

SÚHRNNÁ SPRÁVA

k previerke národného etalónu

Národný etalón: NE 009/97 Národný etalón viskozity

**Osoba zodpovedná
za národný etalón:** Ing. Dušan Trochta

Správu vypracoval: Ing. Dušan Trochta

Bratislava, december 2010

OBSAH
SÚHRNNEJ SPRÁVY O NE VISKOZITY

1	Technicko-ekonomické zdôvodnenie potreby a výberu NE viskozity	3
2	Podrobný popis NE viskozity a s ním spojených	3
3	Špecifikácia metrologických vlastností NE viskozity	6
4	Prehľad výsledkov výskumu a vývoja a medzinárodných porovnaní.	8
5	Inštitúcie, útvary a osoby zodpovedné za NE viskozity	10
6	Zoznam publikácií o NE viskozity	11
7	Zoznam dokumentov súvisiacich s NE viskozity	12
Príloha 1	Pravidlá používania a uchovávanía NE viskozity	13
Príloha 2	Výsledky medzinárodných porovnávacích meraní	18
Príloha 3	Certifikát NE viskozity	26

1 Technicko-ekonomické zdôvodnenie potreby a výberu NE viskozity

Primárny etalón viskozity kvapalín sa používa od roku 1986, kedy bolo zostavené etalonážne zariadenie a etalón bol vyhlásený FÚNM za Československý štátny etalón viskozity. Zariadenie a výskumná správa boli oponované a etalón plnil funkciu štátneho etalónu pre etalonáž meradiel viskozity kvapalín.

Zariadenie sa používa v základných častiach v rovnakej zostave a s rovnakými parametrami od jeho vyhlásenia v roku 1986, pričom sa v priebehu rokov postupne vymenili, resp. doplnili niektoré jeho časti, ktoré však neovplyvnili jeho princíp a metrologické parametre.

Etalón zabezpečuje správnosť a jednotnosť merania viskozity kvapalín v Slovenskej republike. Na etalón sa nadväzuje každoročne množstvo referenčných etalónov viskozity kvapalín a používa sa aj pre kalibráciu pracovných meradiel a referenčných materiálov pre oblasť meradiel kinematickej viskozity. V súčinnosti s využitím etalónu hustoty kvapalín sa zabezpečuje aj nadväzovanie pracovných meradiel dynamickej viskozity kvapalín a certifikácia referenčných materiálov pre oblasť meradiel dynamickej viskozity.

V zahraničí je primárna etalonáž viskozity kvapalín zabezpečovaná podobnými zariadeniami na podobnom princípe, väčšinou sa používajú dlhokapilárne viskozimetre typu Ubbelohde s dĺžkou kapiláry 90 mm až 500 mm. Etalón spĺňa požiadavky medzinárodných odporúčaní. Jeho medzinárodne porovnateľné parametre sú dokladované výsledkami medzinárodných porovnávacích meraní.

2. Podrobný popis NE viskozity a s ním spojených zariadení

Národný etalón viskozity slúži na realizáciu a prenos jednotky kinematickej viskozity v rozsahu od $4,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ do $2,0 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ príp. dynamickej viskozity od $4,0 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ do $200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$. Prenos jednotky kinematickej viskozity je realizovaný výtakovými viskozimetrami, pričom za referenčnú hodnotu jednotky kinematickej viskozity sa považuje tabuľková hodnota kinematickej viskozity čerstvo redestilovanej vody určená pri referenčných podmienkach (teplota $20 \text{ }^\circ\text{C}$, tlak $101,325 \text{ kPa}$). Kinematická viskozita sa určuje meraním výtokového času pevne určeného objemu (objem je vymedzený svetelným lúčom prechádzajúcim pevnými meracími rovinami umiestnenými na stojanoch). Prenos jednotky dynamickej viskozity je realizovaný viskozimetrami národného etalónu viskozity v súčinnosti s národným etalónom hustoty. Dynamická viskozita kvapaliny sa určuje prepočtom na základe merania kinematickej viskozity NE viskozity kvapalín a hustoty kvapaliny NE hustoty kvapalín.

NE viskozity kvapalín je tvorený dvoma súpravami etalónových viskozimetrov Ubbelohdeho typu (SCHOTT) s dĺžkou kapiláry 500 mm s typovým označením 0 až V a dvoma súpravami etalónových viskozimetrov Ubbelohdeho typu (SCHOTT) s dĺžkou kapiláry 400 mm s typovým označením 0 až V.

Zostavu NE viskozity tvoria:

- 4 súpravy etalónových viskozimetrov SCHOTT, inv.č. III-03421-24
- Termostatizovaný kúpeľ pre kapilárne viskozimetre, inv.č. III-03816/B
- Stojany pre etalónové viskozimetre LAUDA, inv.č. III-03425-6
- Stojany pre etalónové viskozimetre s pohyblivými hlavicami SMU, inv.č. III-5872-9
- Automatické meracie zariadenie SMU s riadiacimi ventilmi, inv.č. III-6664
- Termostat Haake s kúpeľom, inv.č. III-7118
- Ponorný chladič Haake EK20, inv.č. III-6733
- Regulátor teploty Julabo DWZ, inv.č. III-6663
- Platínový odporový teplomer Pt25 Tinsley, inv.č. III-52
- 7^{1/2} miestny multimeter Prema 5017, inv. č. III-6667
- Peristaltické čerpadlo ZALIMP PP-2B 15, bez inv.č.
- Personálny počítač k riadiacemu automatu, inv. č. III-6790
- Oscilačný hustomer MT DE 51, inv.č. III-7238
- Viskozimeter Master kapilára III, inv.č. III-7534
- Viskozimeter 4 Ubbelohdeho K10, inv.č. 028-9750
- Viskozimeter 4 Ubbelohdeho K10, inv.č. 028-9751
- Viskozimeter 4C Ubbelohdeho K30, inv.č. 028-9752
- Viskozimeter 4C Ubbelohdeho K30, inv.č. 028-9753
- Viskozimeter 5 Ubbelohdeho K100, inv.č. 028-9754
- Viskozimeter 5 Ubbelohdeho K100, inv.č. 028-9755

Prehľad o etalóne a používanom etalonážnom zariadení poskytuje nasledujúca schéma nadväznosti meradiel kinematickej resp. dynamickej viskozity.

Zameniteľnosť súčastí SNE viskozity

Hlavnou súčasťou SNE viskozity kvapalín sú etalónové viskozimetre, tvorené štyrmi súpravami. Ich poškodenie, príp. zničenie má za následok zmenu metrologických vlastností, príp. úplné vyradenie časti rozsahu pokrývaného NE viskozity. Z tohto dôvodu sú viskozimetre párované (2 kusy z každej menovitej hodnoty) a rozsahy, ktoré zabezpečujú jednotlivé viskozimetre, sa prekrývajú.

Zámena regulátora teploty, teplomera a časomerného zariadenia, za iné prístroje s rovnakými parametrami, nemá vplyv na jeho deklarované metrologické vlastnosti.

Zámena ostatných súčastí etalonážneho zariadenia nemá vplyv na jeho metrologické parametre.

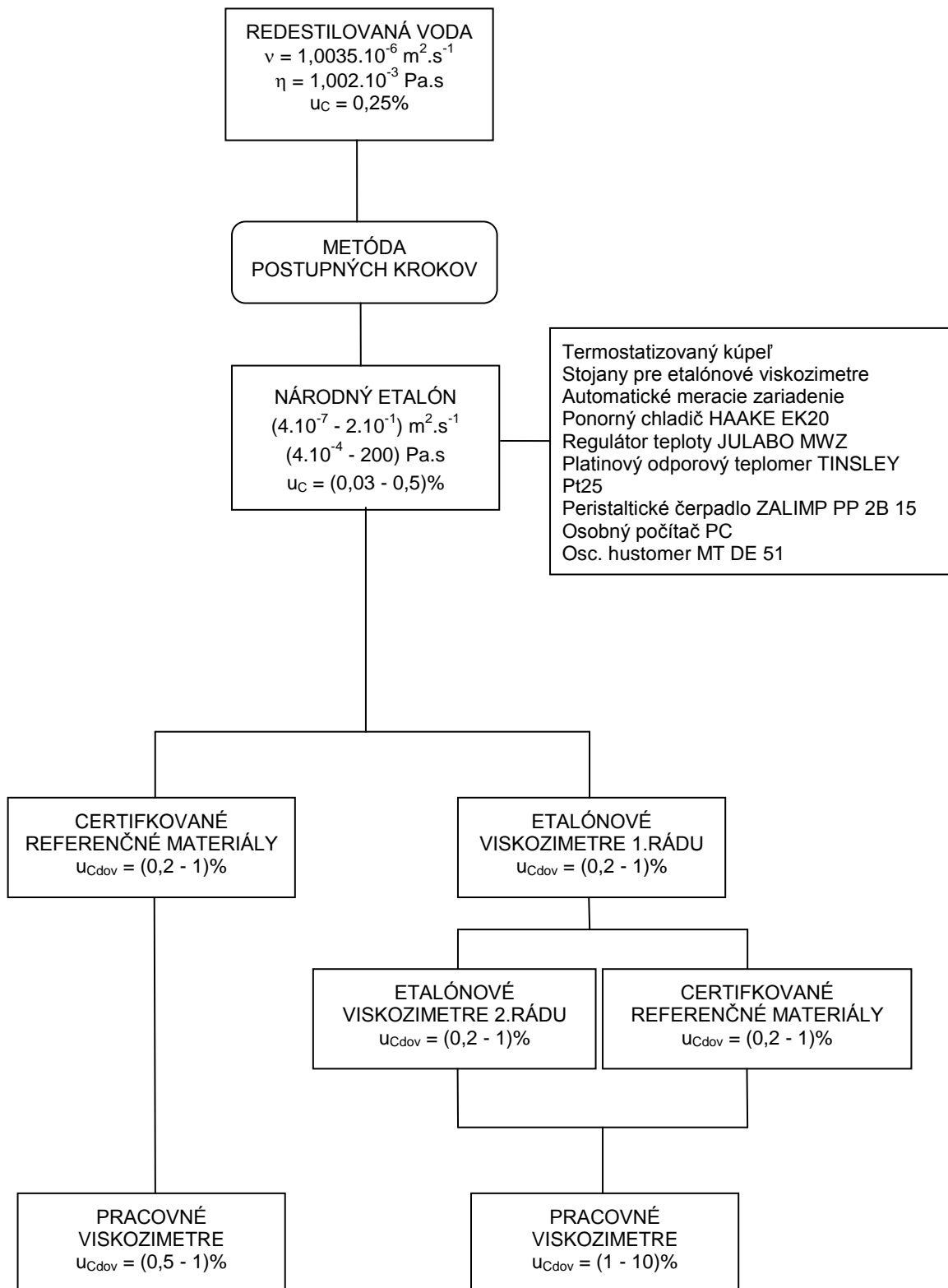


Schéma nadväznosti meradiel kinematickej resp. dynamickej viskozity

3. Špecifikácia metrologických vlastností NE viskozity

Rozsah: Kinematická viskozita $4,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ až $2,0 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
 Dynamická viskozita $4,0 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ až $200 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Viskozimetre

Súprava etalónových viskozimetrov č.1 - 500 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0c	51917	0,0029638	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51788	0,0112044	$6,0 \cdot 10^{-6}$
Ic	51816	0,031340	$2,1 \cdot 10^{-5}$
II	51792	0,124308	$9,8 \cdot 10^{-5}$
IIc	51797	0,32706	$3,1 \cdot 10^{-4}$
III	51928	1,1076	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51919	2,7765	$3,3 \cdot 10^{-3}$
IV	51805	12,449	$1,7 \cdot 10^{-2}$
IVc	51908	34,483	$5,5 \cdot 10^{-2}$
V	51932	85,129	$1,5 \cdot 10^{-1}$

Súprava etalónových viskozimetrov č.2 - 500 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0	51810	0,00121206	$3,7 \cdot 10^{-7}$
0c	51918	0,0029380	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51789	0,011768	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Ic	51817	0,031270	$2,2 \cdot 10^{-5}$
II	51793	0,122127	$9,6 \cdot 10^{-5}$
IIc	51799	0,31425	$2,9 \cdot 10^{-4}$
III	51929	1,0935	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51920	2,9277	$3,2 \cdot 10^{-3}$
IV	51806	12,233	$1,6 \cdot 10^{-2}$
IVc	51909	32,058	$4,8 \cdot 10^{-2}$
V	51933	83,182	$1,4 \cdot 10^{-1}$

Súprava etalónových viskozimetrov č.3 - 400 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0	51807	0,00125383	$3,7 \cdot 10^{-7}$
0c	51914	0,0030105	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51786	0,0115503	$6,1 \cdot 10^{-6}$
Ic	51812	0,032327	$2,2 \cdot 10^{-5}$
II	51794	0,123601	$9,7 \cdot 10^{-5}$
IIc	51800	0,31749	$3,0 \cdot 10^{-4}$
III	51925	1,1272	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51923	2,8473	$3,4 \cdot 10^{-3}$
IV	51802	12,332	$1,7 \cdot 10^{-2}$
IVc	51906	31,856	$5,1 \cdot 10^{-2}$
V	51434	86,357	$1,5 \cdot 10^{-1}$

Súprava etalónových viskozimetrov č.4 - 400 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0	51808	0,00126139	$3,8 \cdot 10^{-7}$
0c	51915	0,0030140	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51787	0,0117366	$6,2 \cdot 10^{-6}$
Ic	51813	0,032123	$2,2 \cdot 10^{-5}$
II	51795	0,122386	$9,6 \cdot 10^{-5}$
IIc	51801	0,32504	$3,0 \cdot 10^{-4}$
III	51926	1,1382	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51924	2,9467	$3,5 \cdot 10^{-3}$
IV	51803	12,527	$1,7 \cdot 10^{-2}$
IVc	51907	31,233	$5,0 \cdot 10^{-2}$
V	51435	82,460	$1,5 \cdot 10^{-1}$

Termostatizovaný kúpeľ pre kapilárne viskozimetre

Maximálna odchýlka teploty od strednej hodnoty teploty $\pm 0,005$ °C v celom pracovnom priestore v termostatizovanom kúpeli v rozsahu teplôt 20 °C až 60 °C.

Platinový odporový teplomer Tinsley Pt25

Kombinovaná štandardná neistota merania teploty $\pm 0,005$ °C v rozsahu teplôt 20 °C až 60 °C. Kalibrácia teplomera sa vykonáva v ročných intervaloch v laboratóriu teploty SMÚ.

Automatické meracie zariadenie

Zariadenie automaticky riadi merací proces, plnenie kvapaliny do meracej banky viskozimetra a samotný výtok kapilárou pri súčasnom meraní výtokového času. Neistota merania časového intervalu $\pm 5,0 \cdot 10^{-5}$ s. Kalibrácia časomerného zariadenia sa vykonáva v laboratóriu frekvencie a času SMÚ.

4. Prehľad výsledkov výskumu a vývoja a medzinárodných porovnaní.

Technický stav NE viskozity:

Etalón pracoval v podobe, v akej bol v roku 1986 vyhlásený za Československý štátny etalón. V priebehu rokov bola jeho zostava doplnená redestilačným zariadením na prípravu redestilovanej vody a konduktomerom na meranie konduktivity vody, ktorá je základným bodom stupnice kinematickej a dynamickej viskozity kvapalín. Ďalej sa zostava rozšírila o peristaltické čerpadlo, ktoré nahradilo vodnú vývevu na nasávanie meracej kvapaliny do viskozimetra a personálny počítač. Meracie čítače výtokového času boli v roku 1990 nahradené 8 kanálovým čítačom, vyvinutým v rámci výskumnej úlohy. V roku 1987 sa vykonala kalibrácia pracovných etalónov (400 mm) priamym porovnaním s viskozimetrami štátneho etalónu. V roku 1997 bol v tejto zostave vyhlásený za NE viskozity. Tieto práce neovplyvnili základné parametre etalónu, ale znížili pracnosť a zvýšili spoľahlivosť merania.

V rámci výskumnej úlohy "Primárna a sekundárna etalonáž viskozity kvapalín" bola riešená automatizácia merania kinematickej viskozity na NE viskozity. V roku 1997 sa na meranie teploty nasadil platínový odporový teplomer Tinsley Pt25 a zakúpil 7^{1/2} miestny digitálny multimeter Prema 5017 s možnosťou pripojenia na počítač. Kúpeľ vyrobený v SMU sa osadil novým termostatom JULABO MW-Z a ponorným chladičom HAAKE EK-20. Dokončila sa riadiaca elektronika a osadili bistabilné ventily SIRAI. V roku 2000 sa do prevádzky uviedlo automatické meracie zariadenie obsahujúce vyššie uvedené prvky, ktoré umožňuje plne automatické meranie viskozity a kalibráciu viskozimetrov riadené počítačom.

Etalón je v prevádzkyschopnom stave a je schopný plniť svoju funkciu.

Výsledky medzinárodných porovnávacích meraní :

Projekt ASTM D.02.07.A

V rámci medzinárodného projektu ASTM D.02.07.A (ASTM Cooperative Kinematic Viscosity Program) sa každoročne vykonáva periodické porovnanie etalónov viskozity na základe merania kinematickej viskozity referenčných vzoriek vyrobených a zaslaných firmou CANNON Instrument Company (CIC). Tohto porovnávacieho merania sa každoročne zúčastňuje okolo 30 laboratórií z celého sveta. Kritériom hodnotenia je zhoda nameraných výsledkov s výsledkami laboratória CANNON Instrument Company. Projekt sa realizuje pod vedením National Institute of Standards and Technology (NIST, USA). Výsledky sú zaradované podľa tesnosti zhody nameraných hodnôt do nasledujúcich skupín, pričom za základ sa berie hodnota nameraná organizátorom porovnávacieho merania.

Výsledky porovnávacích meraní v rámci projektu ASTM D.02.07.A za roky 2005 až 2010 sú uvedené v prílohe.

CCM.V-K2.A (2006)

Kľúčového porovnávacieho merania CCM.V-K2 sa zúčastnilo 14 národných metrologických laboratórií. Účastníci boli rozdelení do dvoch skupín, v prvej skupine boli laboratóriá s nezávisle realizovanou viskozitnou stupnicou (t.j. priamo nadviazané na viskozitu vody) a v druhej boli laboratóriá, ktoré majú svoju viskozitnú stupnicu nadviazanú na niektoré z laboratórií v prvej skupine. Výsledná hodnota sa určila z výsledkov dosiahnutých laboratóriami v prvej skupine.

Merali sa štyri vzorky pri rôznych teplotách. SMÚ dosiahol vo všetkých prípadoch dobrú zhodu v rámci deklarovaných neistôt.

Výsledky sú uvedené v prílohe.

Všetky tieto merania sú zaradené v KCDB databáze pri BIPM.

NE viskozity bol zaradený do CMC tabuliek (príloha C) KCDB databázy pri BIPM

5. Inštitúcie, útvary a osoby zodpovedné za NE hmotnosti

Umiestnenie NE viskozity

Slovenský metrologický ústav
Karloveská 63, 842 55 Bratislava
Centrum hmotnosti a tlaku
Laboratórium viskozity
Objekt H
Miestnosť č.117

Osoba zodpovedná za NE viskozity

Ing. Dušan Trochta

Zodpovedá za technický stav NE viskozity, zabezpečuje a realizuje rozvoj prístrojového vybavenia NE viskozity, realizuje kalibráciu viskozimetrov. Kontroluje metrologické parametre meradiel v zostave NE. Spracúva a vyhodnocuje výsledky meraní.

6. Zoznam publikácií o NE viskozity

Dokumentácia o etalóne

1. Československý štátny etalón viskozity, Správa č. 3065, Čs. metrologický ústav, Bratislava, 1985
2. Slovenský národný etalón viskozity kvapalín, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 1997

Publikácie o etalóne

3. Nagy G., Automatické meranie prietokového času kvapalín v procese merania viskozity na kapilárnych viskozimetroch, Čs. standardizace, 5/84, str. 191-192
4. Chabadová M., Medzinárodné porovnávacie meranie kinematickej viskozity olejov, Čs. standardizace, 12/87, str. 508-509
5. Chabadová M., Postup a výsledky vymerania pracovného etalónu kinematickej viskozity, Čs. standardizace, 9/88, str. 367-369
6. Chabadová M., Výpočet korekčného člena E/t^2 pre pracovný etalón kinematickej viskozity, Čs. standardizace, 10/88, str. 413-415
7. Chabadová M. Spurný R., Bičárová J., Kalibrácia sekundárnych etalónov kinematickej viskozity I.rádu, Čs. standardizace, 3/89, str. 101-103
8. TROCHTA, D.: Národný etalón viskozity kvapalín. In: Metrológia a skúšobníctvo, roč. 4, 1999, č. 4-5, s. 27-29.
9. TROCHTA, D.: Nový kúpeľ pre národný etalón viskozity. In: Metrológia a skúšobníctvo, roč. 4, 1999, č. 4-5, s. 30-32.
10. TROCHTA, D.: Určenie individuálnych korekcií viskozimetrov národného etalónu viskozity: Korekcia na kinetickú energiu, povrchové napätie. Bratislava: SMU, jun 2001. 9 s.
11. TROCHTA, D.: The viscosity scale of SMU, Slovakia. In: PTB-Bericht ThEx-22: EUROMET.M.V.-K3 key intercomparison of liquid viscosity measurements, august 2001, Braunschweig. Braunschweig: PTB, 2001, s. 61-66.
12. TROCHTA, D. - KŇAZOVICKÝ, J.: Automatické meracie zariadenie na meranie viskozity kvapalín kapilárnymi viskozimetrami. Bratislava: SMU, december 2001. 25 s, prílohy.
13. - TROCHTA, D. - KŇAZOVICKÝ, J.: Nové automatické zariadenie na meranie viskozity kvapalín. In: Metrológia a skúšobníctvo, roč. 7, 2002, č. 2, s. 6-14.

Technický stav a úpravy etalónu sú zachytené v nasledujúcich správach

14. Správa pre priebežnú oponentúru č. 1167, Čs. metrologický ústav, Bratislava, 1987
15. Správa č. 1207 pre záverečnú oponentúru úlohy R2/33-86, Čs. metrologický ústav, Bratislava, 1990
16. Správa o riešení úlohy č. 200 009, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 1996
17. Správa o riešení úlohy č. 200 013, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 1997
18. Správa o riešení úlohy č. 200 013, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 1998
19. Správa o riešení úlohy č. 200 023, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 1999
20. Správa o riešení úlohy č. 200 023, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 2000
21. Správa o riešení úlohy č. 200 023, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 2001
22. Správa o riešení úlohy č. 200 023, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 2002
23. Správa o riešení úlohy č. 200 023, Slovenský metrologický ústav, Bratislava, 2003
24. 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.,
25. 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.
 26. Spurný, R. Bičárová, J., Trochta, D., Tibenský, V., 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.,
 27. 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
 28. 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 2009, 86 strán

Výsledky medzinárodných porovnávacích meraní sú zachytené v správach

Metrologia, 2009, 46, Tech. Suppl., 07003

7 Zoznam dokumentov súvisiacich s NE viskozity

TPM 8171-94	Sklenené kapilárne viskozimetre s visiacou hladinou, Etalóny a pracovné
TPM 8100-93	Schéma nadväznosti meradiel kinematickej resp. dynamickej viskozity
10/220/00	Pracovný postup pre kalibráciu etalónov viskozity metódou postupných
11/220/00	Pracovný postup na meranie viskozity kvapalín a CRM
12/220/00	Pracovný postup na kalibráciu viskozimetrov typu Höppler
13/220/00	Pracovný postup na kalibráciu viskozimetrov typu Rheotest
	Návod na použitie a obsluhu automatického meracieho zariadenia

PRAVIDLÁ POUŽÍVANIA A UCHOVÁVANIA NÁRODNÉHO ETALÓNU VSKOZITY

a) Názov etalónu a jeho identifikácia:

Národný etalón (NE) viskozity - číslo 009/97 , vyhlásený predsedom ÚNMS SR dňa 30. decembra 1997

Zostava Národného etalónu (NE) viskozity obsahuje:

- 4 súbavy etalónových viskozimetrov SCHOTT, inv.č. III-03421-24
- Termostatizovaný kúpeľ pre kapilárne viskozimetre, inv.č. III-03816/B
- Stojany pre etalónové viskozimetre LAUDA, inv.č. III-03425-6
- Stojany pre etalónové viskozimetre s pohyblivými hlavicami SMU, inv.č. III-5872-9
- Automatické meracie zariadenie SMU s riadiacimi ventilmi, inv.č. III-6664
- Termostat Haake s kúpeľom, inv.č. III-7118
- Ponorný chladič Haake EK20, inv.č. III-6733
- Regulátor teploty Julabo DWZ, inv.č. III-6663
- Platinový odporový teplomer Pt25 Tinsley, inv.č. III-52
- 7^{1/2} miestny multimeter Prema 5017, inv. č. III-6667
- Peristaltické čerpadlo ZALIMP PP-2B 15, bez inv.č.
- Personálny počítač k riadiacemu automatu, inv. č. III-6790
- Oscilačný hustomer MT DE 51, inv.č. III-7238
- Viskozimeter Master kapilára III, inv.č. III-7534
- Viskozimeter 4 Ubbelohdeho K10, inv.č. 028-9750
- Viskozimeter 4 Ubbelohdeho K10, inv.č. 028-9751
- Viskozimeter 4C Ubbelohdeho K30, inv.č. 028-9752
- Viskozimeter 4C Ubbelohdeho K30, inv.č. 028-9753
- Viskozimeter 5 Ubbelohdeho K100, inv.č. 028-9754
- Viskozimeter 5 Ubbelohdeho K100, inv.č. 028-9755

b) Požiadavky na prostredie etalónu:

- teplota v laboratóriu pre dlhodobé uloženie: 18 až 25 °C.
- zmeny teploty laboratória počas merania - menej ako 1 °C/h
- vlhkosť v laboratóriu: 30 % až 70 %
- osvetlenie: nie je potrebné definovať
- prípustné elektromagnetické poruchy: nie sú definované
- dovolená hladina radiácie: nie je definovaná
- prípustné varácie napájacieho napätia zdrojov: ± 20 V
- prípustná hladina vibrácií: nie je stanovená
- čistota ovzdušia: nie je stanovená

c) Požiadavky na obslužný personál etalónu

NE viskozity obsluhujú nasledovní pracovníci:

Ing. Dušan Trochta

Ing. Dušan Trochta:

- zodpovedá za správnosť funkcie NE viskozity
- vykonáva kalibráciu NE viskozity metódou postupných krokov
- vykonáva nadviazanie referenčných etalónov na NE viskozity
- vykonáva kalibráciu etalónových referenčných kvapalín
- vykonáva justáž a úpravy etalónového zariadenia
- spracúva a vyhodnocuje výsledky meraní
- kontroluje metrologické parametre jednotlivých meradiel

Vymedzenie prístupu a povinností

Do miestností laboratória hmotnosti, kde sa nachádzajú časti NE viskozity, voľne vstupujú iba pracovníci tohto laboratória. Vedúci pracovníci ústavu a poprední špecialisti z metrologie viskozity zo zahraničných ústavov do týchto miestností vstupujú iba v sprievode pracovníkov obsluhujúcich NE viskozity a vedúceho laboratória.

Kvalifikačné predpoklady:

Pracovníci obsluhujúci NE viskozity:

- vysokoškolské vzdelanie
- znalosť pracovných postupov z etalonáže viskozity SMÚ
- znalosť návodov na použitie a obsluhu zariadení NE viskozity
- ovládanie výpočtových programov používaných v etalonáži viskozity SMÚ

Ďalší pracovníci zaoberajúci sa rozvojom a udržovaním meracích zariadení:

- vysokoškolské vzdelanie
- znalosť konštrukcie a spôsobu práce zariadení

d) Bezpečnostné opatrenia

Uloženie (uschovávanie) NE viskozity z hľadiska bezpečnosti a zachovania jeho metrologických vlastností

Viskozimetre NE viskozity, ktoré sa nepoužívajú na meranie, sú uložené v nato určených a označených skrinkách so zasúvateľnými boxami v miestnosti č. 117 laboratórneho objektu H, SMÚ Bratislava.

Počas prípravy viskozimetrov NE viskozity na meranie sú tieto dočasne umiestnené v sklenených valcoch v prípravnej miestnosti miestnosti č. 117, po príprave sa premiestnia do sušiarne v miestnosti č. 117 príp. do odkladacieho valca v miestnosti č. 117. Všetky odkladacie miesta sú náležito označené. Pri meraní sa vkladajú do stojanov v termostatizovanom kúpeli, po meraní sa odkladajú späť do sušiarne alebo odkladacieho valca, kde čakajú do vyčistenia. Po vyčistení sa vkladajú späť do skrinky na svoje miesto.

Viskozimetre NE viskozity sa z uvedených miestností nevynášajú, všetky práce s nimi sa vykonávajú v uvedených miestnostiach laboratória hmotnosti. Výnimku môže tvoriť iba ich prípadné premiestnenie za účelom medzinárodného porovnávacieho merania.

Prenášanie a premiestňovanie komponentov NE viskozity

Viskozimetre NE viskozity sa prenášajú len v úložných krabiciach alebo transportných puzdrách vystlaných molitanovou penou.

Ostatné časti zariadenia sa spravidla neprenášajú ani nepremiestňujú. Ak áno, tak len v rámci miestnosti, v ktorej je uložený NE viskozity. Mimo týchto miestností sa komponenty NE viskozity vynášajú len za účelom ich kalibrácie v príslušných laboratóriách SMÚ.

e) Postupy na používanie etalónu

Používanie a intervaly rekalibrácie

Etalóny NE viskozity sa nadväzujú a používajú v zmysle Schémy nadväznosti meradiel kinematickej resp. dynamickej viskozity kvapalín - TPM 8100-93. Ich kalibrácia sa vykonáva metódou postupných krokov z medzinárodne uznávanej hodnoty viskozity vody. Interval rekalibrácie je 15 rokov.

Popis práce pri kalibrácii etalónov

Pri práci s NE viskozity sa postupuje podľa nasledovných pracovných postupov a návodov:

Trochta D.: Pracovný postup SMÚ č 10/220/00 – Pracovný postup na kalibráciu etalónov viskozity metódou postupných krokov

Trochta D.: Návod na etalonážneho zariadenia NE viskozity

Prehliadky a údržba (čistenie, spôsob kontroly medzi termínmi rekalibrácie)

Metrologické parametre etalónov viskozity sa v období medzi kalibráciami kontrolujú medzinárodnými porovnávacími meraniami každoročne v rámci medzinárodného projektu ASTM D.02.07.A a v v rámci kľúčových porovnávacích meraní CCM.

Etalóny sú uložené v klimatizovanom laboratóriu, do ktorého voľne vstupujú iba pracovníci laboratória hmotnosti. Vedúci pracovníci ústavu a poprední špecialisti z metrológie viskozity zo zahraničných ústavov do týchto miestností vstupujú iba v sprievode pracovníkov obsluhujúcich NE viskozity a vedúceho laboratória.

Podmienky zachovania metrologických parametrov NE viskozity

Metrologické parametre NE viskozity sú určené metrologickými parametrami etalónových viskozimetrov, termostatu a teplomera.

Pri neodbornej manipulácii, pri havárii a pri náhodnej hrubej nehode (rozbitie viskozimetra) môže dôjsť k definitívnej strate parametrov. Z toho dôvodu NE viskozity obsahuje 4 súbory etalónových viskozimetrov. Pri predpísanej manipulácii a pri bežnom meraní nemôže nastať poškodenie viskozimetrov.

Rozbitie viskozimetra predstavuje jeho nezvratnú stratu. Poškodenie ostatných zariadení NE viskozity je možné odstrániť v servise u výrobcu.

Ostatné zariadenia používané pri meraní môžu byť vymenené za zariadenia rovnakých technických parametrov, bez ovplyvnenia metrologických parametrov NE viskozity. Počas poruchy niektorého z týchto zariadení, kým nie je nahradené, NE neplní svoju funkciu v plnom rozsahu. Etalonáž viskozity - najmä nadväzovanie etalónov nižších rádov však tým nie je narušené, nakoľko túto činnosť je možné realizovať aj použitím certifikovaných referenčných materiálov (s výnimkou sekundárnych etalónov 1. rádu).

Príloha 2

VÝSLEDKY MEDZINÁRODNÝCH POROVNÁVACÍCH MERANÍ

CCM.V-K2 (2006)

Figure A1-4: Liquid B 20C Degrees of Equivalence

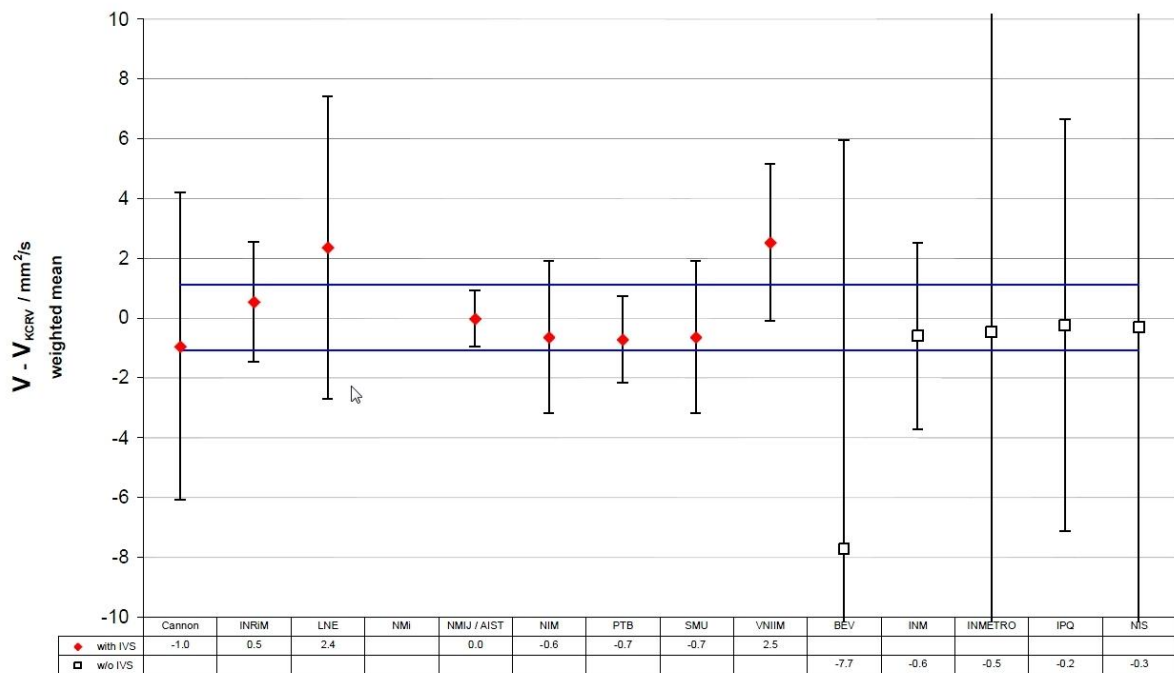
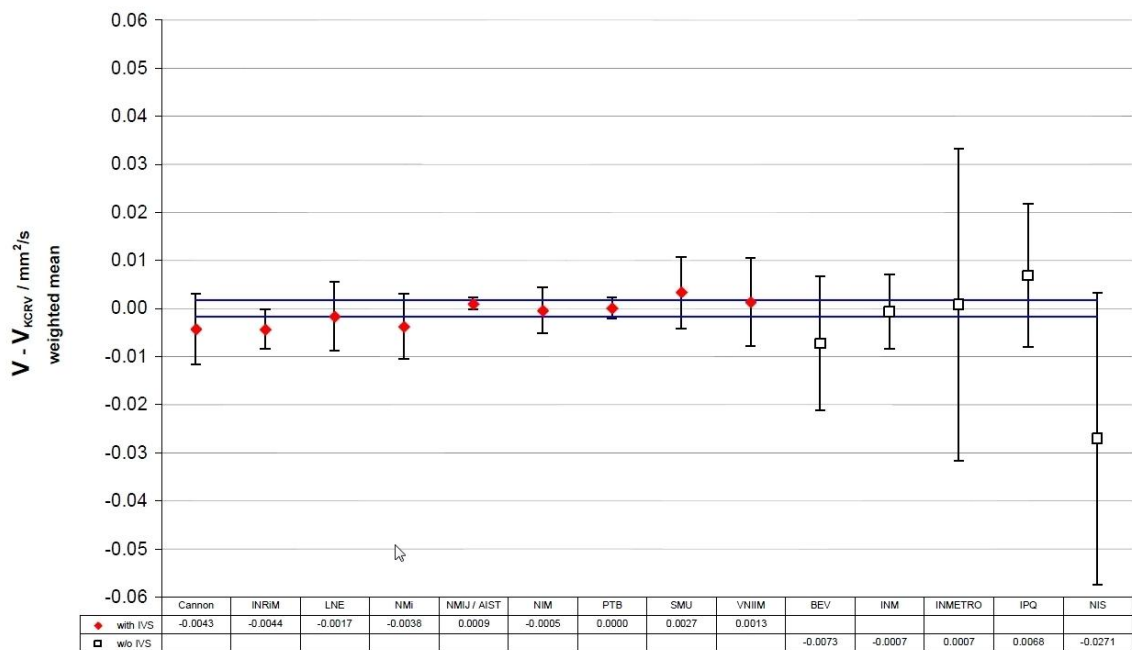


Figure A1-3: Liquid A 20C Degrees of Equivalence

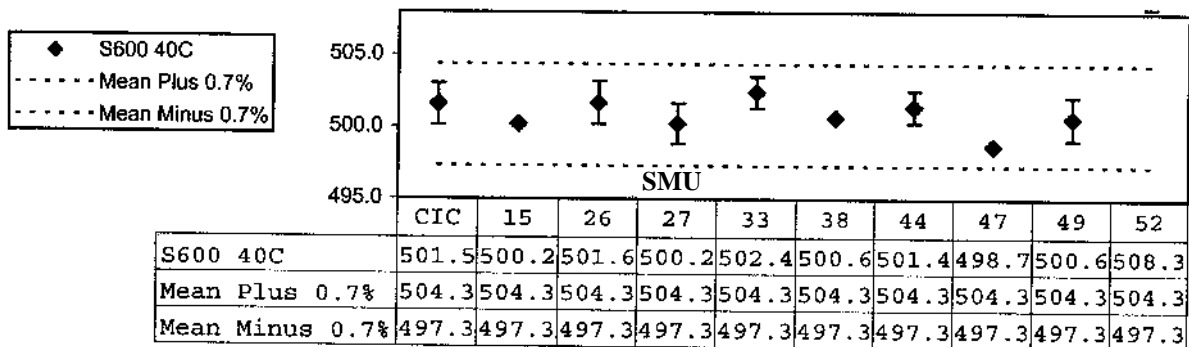
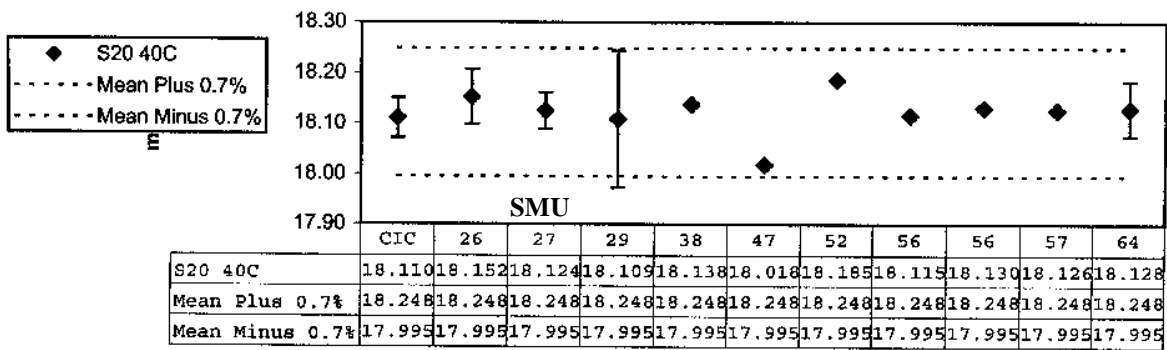
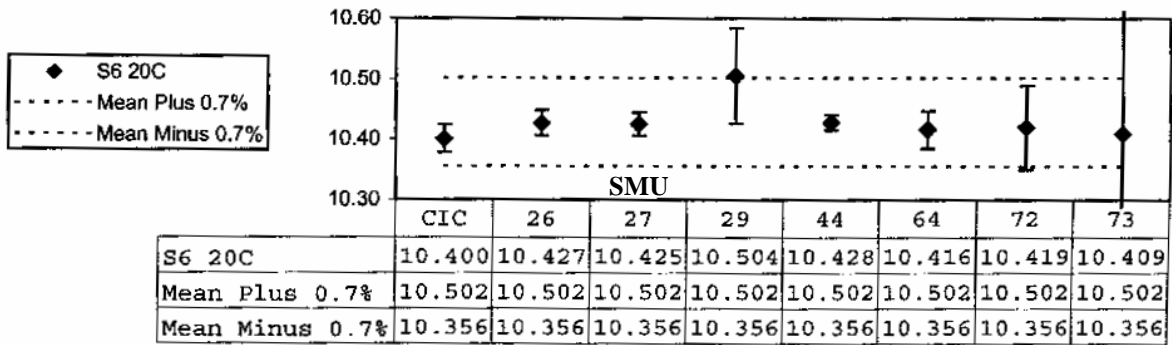


ASTM D.02.07.A za obdobie 2005 až 2010

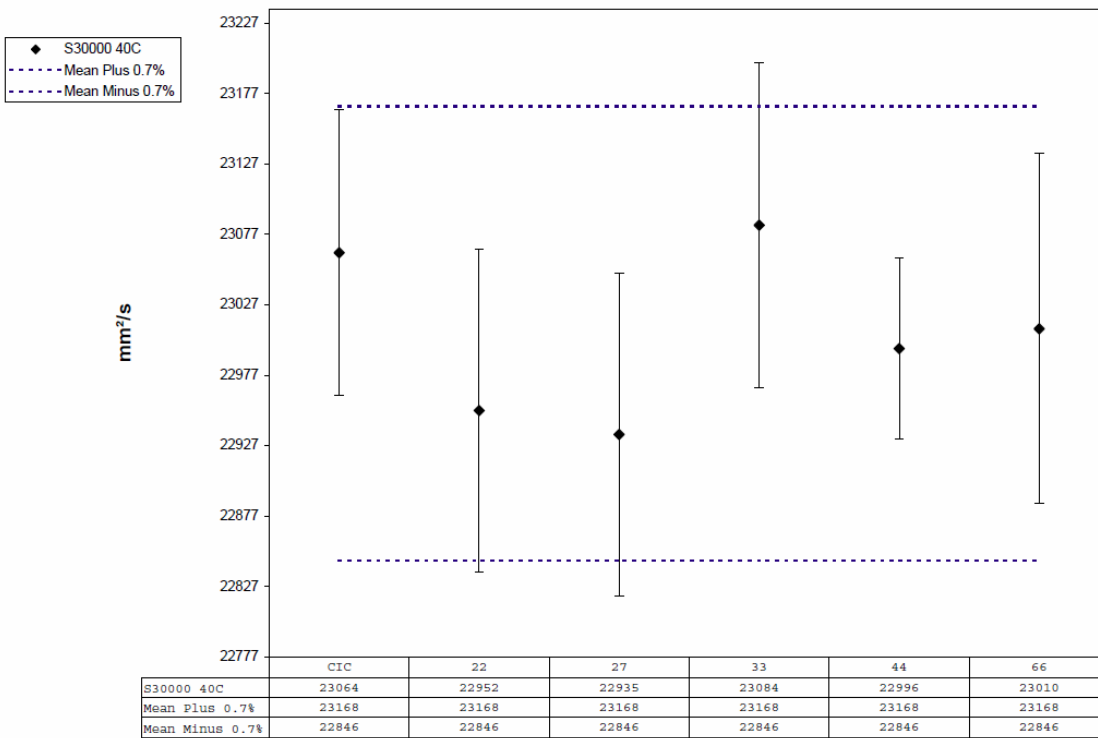
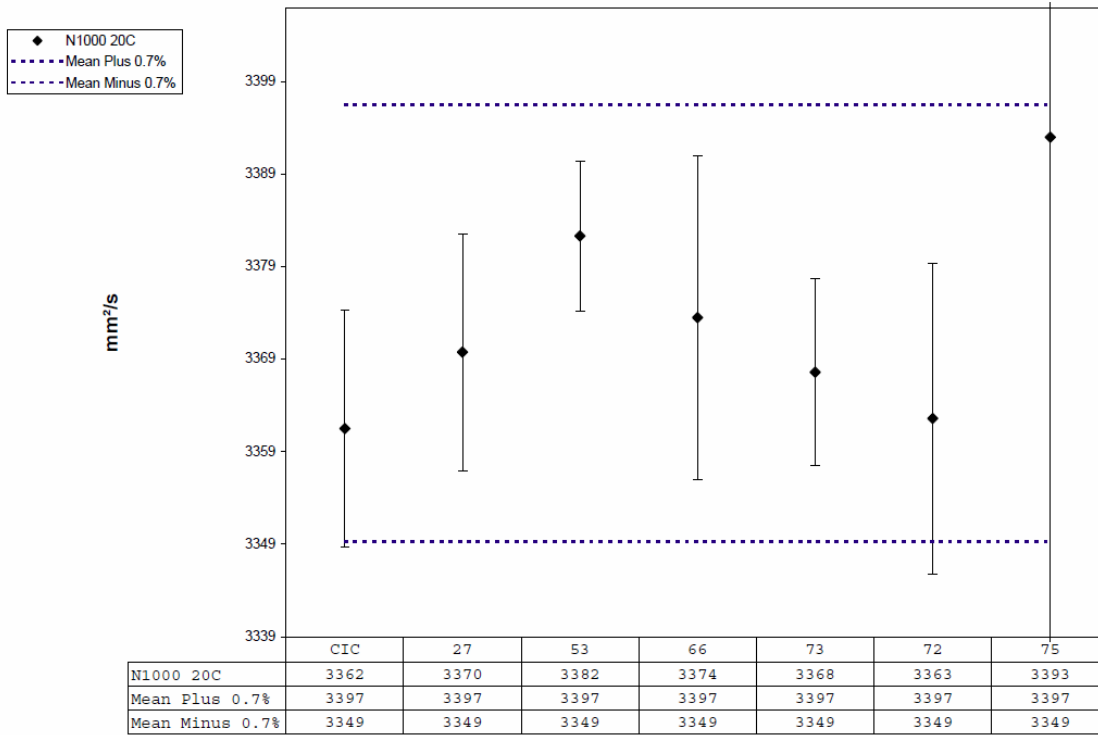
Kódové označenie SMU = 27.

2005

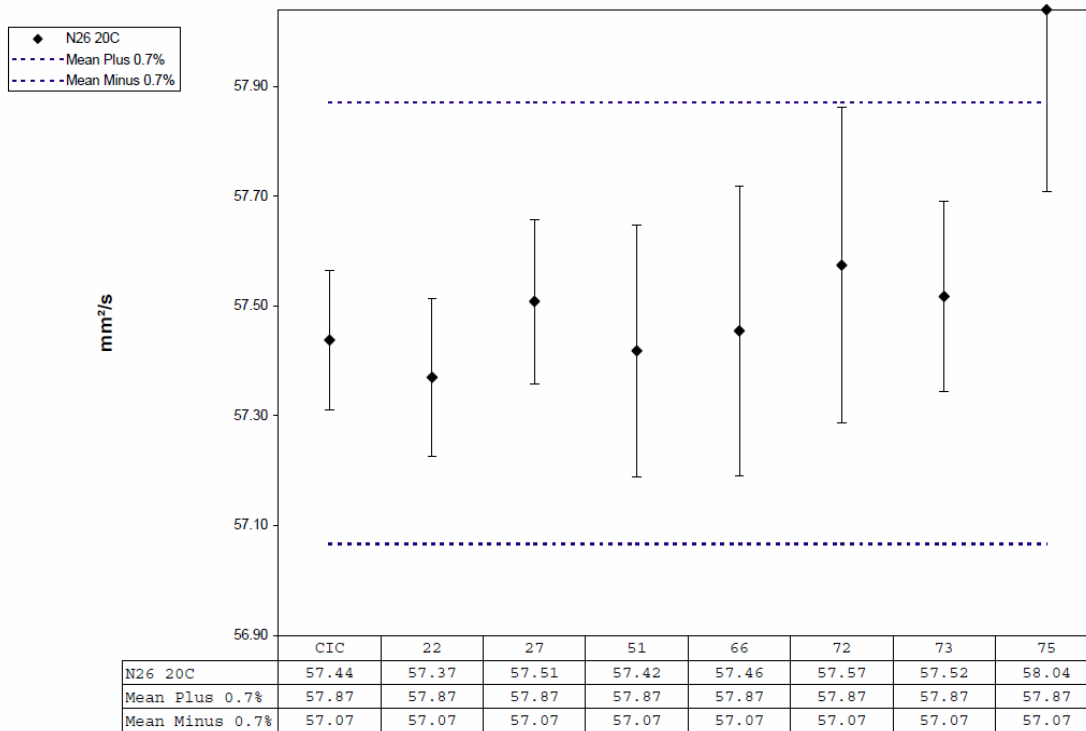
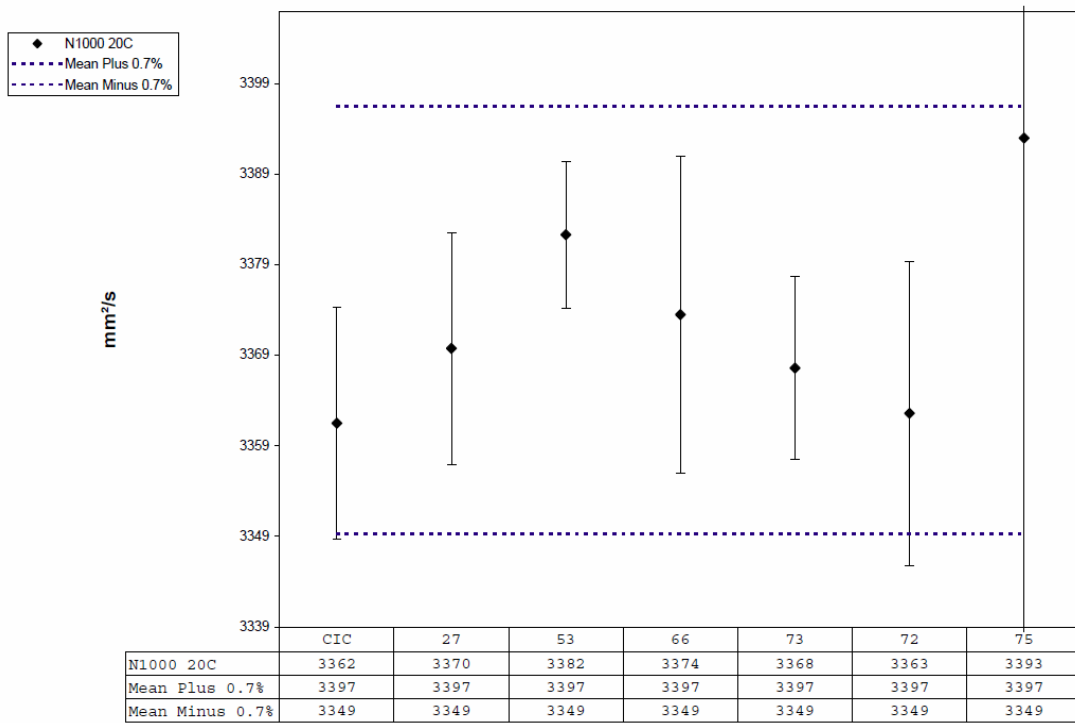




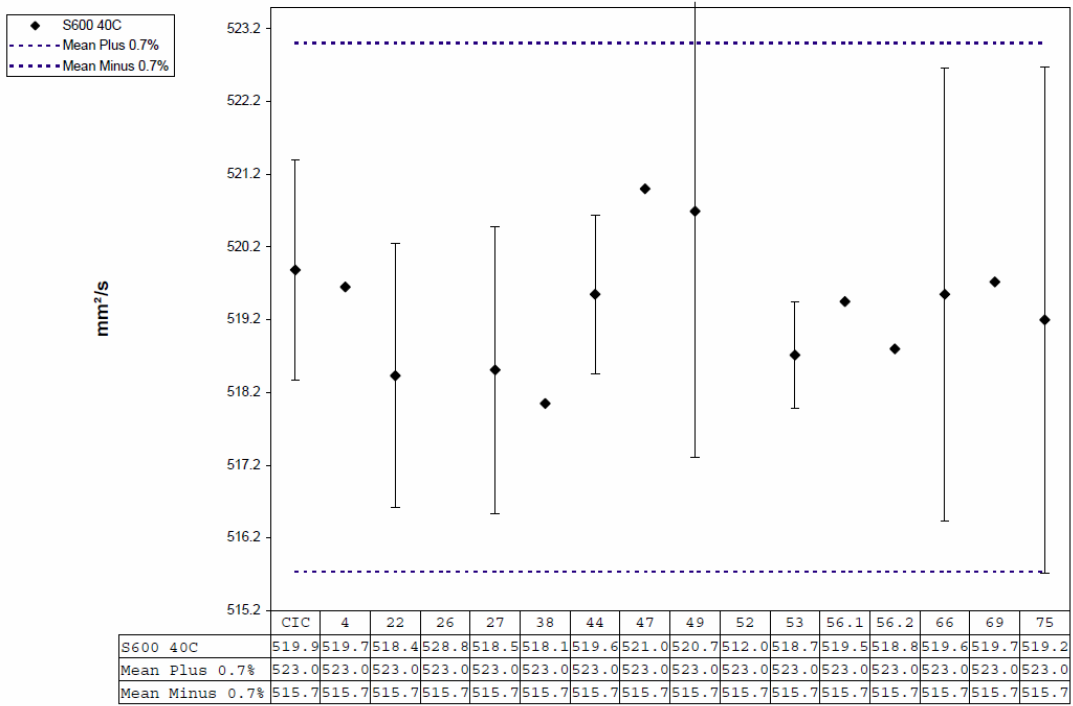
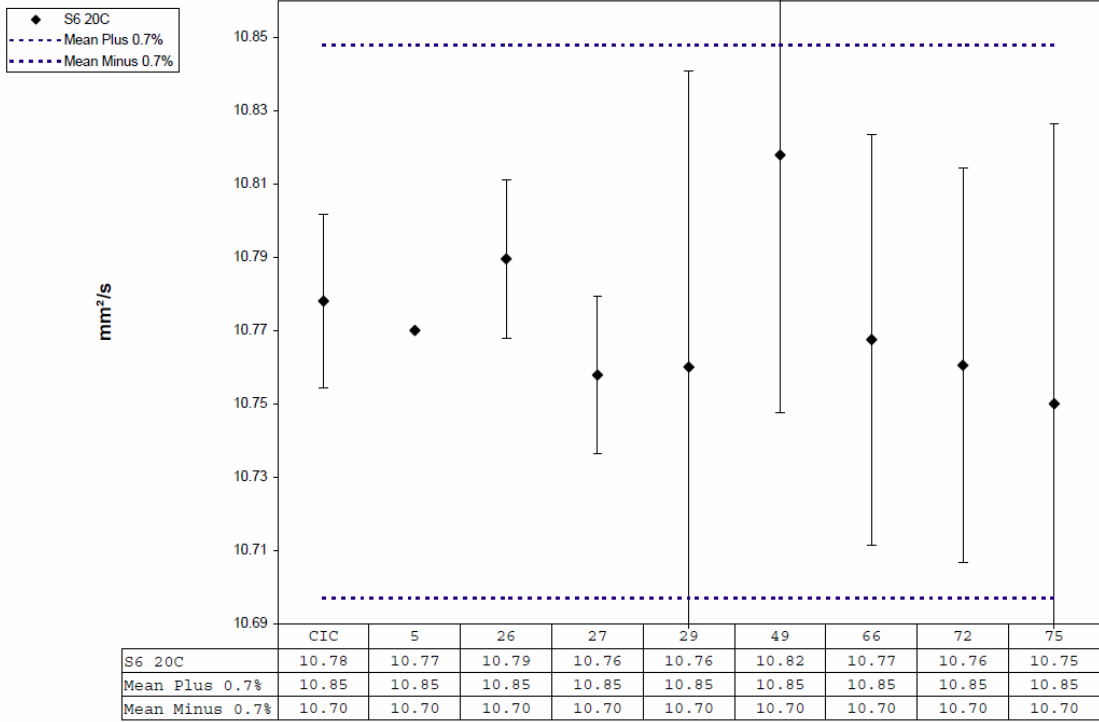
2007/1



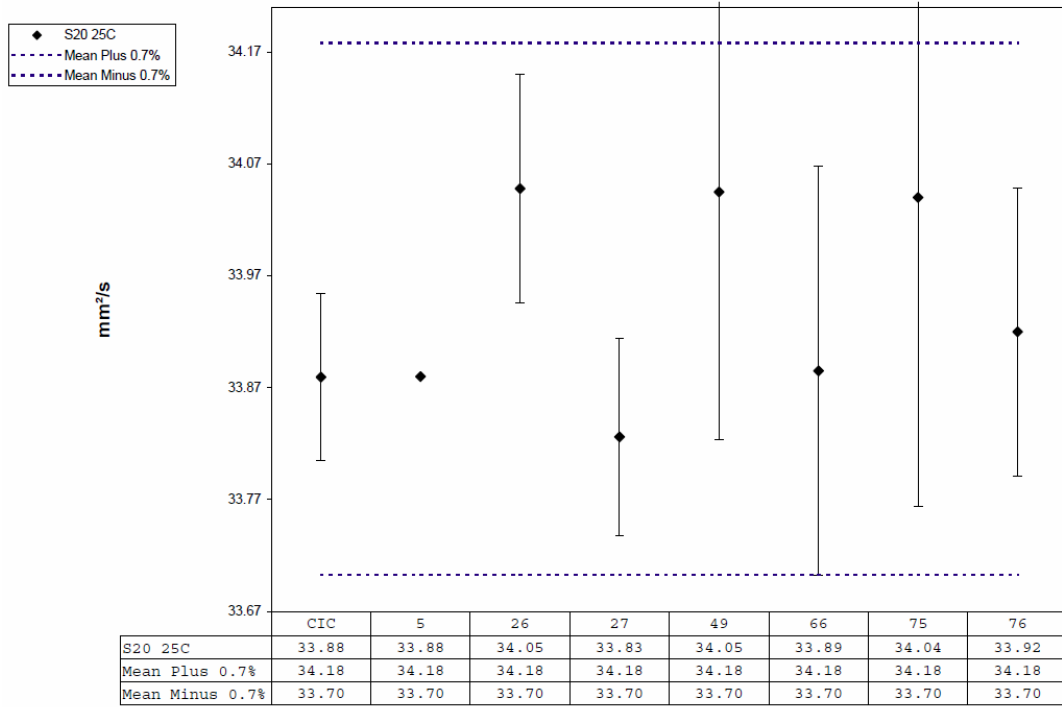
2007/2



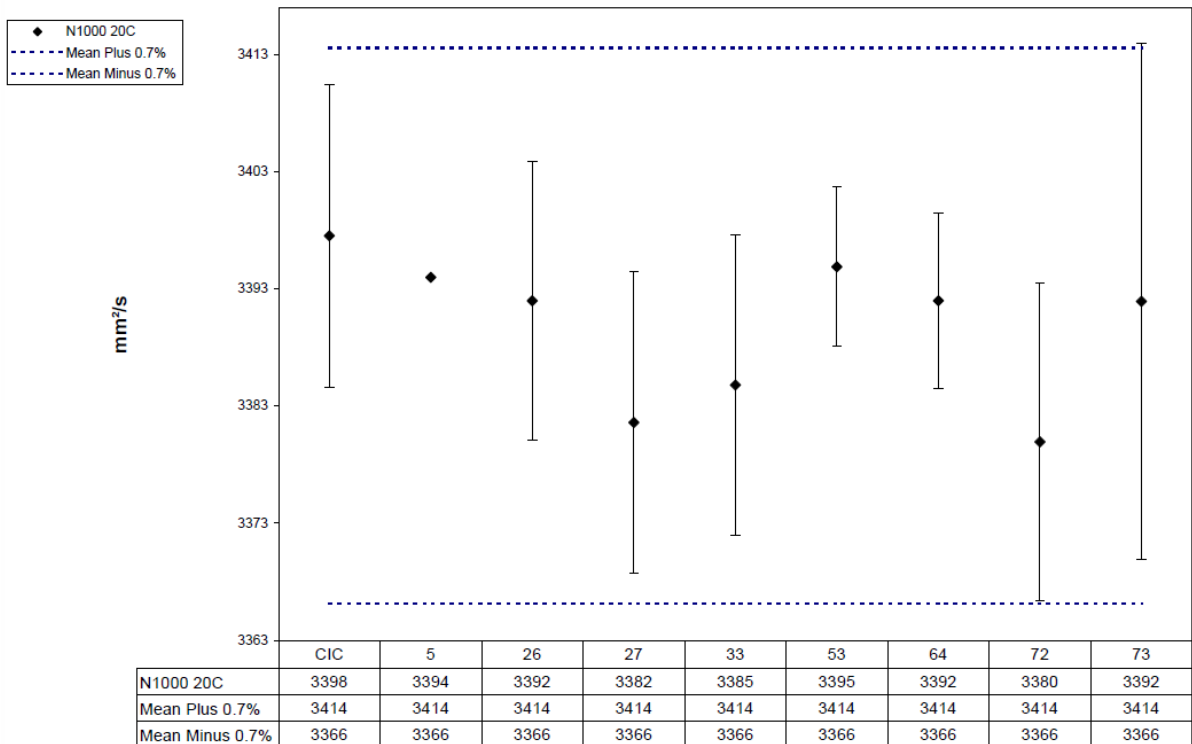
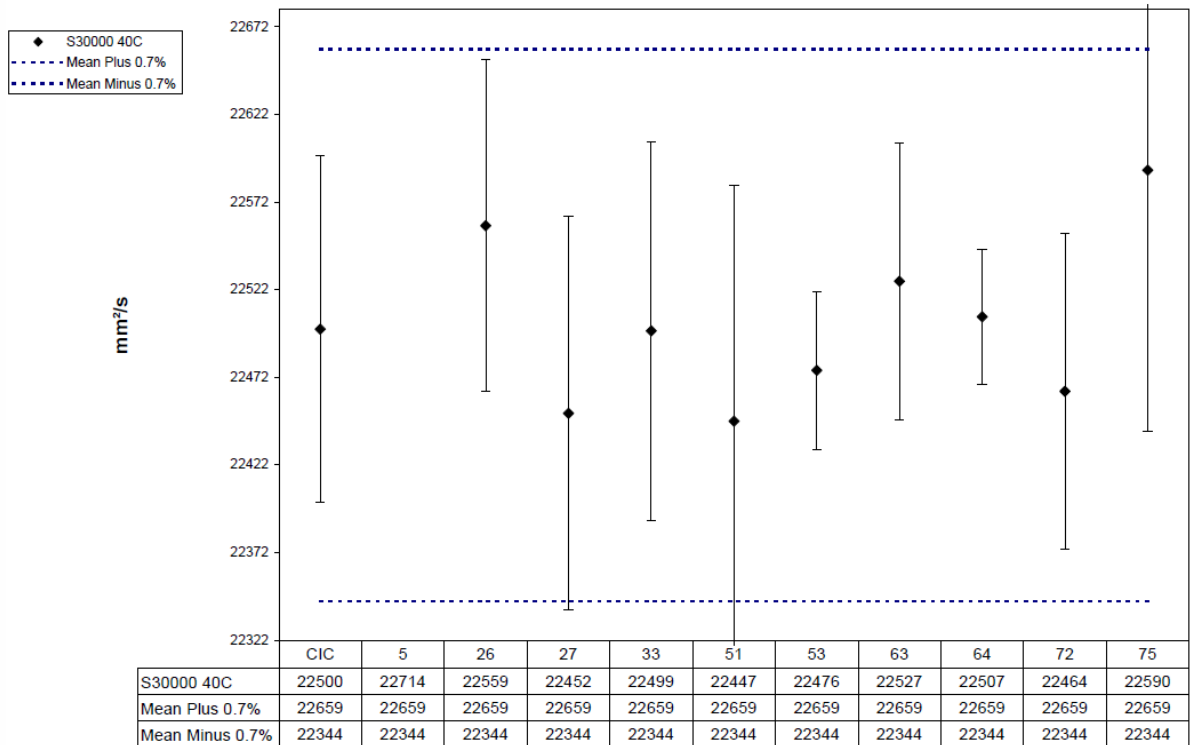
2008/1



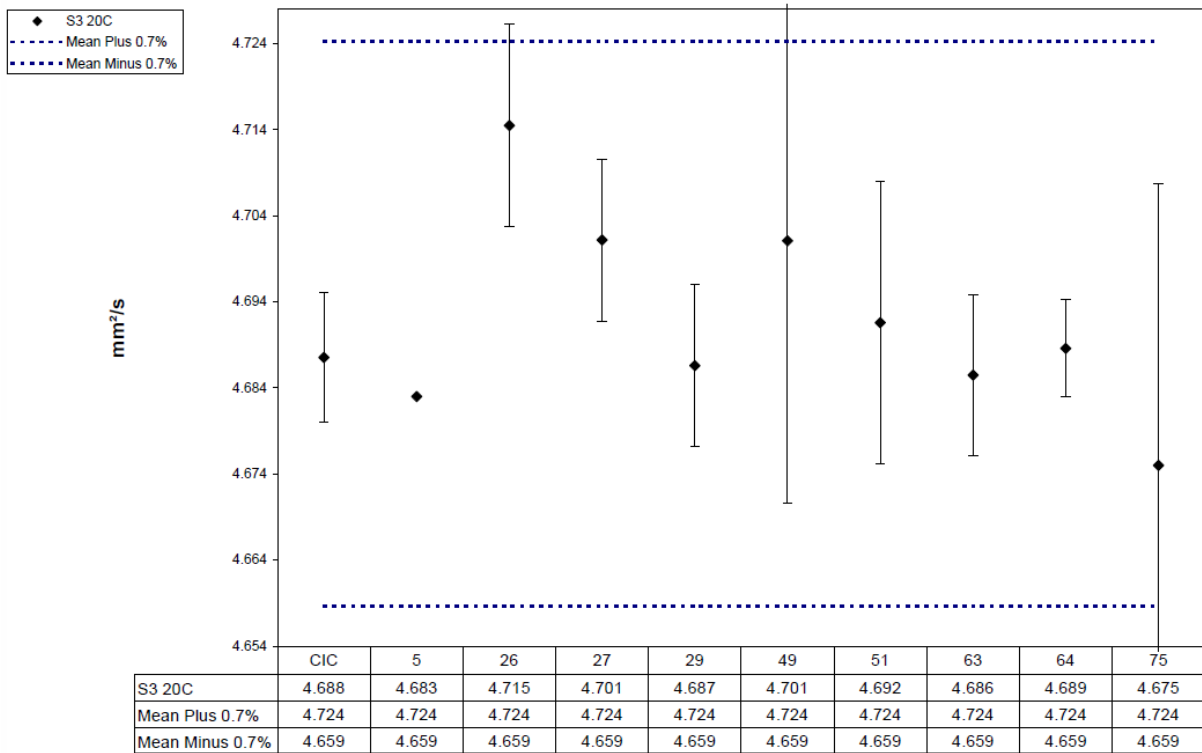
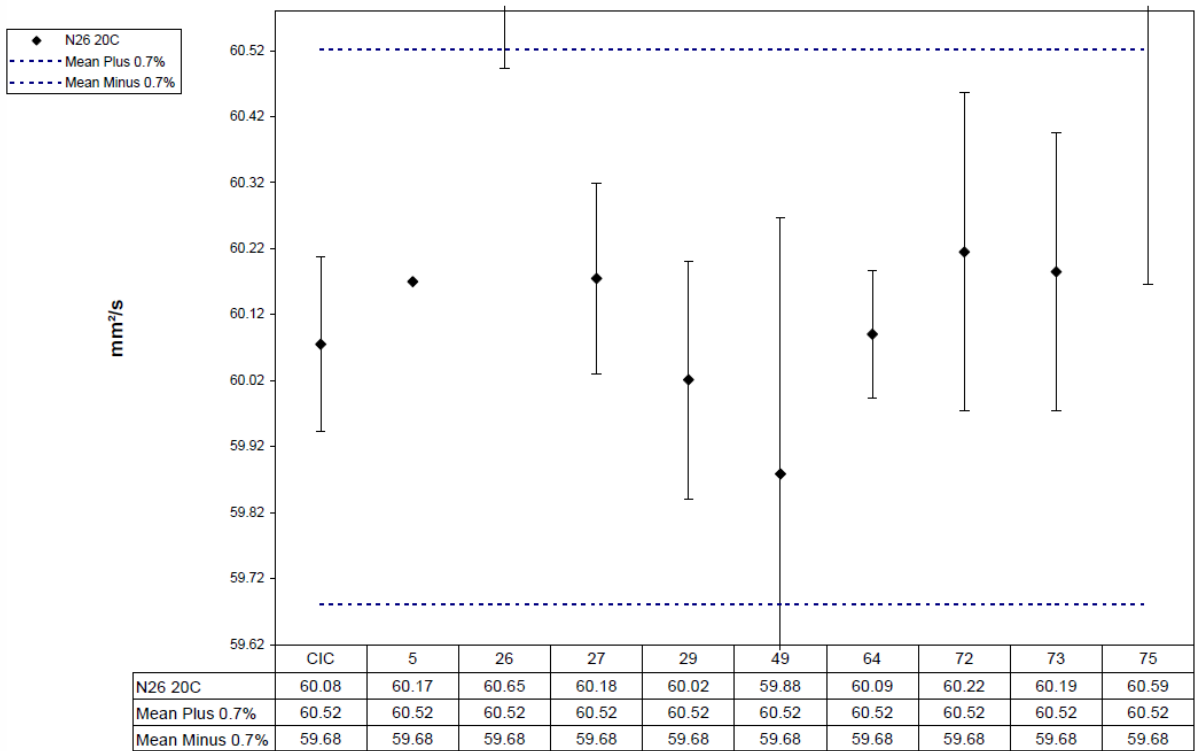
2008/2



20010/1



2010/2



Slovenský metrologický ústav
Karloveská 63, 842 55 Bratislava 4



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 009/04, Revízia 2

Slovenský metrologický ústav v súlade s ustanovením § 6 a § 32 ods. 2 písm. d) a zákona č. 142/2000 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 431/2004 Z. z. (ďalej len "zákon") na základe posúdenia **Súhrnnej správy pre revíziu národného etalónu viskozity č. 009/04 zo dňa 30.11.2010** 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 VISKOZITY KVAPALÍN

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

$m^2 \cdot s^{-1}$	kinematická viskozita,	$(4,0 \cdot 10^{-7} - 2,0 \cdot 10^{-1})$
	dynamická viskozita	$(4,0 \cdot 10^{-4} - 200) \text{ Pa} \cdot \text{s}$

**Názov a sídlo vlastníka etalónu: Slovenský metrologický ústav
Bratislava, Karloveská 63**

Osoba zodpovedná za etalón: Ing. Dušan Trochta

Dátum schválenia revízie: 15.12.2010

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávaní etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v súhrnnej správe **Súhrnnej správy pre revíziu národného etalónu viskozity č. 009/10**.

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.

Certifikát č. 009/10 Revízia 2, Revízia 1 nahrádza v plnom rozsahu certifikát 009/04 Revízia 1 zo dňa 15.12.2004.

Nadväznosť: na základné jednotky SI**Základné metrologické charakteristiky etalónu:**kinematická viskozita ($4,0 \cdot 10^{-7}$ - $2,0 \cdot 10^{-1}$) $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ s relatívnou kombinovanou štandardnou neistotou $u_c = 3,0 \cdot 10^{-4}$ - $5,0 \cdot 10^{-3}$ dynamická viskozita ($4,0 \cdot 10^{-4}$ - 200) Pa·s s relatívnou kombinovanou štandardnou neistotou $u_c = 3,0 \cdot 10^{-4}$ - $5,0 \cdot 10^{-3}$ **Zostava etalónu:****Súprava etalónových viskozimetrov č.1 - 500 mm kapilára**

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0c	51917	0,0029638	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51788	0,0112044	$6,0 \cdot 10^{-6}$
Ic	51816	0,031340	$2,1 \cdot 10^{-5}$
II	51792	0,124308	$9,8 \cdot 10^{-5}$
IIc	51797	0,32706	$3,1 \cdot 10^{-4}$
III	51928	1,1076	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51919	2,7765	$3,3 \cdot 10^{-3}$
IV	51805	12,449	$1,7 \cdot 10^{-2}$
IVc	51908	34,483	$5,5 \cdot 10^{-2}$
V	51932	85,129	$1,5 \cdot 10^{-1}$

Súprava etalónových viskozimetrov č.2 - 500 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0	51810	0,00121206	$3,7 \cdot 10^{-7}$
0c	51918	0,0029380	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51789	0,011768	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Ic	51817	0,031270	$2,2 \cdot 10^{-5}$
II	51793	0,122127	$9,6 \cdot 10^{-5}$
IIc	51799	0,31425	$2,9 \cdot 10^{-4}$
III	51929	1,0935	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51920	2,9277	$3,2 \cdot 10^{-3}$
IV	51806	12,233	$1,6 \cdot 10^{-2}$
IVc	51909	32,058	$4,8 \cdot 10^{-2}$
V	51933	83,182	$1,4 \cdot 10^{-1}$

Súprava etalónových viskozimetrov č.3 - 400 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0	51807	0,00125383	$3,7 \cdot 10^{-7}$
0c	51914	0,0030105	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51786	0,0115503	$6,1 \cdot 10^{-6}$
Ic	51812	0,032327	$2,2 \cdot 10^{-5}$

II	51794	0,123601	$9,7 \cdot 10^{-5}$
IIc	51800	0,31749	$3,0 \cdot 10^{-4}$
III	51925	1,1272	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51923	2,8473	$3,4 \cdot 10^{-3}$
IV	51802	12,332	$1,7 \cdot 10^{-2}$
IVc	51906	31,856	$5,1 \cdot 10^{-2}$
V	51434	86,357	$1,5 \cdot 10^{-1}$

Súprava etalónových viskozimetrov č.4 - 400 mm kapilára

Typové označenie	Výrobné číslo	Konštanta viskozimetra ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)	Neistota konštanty u_c ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$)
0	51808	0,00126139	$3,8 \cdot 10^{-7}$
0c	51915	0,0030140	$1,3 \cdot 10^{-6}$
I	51787	0,0117366	$6,2 \cdot 10^{-6}$
Ic	51813	0,032123	$2,2 \cdot 10^{-5}$
II	51795	0,122386	$9,6 \cdot 10^{-5}$
IIc	51801	0,32504	$3,0 \cdot 10^{-4}$
III	51926	1,1382	$1,2 \cdot 10^{-3}$
IIIc	51924	2,9467	$3,5 \cdot 10^{-3}$
IV	51803	12,527	$1,7 \cdot 10^{-2}$
IVc	51907	31,233	$5,0 \cdot 10^{-2}$
V	51435	82,460	$1,5 \cdot 10^{-1}$

Ostatné zariadenia

- 4 súpravy etalónových viskozimetrov SCHOTT, inv.č. III-03421-24
- Termostatizovaný kúpeľ pre kapilárne viskozimetre s regulátorom JULABO MW-Z, inv. č. III-6667 (s reguláciou teploty a stabilitou ± 5 mK v celom pracovnom priestore v rozsahu teplôt 20 °C až 60 °C)
- Stojany pre etalónové viskozimetre LAUDA, inv.č. III-03425-6
- Stojany pre etalónové viskozimetre s pohyblivými hlavicami SMU, inv.č. III-5872-9
- Automatické meracie zariadenie SMU s integrovaným frekvenčným čítačom Advantech PCL830 s priemernou relatívnou chybou merania časového intervalu a rozšírenou neistotou $(1,67 \pm 0,75) \cdot 10^{-6}$ s a sriadiacimi ventilmi, inv.č. III-6664
- Automatické meracie zariadenie
- Termostat Haake s kúpeľom, inv.č. III-7118
- Ponorný chladič Haake EK20, inv.č. III-6733
- Regulátor teploty Julabo DWZ, inv.č. III-6663
- Platinový odporový teplomer Pt25 Tinsley, inv.č. III-52 (s kombinovanou štandardnou neistotou merania teploty $\pm 0,005$ °C v rozsahu teplôt 20 °C až 60 °C)
- 71/2 miestny multimeter Prema 5017, inv. č. III-6667 (s neistotou merania odporu $\pm 0,6$ m Ω pri 25 Ω)
- Peristaltické čerpadlo ZALIMP PP-2B 15, bez inv.č.
- Personálny počítač k riadiacemu automatu, inv. č. III-6790
- Oscilačný hustomer MT DE 51, inv.č. III-7238
- Personálny počítač k osc. hustomeru, inv.č. 7369
- Viskozimeter Master kapilára III, inv.č. III-7534
- Viskozimeter 4 Ubbelohdeho K10, inv.č. 028-9750
- Viskozimeter 4 Ubbelohdeho K10, inv.č. 028-9751
- Viskozimeter 4C Ubbelohdeho K30, inv.č. 028-9752
- Viskozimeter 4C Ubbelohdeho K30, inv.č. 028-9753
- Viskozimeter 5 Ubbelohdeho K100, inv.č. 028-9754
- Viskozimeter 5 Ubbelohdeho K100, inv.č. 028-9755

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

Veličina : kinematická a dynamická viskozita kvapalín
Minimálna a maximálne hodnota: kinematická ($4,0 \cdot 10^{-7}$ - $2,0 \cdot 10^{-1}$) $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ resp.
dynamická viskozita ($4,0 \cdot 10^{-4}$ - 200) $\text{Pa} \cdot \text{s}$
Podmienky merania : teplota okolia (22 ± 5) $^{\circ}\text{C}$
Metóda: priama porovnávacía metóda; prenos referenčnými materiálmi
Relatívna rozšírená neistota $U = 6,0 \cdot 10^{-4}$ - $1,0 \cdot 10^{-2}$

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní: EUROMET.M.V-S4, EUROMET.M.V-S3,
CCM.V-K1, CCM.V-K2.A

Miesto uchovávaní a používania etalónu: Laboratórium Centra hmotnosti a tlaku č.
117,

objekt H
Slovenský metrologický ústav,

BRATISLAVA

.....
Ing. Dušan Trochta
osoba zodpovedná za etalón

.....
Ing. Robert Spurný, PhD.
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.*