) °C

- tuhé telesá : hustota od 1000 kg.m⁻³ do 21500 kg.m⁻³, teplotný rozsah (15 – 30) °C

Základné metrologické parametre :

Rozšírené neistoty sú udané s koeficientom rozšírenia $k = 2$.

Rozsah etalónu :

Hustota kvapalín 600 kg.m⁻³ až 2000 kg.m⁻³ teplotný rozsah (5 – 40) °C

Hustota pevných telies od 1000 kg.m⁻³ do 21500 kg.m⁻³, teplotný rozsah (15 – 30) °C

Si guľička 1000 g, hmotnosť 1000,27278 g, $u_C = 0,000075$ g
objem 429,46902 cm³, $u_C = 0,00025$ cm³

Si guľička 500 g, hmotnosť 500,27580 g, $u_C = 0,000075$ g
objem 214,79425 cm³, $u_C = 0,00025$ cm³

Si guľička 240 g, hmotnosť 239,00738 g, $u_C = 0,00010$ g
objem 102,61877 cm³, $u_C = 0,00025$ cm³

Kremenné teleso č.0 Objem: 99,7641 cm³ ± 1,0.10⁻³ cm³ (rozšírená neistota)

Komparátorové váhy Sartorius CCE 1005 (Max 1200 g, $d = 0,01$ mg, elektromagnetický rozsah kompenzácie 600 g s automatickým prepnutím zabudovaných závaží, opakovateľnosť 0,01 mg)

Klimet – zariadenie na meranie teploty (termočlánok), tlaku (deformačný barometer) a vlhkosti vzduchu (rosný bod), pre účely určenie hustoty vzduchu: Rozsah merania :

Teplota : 14 °C až 26 °C, neistota kalibrácie snímačov $u_C = 0,01$ °C

Tlak : 80000 Pa až 110 000 Pa, neistota kalibrácie $u_C = 1,5$ Pa

Vlhkosť: rosný bod 0,52 °C až 17,15 °C, $u_C = 0,025$ °C

Súprava plochých etalónov hmotnosti 1000 g až 1 g, označenie E7,
 $u_C(m)$ relat = (10⁻⁶ až 3*10⁻⁸)

Termostatický kúpeľ Haake W45: Maximálna odchýlka teploty od strednej hodnoty teploty ±0,01 °C v celom pracovnom priestore v termostatickom kúpeli. Menovitá teplota pri kalibrácii etalónov hustoty je 20 °C.

Termostatický kúpeľ TAMSON :Maximálna odchýlka teploty od strednej hodnoty teploty $\pm 0,01$ °C v celom pracovnom priestore v termostatickom kúpeľi. Menovitá teplota pri kalibrácii etalónov hustoty je 20 °C.

Kúpeľ je určený pre teplotný rozsah – 40 °C až 250 °C. Pre etalón hustoty sa používa však len rozsah 15 °C až 50 °C.

Mechanické analytické váhy METTLER AT 250 Váživosť 250 g, odčítateľnosť 0,01 mg, opakovateľnosť 0.01 mg

Mechanické analytické váhy METTLER PR 1200 Váživosť 1200 g, odčítateľnosť 1 mg, opakovateľnosť 1 mg

Elektronické analytické váhy METTLER AE 300 Váživosť 300 g, odčítateľnosť 0,1 mg, opakovateľnosť 0.1 mg

Súprava etalónových závaží sekundárne etalóny I. rádu v rozsahu od 1 mg do 500 g, Rozšírené neistoty sú menšie, alebo rovné 1/3 dovolených chýb hmotnosti podľa STN 177805

Pt odporový teplomer ASL F250, Rozšírená neistota merania teploty $\pm 0,01$ °C.

Teplotný rozsah používaný v laboratóriu hmotnosti a hustoty je 15 °C až 50 °C. Teplomer môže merať v rozsahu –40 °C do 300 °C.

Metrologické činnosti realizované s primárnym etalónom hustoty kvapalín a tuhých telies :

Metódou hydrostatického váženia sa etalonážnym zariadením realizujú nasledovné činnosti :

- Kalibrácia objemu kremenných ponorných telies pomocou redestilovanej vody
- Kalibrácia objemu etalónov hmotnosti v rozsahu 1 g až 10 kg pomocou redestilovanej vody
- Kalibrácia hustoty referenčných kvapalín používaných pri overovaní a kalibrácii meradiel hustoty kvapalín (sklenených areometrov a vibračných prietokových hustomerov kvapalín)
- Kalibrácia sekundárnych etalónov hustoty kvapalín 1. rádu a pracovných meradiel hustoty kvapalín 1. triedy presnosti (sklenené areometre s konštantnou hmotnosťou)

Všetky uvedené činnosti (metódy merania a spôsob spracovania meraní) sú popísané v príslušných pracovných postupoch, vrátane metódy merania hustoty vzduchu, potrebnej pre všetky operácie váženia (vo vzduchu i v kvapalinách).

4. Výsledky medzinárodných porovnávaní

V rámci porovnávacích meraní RVHP sa porovnal primárny etalón hustoty kvapalín (kremenné ponorné teleso) s primárnym etalónom OMH Budapešť (1978), ASMW Berlín (1980) a PKNIM Varšava (1982). Výsledkom týchto porovnaní bolo zosúladenie metód merania medzi jednotlivými ústavmi.

V roku 1979 a 1985 sa vykonali porovnávacie merania objemov etalónov hmotnosti 1 kg, ktoré organizoval VNIIM Leningrad, za účasti všetkých európskych štátov RVHP. Výsledkom meraní bolo potvrdenie správnosti metódy merania a nameranej hodnoty, ktorá bola potrebná pre určenie hmotnosti sekundárnych etalónov hmotnosti.
(správa č. RVHP 01.753-87)

V rámci projektu EUROMET č.236 sa roku 1993 uskutočnilo porovnávacie meranie plavákových hustomerov, ktorého sa zúčastnili metrologické laboratóriá z Talianska, Maďarska, Nemecka, Portugalska a Slovenska v zastúpení SMÚ. Výsledky porovnávacieho merania sú uvedené v správe "EUROMET Project 236, Intercomparison of Hydrometer Calibration Stations by means of Transfer Standard Hydrometers; IMGC Torino, August 1994). Z vyhodnotenia vyplýva, že SMÚ dosiahol výsledky zhodné s ostatnými účastníkmi medzinárodného porovnania v rámci kombinovanej štandardnej neistoty.

V roku 2000 sa uskutočnilo porovnávacie meranie Dunamet projekt - sklenené areometre.

V roku 2004 sa laboratórium hustoty zúčastnilo medzinárodného porovnávacieho merania **Euromet projekt 702** – porovnávacie meranie na sklenených areometroch, ktoré bolo ukončené správou: Euromet.M.D-K4 / Euromet project 702: Comparison of the calibration of high-resolution hydrometers for liquid density determination

Meranie sa vykonalo na štyroch kusoch sklenených areometrov v rozsahoch

(600 - 610) kg.m ⁻³ , v bodoch	600,5	603,5	606,5	609,5
(800 - 810) kg.m ⁻³ , v bodoch	800,5	803,5	806,5	809,5
(990 - 1000) kg.m ⁻³ , v bodoch	990,5	993,5	996,5	999,5
(1290 - 1300) kg.m ⁻³ , v bodoch	1290,5	1293,5	1296,5	1299,5

Meranie sa uskutočnilo na zariadení NE hustoty, pričom ako kalibračná kvapalina bol použitý nonán, ktorého hustota sa stanovila kremenným plavákom. Meranie sa vykonalo postupom podľa PP 07 - kalibrácia sklenených areometrov metódou hydrostatického váženia.

V roku 2007 sa SMU zúčastnilo na: Euramet Key Comparison , **Euramet Project 1019** Comparison of liquid density standards(Euramet kľúčové porovnanie, Euramet projekt 1019 Porovnanie etalónov hustoty kvapalín)

Meranie v SMU sa realizovalo pomocou zariadenia na hydrostatické váženie s Si guľičkou 250 g na nasledovných kvapalinách a teplotách : modifikovaná voda 20°C, tetrachlór 20°C, 5°C, Pentadekán 20°C, 15°C a 40°C, viskozitný olej pri 20°C.

Výsledky SMU prezentované pilotnému laboratóriumu sú nasledovné

voda 20°C :	998,530 kg .m ⁻³	uc = 0,0062 kg. m ⁻³
pentadekán 20 °C :	768,785 kg .m ⁻³	uc = 0,0075 kg. m ⁻³
pentadekán 15 °C :	772,302 kg .m ⁻³	uc = 0,016 kg. m ⁻³
pentadekán 40 °C :	754,783 kg .m ⁻³	uc = 0,014 kg. m ⁻³
pentadekán 20 °C :	768,785 kg .m ⁻³	uc = 0,0073 kg. m ⁻³
tetrachlór 20 °C :	1622,672 kg .m ⁻³	uc = 0,010 kg. m ⁻³
tetrachlór 5 °C :	1647,516 kg .m ⁻³	uc = 0,010 kg. m ⁻³
viskozitný olej 20°C:	831,977 kg .m ⁻³	uc = 0,0070 kg. m ⁻³ , β _K = 0,62 K ⁻¹

5. Inštitúcie a osoby zodpovedné za etalón

Umiestnenie etalónu :
Laboratórium hustoty SMÚ, lab č. 112, objekt H SMÚ,
Karloveská 63, 84255 Bratislava

Osoby zodpovedné za etalón :
Ing. Robert Spurný, CSc., zodpovedá za rozvoj, zmeny a vývoj metód merania a vyhodnotenia výsledkov – kalibrácia referenčných kvapalín pomocou Si guličiek,

Ing. Dušan Trochta – kalibrácia referenčných kvapalín na NE, kalibrácia hustoty hladinomerov, kalibrácia vibračných hustomerov – prevažne laboratórnych

PharmDr. Jana Bičárová – kalibrácia na NE objemu závaží

Ing. Vladimír Tibenský – kalibrácia na NE vibračných hustomerov priemyselných

Katarína Špendlová - vykonanie meraní na národnom etalóne (sklenené areometre a laboratórne sklo)

6. Zoznam publikácií o etalóne

Články

R. Spurný, P. Griač, K. Špendlová : Rekalibrácia primárneho etalónu hustoty ČSMÚ, ČS standardizace 7/89, str. 261-265

Výskumné správy

1. Kuruc, A.: Projekt rozvoja sek. etalonáže hustoty, ČSMÚ, Bratislava 1972
2. Kuruc, A.: Vývoj zaradenia pre vymeranie štátneho etalónu hustoty, ČSMÚ, Bratislava 1971
3. R. Spurný a kol : Rozvoj primárnej etalonáže hustoty kvapalín, Záverečná správa č.1206 vedecko výskumnej úlohy č. R2/32-86, Bratislava, november 1990
4. Spurný, R. - Padúch, I. - Zajac, M.: Automatické zariadenie na kalibráciu prietokových vibračných hustomerov kvapalín : Realizované v rámci úlohy 200020/2000. Bratislava : SMU, október 2000. 21 s. 4 prílohy.
5. Spurný, R.: Primárna a sek. etalonáž hustoty : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 200 022. Bratislava : SMU, december 2001. 11 s.
6. Spurný, R. : Primárna a sekundárna etalonáž hustoty, Správa pre záverečnú oponentúru, Bratislava december 2002

7. Spurný, R. Bičárová J.: Primárna a sekundárna etalonáž hmotnosti a hustoty : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 021. Bratislava : SMU, december 2003. 83 strán s príl.
8. Spurný, R. Bičárová J.: Primárna a sekundárna etalonáž hmotnosti : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 021. Bratislava : SMU, december 2004. 30 strán., .
9. Spurný, R. Bičárová J.: Primárna a sekundárna etalonáž hustoty : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 022. Bratislava : SMU, december 2004. 32 strán., .
10. Spurný, R. : Národný etalón hustoty kvapalín a tuhých telies, Súhrnná správa pre revíziu národného etalónu hustoty č. 008/04. Bratislava : SMU, december 2004. 14 strán., .
11. Spurný, R., Bičárová J., Trochta D., Tibenský V.: Primárna a sekundárna etalonáž hmotnosti hustoty a viskozity : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 020. Bratislava : SMU, december 2005,. 49 strán., .
12. Spurný, R., Bičárová J., Trochta D., Snopko L., Tibenský V.: Primárna a sekundárna etalonáž hmotnosti hustoty a viskozity : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 020. Bratislava : SMU, december 2006, 67 strán., .
13. Spurný, R., Bičárová J., Trochta D., Snopko L., Tibenský V.: Primárna a sekundárna etalonáž hmotnosti hustoty a viskozity : Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 020. Bratislava : SMU, december 2007, 40 strán., .
14. Spurný, R. Bičárová, J., Trochta, D., Tibenský, V., Snopko, L., Chytil, M., : Uchovávanie , zdokonaľovanie a rozvoj etalónov hmotnosti, hustoty a viskozity, Správa pre záverečnú oponentúru úlohy 220 020-0, Bratislava, december 2008, 20 strán
15. Spurný, R., Snopko, L., Bičárová, J.: Automatické zariadenie na kalibráciu hustôt kvapalín a objemov závaží, SMU, december 2008
16. Spurný, R., Automatické zariadenie na hydrostatické váženie pre meranie hustôt kapalín, pre NMI Sarajevo, Stará Turá, september 2010

Správy z porovnávacích meraní

1. Meranie RVHP (správa č. RVHP 01.753-87) porovnávacie merania objemov etalónov hmotnosti 1 kg, 1985
2. Euromet Project 236, Intercomparison of Hydrometer Calibration Stations by means of Transfer Standard Hydrometers; IMGTC Torino, August 1994
3. Dunamet Project 236, Intercomparison of Hydrometer ; OMH Budapest, máj 2001
4. Final report Euromet .M.D-K4, project Euromet 702: Comparison of the calibration of high resolution hydrometers for liquid density determination, INRIM Italy 2007
5. Preliminary report: EURAMET Project 1019 Comparison of liquid density standards, Ch. Buchner, BEV, February 2011

Zborníky

1. R. Spurný, J. Bičárová, I. Prieceľ, D. Trochta : Metrologické zabezpečenie etalonáže a merania hmotnosti, hustoty a viskozity, zborník, SMS pri SMÚ Bratislava, október 1993, 74 strán
2. R. Spurný a kol : Základy metrologie hustoty a viskozity, účelová publikácia, SMS pri ÚNMS, Bratislava 1994 , 104 strán
3. R. Spurný, D. Trochta : Stanovenie neistôt pri meraniach a etalonáži hustoty a viskozity, zborník, SMS pri SMÚ, Bratislava, jún 1994, 77 strán
4. Spurný, R.,: Základy metrologie hustoty, účelová publikácia SMU, 115 strán, Bratislava 2004
5. R. Spurný : Schéma nadväznosti meradiel hustoty kvapalín, PNÚ 1340.1
6. R. Spurný : Schéma nadväznosti meradiel hmotnosti, TPM 4101 - 94, Bratislava 1995

Pracovné postupy

1. Bičárová J. :Pracovný postup 03/220/00 na meranie hustoty vzduchu výpočtom zo stavovej rovnice vlhkého vzduchu, SMU 2000
2. Spurný R., Bičárová J.,: Pracovný postup 04/220/04 na meranie objemov závaží a hustôt referenčných kvapalín metódou hydrostatického váženia, SMU 2004
3. Spurný R., Zajac M.: Pracovný postup 07/220/04 na kalibráciu sklenených areometrov s nepremennou hmotnosťou metódou hydrostatického váženia , SMU 2004
4. Spurný R., Zajac. M.: Pracovný postup 08/220/04 na kalibráciu vibračných hustomerov kvapalín, SMU 2004
5. Spurný R., Pracovný postup 09/220/04 na kalibráciu objemu laboratórneho skla, SMU 2004
6. Trochta D.: Pracovný postup č 12 na kalibráciu hustoty hladinomerov , SMU 2002

7. Pravidlá používania a uchovávania SNE hustoty kvapalín a tuhých telies

Uloženie etalónu z hľadiska bezpečnosti a zachovania jeho metrologických vlastností :

Primárne etalóny – kremíkové guľičky 1000 g a 500 g sú uložené v ich drevených krabiciach vystlaných mäkkým materiálom. Krabice sú uložené v skrini so závažiami v miestnosti H 109.

Etalóny - kremenné ponorné telesá sú uložené v ochrannom puzdre, vystlanom mäkkým materiálom, aby sa zabránilo rozbitiu etalónov pri ich vyberaní, resp ukladaní. Puzdrá sú uložené vo vyhradenom priestore v skrini laboratória hustoty.

Prenášanie, premiestňovanie

Si guľičky sa prenášajú iba v ich krabiciach. Pred meraním sa vyberajú rukami s rukavicami. Očistiť sa môžu liehom, osušiť pomocou optickej utierky.

Etalóny - kremenné ponorné telesá, vybraté z ochranného puzdra , sa pred umytím prenášajú v ruke s rukavicami. Po umytí - odmastení sa prenášajú zavesené na meracom háčiku, bez dotyku rúk.

Etalóny sa premiestňujú zásadne v puzdre, obalenom do ďalšieho transportného obalu (krabica). Počas premiestňovania mimo laboratória sa nevyberajú z ochranného puzdra.

Etalonážne zariadenie sa nepremiestňuje, ako celok sa používa v laboratóriu hustoty na bezotrasovom pilieri s nosnou konštrukciou, vybudovanom pre tento etalón.

Jednotlivé prístroje a zariadenia z ktorých etalón pozostáva môžu byť podľa potreby vymenené za iné o rovnakých metrologických parametroch. V prípade rekalibrácie prístrojov a mier etalónu, vyjmú sa tieto zo zostavy etalónu a kalibrujú sa na príslušnom metrologickom pracovisku.

Etalonážne zariadenie je principiálne možno postaviť v ľubovoľnom laboratóriu s bezotrasovým pilierom, s klimatizačným zariadením a s prípravňovou miestnosťou. V podmienkach SMÚ je to však len laboratórium č 112 v budove H, ktorá bola projektovaná pre tento etalón.

Prehliadky a údržba

Si guľičky sa pred meraním čistia liehom.

Kremenné ponorné telesá sa pred použitím čistia a odmastňujú liehom, resp chromsírovou zmesou - podľa stupňa znečistenia.

Komponenty etalonážneho zariadenia sa udržujú podľa návodov na obsluhu vydaných výrobcami .

Používanie pri všetkých predpokladaných prácach

Slovenský národný etalón hustoty kvapalín a tuhých telies sa používa len na nasledujúce metrologické činnosti :

V zmysle schémy nadväznosti meradiel hustoty kvapalín (PNÚ 1340.0) sa SNE hustoty kvapalín a tuhých telies používa na :

- Kalibráciu hustoty referenčných kvapalín pre kalibráciu laboratórnych vibračných hustomerov a sklenených areometrov s dielikom $d \leq 0,2 \text{ kg/m}^3$ pomocou Si guľičiek

- Kalibráciu hustoty referenčných kvapalín používaných pri overovaní a kalibrácii meradiel hustoty kvapalín (sklenených areometrov $d > 0,2 \text{ kg/m}^3$ a vibračných prietokových hustomerov kvapalín) pomocou kremenných ponorných telies

- Kalibráciu objemu kremenných ponorných telies pomocou redestilovanej vody

- Kalibráciu sekundárnych etalónov hustoty kvapalín 1. rádu a pracovných meradiel hustoty kvapalín 1. triedy presnosti (sklenené areometre s konštantnou hmotnosťou) podľa referenčných kvapalín.

- Kalibráciu objemu etalónov hmotnosti v rozsahu 1 g až 10 kg pomocou redestilovanej vody

Všetky uvedené činnosti (metódy merania a spôsob spracovania meraní) sú popísané v prílohe súhrnnej správy o etalóne a pracovných postupoch SMU. Ako metóda pre určovanie objemov, alebo pre kalibráciu areometrov a určenie hustôt kvapalín a tuhých telies sa používa metóda hydrostatického váženia - s meraniami telesami na závese pod váhami v termostate.

Interval recalibrácie

Na Si guľičkách sa kontroluje ich hmotnosť v intervale 5 rokov – a zmena objemu sa určuje so zmeny hmotnosti.

Objem kremenného ponorného telesa sa recalibruje v intervale 5 rokov

V intervale medzi termínmi recalibrácie sa etalóny kontrolujú vzájomným porovnaním jednotlivých kremenných telies hydrostatickým vážением, alebo sa kontroluje hmotnosť etalónov vážением vo vzduchu . Kontrola hmotnosti vážением vo vzduchu sa vykonáva pri každom použití etalónov.

Teplomer ASL F250 sa kalibruje v intervale 1 rok pri menovitej teplote 20 °C

Termostatický kúpeľ sa kontroluje pri každom meraní - podľa stability teploty..

Etalóny hmotnosti sa kalibrujú v intervale 2 roky.

Váhy sa kontrolujú pri každom použití - podľa stálosti údajov.

Etalónové sklenené areometre s konštantnou hmotnosťou sa nerekalibrujú. Počas užívania sa kontroluje stabilita ich hodnoty hmotnosti.

Zásady pre vykonávanie jednotlivých operácií s etalónom sú nasledovné :

- Etalóny sa z ochranného puzdra vyberajú nad stolom s textilnou podložkou (optická utierka)
- Etalón sa chytá iba do rukavice, styk s rukavicou sa obmedzuje len na najnutnejšie zmeny polohy pri vážení na vzduchu a pri nakladaní na misku ponorenú v kvapaline.
- Si guľičky sa čistia otreťím liehom na odmastnenej jelenici

- V čerstvej chromsírovej zmesi sa kremenné ponorné teleso odmastňuje 5 hodín
- Po odmastení, resp očistení sa etalón opláchne redestilovanou vodou a suší sa na vzduchu, pri izbovej teplote, v bezprašnom prostredí (sušiareň s vypnutým ohrevom)
- Pred ponorením do kvapaliny (voda, uhlovodíky) sa povrch etalónu zmáča poliatím meranou kvapalinou.
- Po ponorení do kvapaliny sa odstránia bublinky z povrchu telesa - prúdom kvapaliny v meracej časti kúpeľa, alebo čistou sklenenou / kovovou tyčkou.
- Časť závesu ponorená do kvapaliny tiež musí byť očistená ako etalón. Pri práci sa záves chytá len rukavicami.
- Po ponorení telesa do kúpeľa a odstránení bubliniek sa kúpeľ nechá teplotne stabilizovať, až kolísanie teploty je v oblasti 0,01°C.
- Závažia sa na váhy nakladajú pinzetou s hrotmi chránenými mäkkým plastickým materiálom. Pokiaľ sa závažia bezprostredne nepoužívajú, sú uložené vo svojom puzdre .
- Pri kalibrácii areometrov sa hrubé nastavenie meracej rýsky na hladinu nastaví zmenou dĺžky závesu, jemné nastavenie sa uskutoční zasúvaním plunžera (odmastená banka dole dnom) do kvapaliny .
- Pri zvesení meraného telesa so závesu počas hydrostatického váženia , zostáva toto v kvapaline (nevyberá sa na vzduch)
- Počas termostatizácie sa meracia kvapalina mieša miešadlom.
- Čítanie údajov váh sa uskutočňuje pri vypnutom kúpeľi (bez pohybu kvapaliny)
- Po ukončení merania sa teleso vyberie z kúpeľa a meracia kvapalina sa zvrchu zakryje.

Vymedzenie prístupu , povinnosti a zodpovednosti osôb k etalónu.

S etalónom smie manipulovať len pracovník na tento účel určený, oboznámený s metódou merania a spôsobom manipulácie.

Pracovník pracujúci s etalónom musí dodržiavať tento predpis a ostatné laboratórne zásady a všeobecné predpisy platné pre činnosť laboratória.

Pri poškodení etalónu, je pracovník povinný poškodenie hlásiť garantovi etalónu.



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 008/11, REVÍZIA 3

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 6 a § 32 ods. 2 písm. d) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len "zákon") a na základe vydaného osvedčenia o národnom etalóne pod číslom 008/97 zo dňa 30.12.1997 potvrdzuje, že všetky podmienky ustanovené v § 1 ods. 1 vyhlášky Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov (ďalej len "vyhláška") na schválenie etalónu za národný etalón boli splnené.

Názov etalónu:

**ETALÓN HUSTOTY KVAPALÍN
A TUHÝCH TELIES**

**Veličina, jednotka a rozsah stupnice
reprodukovanej etalónom:**

**Hustota kvapalín, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, v rozsahu
(600 až 2000) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pri teplote (5 až 40) °C
Hustota tuhých telies, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, v rozsahu
(600 až 22000) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pri teplote (15 až 40) °C**

Názov a sídlo vlastníka etalónu:

**Slovenský metrologický ústav,
Karloveská 63, 842 55 Bratislava**

Osoba zodpovedná za etalón:

Ing. Robert Spurný, CSc.

Dátum schválenia revízie:

13. 12. 2011

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávaní etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v správe č. 01/220/11 o národnom etalóne hustoty č. 008/97.

Osoba zodpovedná za etalón (vlastník etalónu) má povinnosť oznámiť Slovenskému metrologickému ústavu všetky úpravy, doplnenia a zmeny etalónu, ktoré môžu mať vplyv na jeho technické charakteristiky, metrologické charakteristiky alebo môžu ovplyvniť ustanovené podmienky uchovávaní a používania etalónu.

V Bratislave, 13. 12. 2011

doc. Ing. Martin Halaj, CSc.
generálny riaditeľ

Nadväznosť: NE hustoty a stupnica hustoty SMU je nadviazaná na etalóny na báze pevných telies – Si guľičky, ktorých objem a hmotnosť je stanovená kalibráciou v PTB.
Pri stanovených činnostiach sa používajú medzinárodné tabuľky hustôt redestilovanej vody (pri teplote 20,00 °C a tlaku 101 325 Pa je hustota redestilovanej vody 998,2019 kg.m⁻³).

Základné metrologické charakteristiky etalónu:

- Hustota kvapalín, kg.m⁻³,
v rozsahu (600 až 2000) kg.m⁻³, pri teplote (15 až 40) °C
relatívna kombinovaná štandardná neistota $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$
- Hustota tuhých telies, kg.m⁻³,
v rozsahu (600 až 22000) kg.m⁻³, pri teplote (15 až 40) °C
relatívna kombinovaná štandardná neistota $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Zostava etalónu :

názov zariadenia	metrologické parametre	invent. číslo
Referenčné etalóny		
1 Si guľička hmotnosti 1000 g, objemu 400 cm ³	$u_C(m) = 0,075 \text{ mg}$, $u_C(V) = 0,25 \text{ mm}^3$	
2 Si guľička hmotnosti 500 g, objemu 200 cm ³	$u_C(m) = 0,075 \text{ mg}$, $u_C(V) = 0,25 \text{ mm}^3$	
3 Si guľička hmotnosti 250 g, objemu 100 cm ³	$u_C(m) = 0,075 \text{ mg}$, $u_C(V) = 0,25 \text{ mm}^3$	
4 Kremenné ponorné teleso č.0	Objem: 99,7641 cm ³ , $u_C = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$, pri 20 °C.	
Etalonážne zariadenia		
5 Zariadenie na hydrostatické váženie	07157, 07227	07148
6 Komparátorové váhy Sartorius CCE 1005	Max = 1 kg, d = 0,01 mg, so = 0,01 mg	
7 Riadiaci počítač		
8 Klimet (t –teplota, P – tlak, tepl rosného bodu)	$u_C(t) = 0,025 \text{ °C}$, $u_C(p) = 1,5 \text{ Pa}$, $u_C(trb) = 0,025 \text{ °C}$	
9 Súprava - plochých etalónov hmotnosti, E7	$u_C(m) \text{ relat} = (10^{-6} \text{ až } 3 \cdot 10^{-8})$	7339
10 Termostatický kúpeľ Haake (NE 009)		
11 Termostatický kúpeľ Tamson TVB70		07158
12 Prietokový chladič TLC2 ,		07224
13 Analytické váhy Mettler AT 261	Max 260 g, d = 0,01 mg	06747
14 Analytické váhy Mettler AE 300	Max 300 g, d = 0,1 mg	04124
15 Analytické váhy METTLER PR 1203	Max 1200 g, d = 0,01 g	06292
16 Súprava etalónových závaží 1 g až 500 g		14102
17 Nakladacie zariadenie pre kalibr. vibrač. hustomerov		06901
18 Pt odporový teplomer ASL F250		07172
19 Sklenený kalibrovaný teplomer		52
20 Termostatický kúpeľ Haake W45		07029
21 Analyzátor spektra HP		07211
22 Čítač HP 53132A		07212
23 Multimeter HP 34401A		07213

Prehľad odovzdávania hodnoty príslušnej jednotky (stupnice) na ostatné meradlá:

Pri kalibrácii hustoty referenčných kvapalín metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Pri kalibrácii stupnice sklenených areometrov metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Pri kalibrácii hustoty tuhých telies (resp. objemu tuhých telies) metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní:

Euromet Project 236, Intercomparison of Hydrometer Calibration Stations by means of Transfer Standard Hydrometers; 1993

Dunamet Projekt 12/1998 - sklenené areometre

Euromet project 702: Comparison of the calibration of high-resolution hydrometers for liquid density determination, 2004

Euramet Project 1019: Comparison of liquid density standards, 2009

Miesto uchovávania a používania etalónu : Slovenský metrologický ústav, Bratislava
Laboratórium hmotnosti, miestnosť .112,
č. 113, laboratórny objekt H

.....
Ing. Robert Spurný. CSc.
osoba zodpovedná za etalón

*Tento certifikát môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.
Rozmnožovať jeho časti možno len s písomným súhlasom Slovenského metrologického ústavu.*



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 008/02, REVÍZIA 1

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 6 a § 32 ods. 2 písm. d) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len "zákon") a na základe vydaného osvedčenia o národnom etalóne pod číslom 008/97 zo dňa 30.12.1997 potvrdzuje, že všetky podmienky ustanovené v § 1 ods. 1 vyhlášky Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov (ďalej len "vyhláška") na schválenie etalónu za národný etalón boli splnené.

Názov etalónu:

**ETALÓN HUSTOTY KVAPALÍN
 A TUHÝCH TELIES**

**Veličina a hodnota (stupnica hodnôt)
 jednotky reprodukovanej etalónom:**

**Hustota kvapalín, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, v rozsahu
 (600 až 2000) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pri teplote (15 až 40) °C
 Hustota tuhých telies, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, v rozsahu
 (600 až 22000) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pri teplote (15 až 40) °C**

Názov a sídlo vlastníka etalónu:

**Slovenský metrologický ústav,
 Karloveská 63, 842 55 Bratislava**

Osoba zodpovedná za etalón:

Ing. Robert Spurný, CSc.

Dátum schválenia revízie:

18. 11. 2004

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávania etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v správe č. 02/220/04 o národnom etalóne hustoty č. 008/02.

Osoba zodpovedná za etalón (vlastník etalónu) má povinnosť oznámiť Slovenskému metrologickému ústavu všetky úpravy, doplnenia a zmeny etalónu, ktoré môžu mať vplyv na jeho technické charakteristiky, metrologické charakteristiky alebo môžu ovplyvniť ustanovené podmienky uchovávania a používania etalónu.

V Bratislave, 30.11.2004

prof. Ing. Matej Bíly, DrSc.
 generálny riaditeľ

Nadväznosť: NE hustoty a stupnica hustoty SMU je nadviazaná na medzinárodné tabuľky hustôt redestilovanej vody (pri teplote 20,00 °C a tlaku 101 325 Pa je hustota redestilovanej vody 998,2019 kg.m⁻³).

Základné metrologické charakteristiky etalónu:

- Hustota kvapalín, kg.m⁻³,
v rozsahu (600 až 2000) kg.m⁻³, pri teplote (15 až 40) °C
relatívna kombinovaná štandardná neistota $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$
- Hustota tuhých telies, kg.m⁻³,
v rozsahu (600 až 22000) kg.m⁻³, pri teplote (15 až 40) °C
relatívna kombinovaná štandardná neistota $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Zostava etalónu :

- Referenčná hodnota hustoty redestilovanej vody určená pri definovaných podmienkach podľa tabuliek hustoty vody ako funkcie teploty, BIPM z roku 2001
- Kremenné ponorné teleso č.0 Objem: 99,7641 cm³, $u_C = 0,5 \cdot 10^{-3}$ cm³, pri 20 °C.

Zostava etalónového zariadenia hustoty:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • Termostatický kúpeľ Tamson TVB70 , | inventárne číslo : III - 07158 |
| • Prietokový chladič TLC2 , | inventárne číslo : III – 07224 |
| • Analytické váhy Mettler AT 261 , | inventárne číslo : III - 06747 |
| • Analytické váhy Mettler H 315 | inventárne číslo : III – 04124 |
| • Analytické váhy METTLER PR 1203, | inventárne číslo : III -06292 |
| • Súprava etalónových závaží , | inventárne číslo : II - 14102 |
| • Nakladacie zariadenie so závesmi a miskou | inventárne číslo : III- 07157, 7148 |
| • Pt odporový teplomer ASL F250, | inventárne číslo : III - 07172 |
| • Staničný barometer , | inventárne číslo : II - 6812 |
| - Registračný vlhkomer , | inventárne číslo : 10223/20 |
| • Sklenený kalibrovateľný teplomer , | evidenčné číslo : 52 |

Prehľad odovzdávania hodnoty príslušnej jednotky (stupnice) na ostatné meradlá:

Pri kalibrácii hustoty referenčných kvapalín metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Pri kalibrácii stupnice sklenených areometrov metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Pri kalibrácii hustoty tuhých telies (resp. objemu tuhých telies) metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní:

Euromet Projekt 326/1993, Dunamet Projekt 12/1998

Miesto uchovávania a používania etalónu : Slovenský metrologický ústav, Bratislava
Laboratórium hmotnosti, miestnosť .112,
č. 113, laboratórny objekt H

.....
Ing. Robert Spurný. CSc.
osoba zodpovedná za etalón
riaditeľ centra hmotnosti a tlaku

*Tento certifikát môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.
Rozmnožovať jeho časti možno len s písomným súhlasom Slovenského metrologického ústavu.*



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 008/02

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 6 a § 32 ods. 2 písm. d) zákona č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len "zákon") a na základe vydaného osvedčenia o národnom etalóne pod číslom 008/97 zo dňa 30.12.1997 potvrdzuje, že všetky podmienky ustanovené v § 1 ods. 1 vyhlášky Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky č. 210/2000 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole v znení neskorších predpisov (ďalej len "vyhláška") na schválenie etalónu za národný etalón boli splnené.

Názov etalónu:

**ETALÓN HUSTOTY KVAPALÍN
 A TUHÝCH TELIES**

**Veličina a hodnota (stupnica hodnôt)
 jednotky reprodukovanej etalónom:**

**Hustota kvapalín, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, v rozsahu
 (600 až 2000) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pri teplote (15 až 40) °C
 Hustota tuhých telies, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, v rozsahu
 (600 až 22000) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pri teplote (15 až 40) °C**

Názov a sídlo vlastníka etalónu:

**Slovenský metrologický ústav,
 Karloveská 63, 842 55 Bratislava**

Osoba zodpovedná za etalón:

Ing. Robert Spurný, CSc.

Dátum schválenia návrhu:

17.12.1997

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávaní etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v správe o národnom etalóne vysokofrekvenčného napätia č. 024/02.

Osoba zodpovedná za etalón (vlastník etalónu) má povinnosť oznámiť Slovenskému metrologickému ústavu všetky úpravy, doplnenia a zmeny etalónu, ktoré môžu mať vplyv na jeho technické charakteristiky, metrologické charakteristiky alebo môžu ovplyvniť ustanovené podmienky uchovávaní a používania etalónu.

V Bratislave, 25.7.2002

prof. Ing. Matej Bíly, DrSc.
 generálny riaditeľ

Nadväznosť: NE hustoty a stupnica hustoty SMU je nadviazaná na medzinárodné tabuľky hustôt redestilovanej vody (pri teplote 20,00 °C a tlaku 101 325 Pa je hustota redestilovanej vody 998,2019 kg.m⁻³).

Základné metrologické charakteristiky etalónu:

- Hustota kvapalín, kg.m⁻³,
v rozsahu (600 až 2000) kg.m⁻³, pri teplote (15 až 40) °C
relatívna kombinovaná štandardná neistota $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$
- Hustota tuhých telies, kg.m⁻³,
v rozsahu (600 až 22000) kg.m⁻³, pri teplote (15 až 40) °C
relatívna kombinovaná štandardná neistota $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Zostava etalónu :

- Referenčná hodnota hustoty redestilovanej vody určená pri definovaných podmienkach
- Kremenné ponorné teleso č.0 Objem: 99,7641 cm³, $u_C = 0,5 \cdot 10^{-3}$ cm³, pri 30 °C.

Zostava etalónového zariadenia hustoty:

-Termostatizovaný kúpeľ TAMSON ,	inventárne číslo : III - 02944
-Analytické váhy METTLER H 20,	inventárne číslo : III - 01999
-Analytické váhy METTLER H 315 ,	inventárne číslo : III - 04124
-Analytické váhy METTLER AE 200 ,	inventárne číslo : III - 05586
- Súprava etalónových závaží ,	inventárne číslo : II - 14102
- Kremenný oscilačný teplomer HP 2810 A ,	inventárne číslo : III - 03051
- Staničný barometer ,	inventárne číslo : II - 6812
- Registračný vlhkomer ,	inventárne číslo : 10223/20
- Prietokový chladič DLK 30 ,	inventárne číslo : III - 04083
- Pomocný termostat UH 16 ,	výrobné číslo : 229061
- Sklenený kalibrovaný teplomer ,	evidenčné číslo : 52
- Redestilačný prístroj Bi-Duplex Ilmator ,	inventárne číslo : III - 04448

Prehľad odovzdávania hodnoty príslušnej jednotky (stupnice) na ostatné meradlá:

Pri kalibrácii hustoty referenčných kvapalín metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Pri kalibrácii stupnice sklenených areometrov metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

CERTIFIKÁT č. 003/02

strana 3 z 3 strán

Pri kalibrácii hustoty tuhých telies (resp. objemu tuhých telies) metódou hydrostatického váženia sa dosahuje relatívna kombinovaná štandardná $u_C = 0,5 \cdot 10^{-5}$

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní:

Euromet Projekt 326/1993, Dunamet Projekt 12/1998

Miesto uchovávanía a používania etalónu : Slovenský metrologický ústav, Bratislava
Laboratórium hmotnosti, miestnosť č.112,
č. 113, laboratórny objekt H

Ing. Robert Spurný. CSc.
osoba zodpovedná za etalón
riaditeľ centra hmotnosti a tlaku

*Tento certifikát môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.
Rozmnožovať jeho časti možno len s písomným súhlasom Slovenského metrologického ústavu.*

OSVEDČENIE

O SLOVENSKOM NÁRODNOM ETALÓNE

HMOTNOSTI

Názov etalónu : Slovenský národný etalón hmotnosti

Názov a sídlo organizácie zodpovednej za etalón

Slovenský metrologický ústav, 84255 Bratislava, Karloveská 63

Základné metrologické vlastnosti :

SNE hmotnosti má metrologické parametre potrebné pre nadviazanie pracovných meradiel hmotnosti a etalónov hmotnosti definovaných STN 177805 na medzinárodné etalóny hmotnosti metódami definovanými Schémou nadväznosti meradiel hmotnosti. TPM 4101 - 94.

Rozsah realizácie stupnice hmotnosti : 1 mg až 50 kg

- Ptlr č 41 : Hmotnosť 1 kg + 0,548 mg , $u_C = 2,3 \mu\text{g}$, objem $46,4972 \text{ cm}^3$ pri 0°C
 - Ptlr č 65 : Hmotnosť 1 kg + 0,208 mg, $u_C = 2,3 \mu\text{g}$, objem $46,4354 \text{ cm}^3$ pri 0°C , drsnosť povrchu je $R_a = 0,01 \mu\text{m}$,
 - Hlavné váhy : merací rozsah : 1 kg +/- 0,01 g, opakovateľnosť je $1 \mu\text{g}$ pri porovnávaní oceľových etalónov hmotnosti 1 kg. Odčítateľnosť je $1 \mu\text{g}$, citlivosť vahadla je 1000 rad/N, perióda oscilácie vahadla je 110 s, dĺžka ramena vahadla je 180 mm.
 - Mikrováhy Sartorius S4 : merací rozsah 0,1mg až 4,1 g, hodnota dielika $d = 0,1 \mu\text{g}$
 - Mikrováhy Sartorius CC20 : merací rozsah 1 mg až 20 g, $d = 1 \mu\text{g}$
 - Elektronické váhy Sartorius 2004 MP8 : merací rozsah 1 g až 165 g, $d = 0,01 \text{ mg}$
 - Etalónové váhy SMÚ váživosti 10 kg : merací rozsah 1 kg až 10 kg, opakovateľnosť 0,05 mg
 - Etalónové váhy SMÚ váživosti 1 kg : merací rozsah 1 kg až 100 g, opakovateľnosť 0,002 mg
 - Etalónové váhy SMÚ 100 kg : merací rozsah 10 kg až 100 kg , opakovateľnosť 1 mg
 - Sekundárne etalóny hmotnosti :
rozsah 1 g až 10 kg , kalibrované s relat. neistotou 10^{-7} , austenitická oceľ, označenie : E1, E2, P4, 02-80,
rozsah 1 mg až 500 mg (platina)
rozsah 10 kg až 50 kg kalibrované s relat neistotou 10^{-6} , austenitická oceľ ,
označenie : P6
- Zloženie súprav je
- | | |
|---------------|--|
| platina : | 1, 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 20, 50, 100, 100, 200, 200, 500 mg |
| E1, E2 , P4 : | 1, 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 20, 50, 100, 100, 200, 200, 500 g |
| 02-80, : | 1, 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 20, 50, 100, 100, 200, 200, 500, 1000 g |
| P4 : | 1, 1, 2, 2, 5, 10 kg |
| P6 : | 10, 10, 20, 20, 50, 50, 50 kg |

- Zariad. na mer. hustoty vzduchu : rozsah 1,1 - 1,3 mg.cm^{-3} , $u_C = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ mg.cm}^{-3}$

Pri nadviazaní ocelových etalónov hmotnosti 1 kg sa v teplotne stabilizovanom laboratóriu dosahuje kombinovaná štandardná neistota 14 μg , pričom vzhľadom na nestabilitu hmotnosti ocelových etalónov sa udáva hodnota 40 - 50 μg

Zostava SNE hmotnosti :

- Ptlr etalón číslo 41, inventárne číslo DK III 43
- Ptlr etalón číslo 65, inventárne číslo DK III 112
- súprava Pt závaží 1 mg - 500 mg, inventárne číslo DK III 46
- Etalóny hmotnosti 1 kg 02, 04, E1, E2
- Etalóny hmotnosti 1 g až 500 g, E1, E2
- Etalóny hmotnosti 1 kg až 10 kg, inventárne číslo : III 05868 (P4)
- Etalóny hmotnosti 1 kg až 1 g , inventárne číslo : III 04230 (02-80)
- Etalóny hmotnosti 10 kg až 50 kg, P6
- Hlavné váhy, inventárne číslo III 04720
- Mikrováhy Sartorius S4, inventárne číslo III 05536
- Mikrováhy Sartorius CC 20 , inventárne číslo : 51001017
- Elektronické váhy Sartorius 2004 MP8, inventárne číslo : III 05180
- Etalónové váhy SMÚ váživosti 10 kg, inventárne číslo : III 05531
- Etalónové váhy SMÚ váživosti 1 kg (poddelenie kg), inventárne číslo : III 05867
- Etalónové váhy SMÚ 100 kg a multimeter MIT 380 ,inventárne číslo III 05836

Zariadenie na meranie hustoty vzduchu :

- Teplomér HP quartz thermometer HP 2804 A, inventárne číslo III 06055
- Digitálny barometer Paroscientific model 740-16B, inventárne číslo III 06076
- Digitálny vlhkomer Testo typ 0563, inventárne číslo III 06291
- Merač obsahu CO₂ - Infracit 4, inventárne číslo : III 05693
- Personálny počítač (súčasť hlavných váh)

Miesto uchovávaní a používania SNE hmotnosti :

Slovenský metrologický ústav
Laboratórium hmotnosti a hustoty
Objekt H, miestnosť č.105, 107, 104

Garant SNE hmotnosti: Ing. Robert Spurný, CSc.

Dátum vyhlásenia: december 1997

Doba platnosti : 10 rokov

Príloha 5: Certifikáty najdôležitejších meradiel NE 008

Certifikát o kalibrácii Si guľička 1000 g

Certifikát o kalibrácii Si guľička 500 g

Certifikát o kalibrácii Si guľička 250 g

Certifikát etalónov hmotnosti

Certifikát Klimet (teplomera, tlakomer, vlhkomer)