

SÚHRNNÁ SPRÁVA

k previerke národného etalónu

Národný etalón: NE 027/02 Národný etalón spektrálnej transmitancie

**Osoba zodpovedná
za národný etalón:** Ing. Marta Obenrauchová

Správu vypracoval: Ing. Marta Obenrauchová

Bratislava, december 2010

OBSAH

SÚHRNNEJ SPRÁVY O NE SPEKTRÁLNEJ TRANSMITANCIE

Zoznam použitých symbolov a skratiek	3
Zoznam použitých termínov a definícií	3
1 Technicko-ekonomické zdôvodnenie potreby národného etalónu spektrálnej transmitancie	4
2 Podrobný popis národného etalónu spektrálnej transmitancie a samostatného prídavného spektrometrického zariadenia	7
2.1 Zostava národného etalónu spektrálnej transmitancie	7
2.2 Zostava samostatného prídavného spektrometrického zariadenia ku NE	8
2.3 Realizácia transmitančnej/absorbančnej stupnice národného etalónu	9
2.4 Realizácia transmitančnej/absorbančnej stupnice prídavného zariadenia etalónu	16
3 Špecifikácia metrologických charakteristík	23
3.1 Metrologické charakteristiky NE spektrálnej transmitancie (spektrometer Cary 4E)	23
3.1.1 Metrologické charakteristiky transmitančnej a absorbančnej stupnice etalónu	23
3.1.2 Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu	29
3.2 Metrologické charakteristiky samostatného prídavného zariadenia NE spektrálnej transmitancie (spektrometer Spekol 11)	47
3.2.1 Metrologické charakteristiky transmitančnej a absorbančnej stupnice prídavného spektrometra Spekol 11	47
3.2.2 Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky prídavného spektrometra Spekol 11	49
4 Prehľad výsledkov vývoja a výskumu a medzinárodných porovnaní	52
4.1 Technický stav národného etalónu spektrálnej transmitancie	52
4.2 Výsledky medzinárodných porovnávacích meraní	55
5 Inštitúcie, útvary a osoby zodpovedné za národný etalón spektrálnej transmitancie	60
6 Zoznam publikácií súvisiacich s národným etalónom spektrálnej transmitancie	60
7 Zoznam metrologických a technických predpisov súvisiacich s národným etalónom spektrálnej transmitancie	63
Príloha 1 Certifikát NE spektrálnej transmitancie č. 027/02 S:\PUBLIC\Pracovne dokumenty\Národné etalóny\Revizia NE\Povodne spravy\260\NE 027\PRILOHA 1 - certifikat NE c 027_02_povodny.pdf	65
Príloha 2 Certifikát NE spektrálnej transmitancie č. 027/04, Revízia 1 S:\PUBLIC\Pracovne dokumenty\Národné etalóny\Revizia NE\Povodne spravy\260\NE 027\PRILOHA 2 - certifikat NE c 027-04_Revizia 1.pdf	68
Príloha 3 Certifikát NE spektrálnej transmitancie č. 027/10, Revízia 2 – návrh S:\PUBLIC\Pracovne dokumenty\Národné etalóny\Revizia NE\Povodne spravy\260\NE 027\PRILOHA 3 - certifikat NE 027-2010_navrh k revizii 2 NE.pdf	74
Príloha 4 Pravidlá používania a uchovávanía národného etalónu spektrálnej transmitancie S:\PUBLIC\Pracovne dokumenty\Národné etalóny\Revizia NE\Povodne spravy\260\NE 027\PRILOHA 4-Pravidla pouz a uchov NE c 027.pdf	77

Zoznam použitých symbolov a skratiek

SMU	Slovenský metrologický ústav, Bratislava, SR
NIST	National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA
NPL	National Physical Laboratory, Londýn, U.K.
LNE	Laboratoire National d'Essais, Paríž, Francúzsko
BNM-INM	Bureau National de Métrologie-Institut National de Métrologie, Francúzsko
GUM	Glówny urzad miar, Warsawa, Poľsko
VNIIM	Vserossijskij naučno-issledovatel'skij institut metrologii imeni Mendelejeva, Sankt Peterburg, Rusko
UkrCSM	Ukrajinskij deržavnyj naukovo-virobničij centr standardizacii, metrologii ta sertifikacii, Kijev, Ukrajina
CESM	Centr etalonov, standardizacii i metrologii, Minsk, Bielorusko
NRIM	National Research Institute of Metrology
INIMET	Instituto Nacional de Investigaciones en Metrologia
SI	The International System of Units
ISO	International Organisation for Standardisation
CRM	certifikovaný referenčný materiál
SRM	Standard Reference Material
TPM	Technický predpis metrologický
SAT	Signal Averaging Time (integračný čas)
SŠP	spektrálna šírka pásma žiarenia
RŽ	rozptýlené žiarenie
<i>u</i>	kombinovaná štandardná neistota merania (v súlade so TPM 0051-93)
<i>U</i>	rozšírená neistota merania (v súlade so TPM 0051-93)
<i>u_A</i>	štandardná neistota merania typu A (v súlade so TPM 0051-93)
<i>u_B</i>	štandardná neistota merania typu B (v súlade so TPM 0051-93)
<i>s</i>	výberová smerodajná odchýlka (v súlade so STN 01 0115)
<i>n</i>	počet opakovaných meraní
<i>A(λ)</i>	absorbancia
<i>T(λ)</i>	spektrálna transmitancia
<i>λ</i>	vlnová dĺžka
<i>l</i>	hrúbka absorbujúcej vrstvy (dĺžka dráhy absorbujúceho žiarenia)
<i>t</i>	teplota
<i>ΔT</i>	odchýlka spektrálnej transmitancie od nominálnej hodnoty
<i>ΔA</i>	odchýlka absorbancie od nominálnej hodnoty
<i>Δλ</i>	odchýlka vlnovej dĺžky od nominálnej hodnoty
<i>k_A</i>	teplotný koeficient (čiastková zmena absorbancie na °C)

Zoznam použitých termínov a definícií

Zoznam termínov a definícií je uvedený v súhrnnej správe o etalóne (Bratislava, SMU, 2000). Použitá terminológia vychádza z noriem a predpisov uvedených v časti 7 tohto dokumentu.

Názov etalónu : Národný etalón spektrálnej transmitancie, NE č. 027

Forma a dátum vyhlásenia etalónu:

Osvedčenie o národnom etalóne pod číslom 027/02 zo dňa 25.7.2002 vydané UNMS SR v Bratislave (na základe Rozhodnutia č. 63/2002); certifikovaný Slovenským metrologickým ústavom (certifikát č. 027/02, príloha 1) 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 (na základe posúdenia návrhu na vyhlásenie komisiou zo dňa 23.11.2000).

Revízia 1 etalónu (2004):

Certifikát národného etalónu číslo 027/04, Revízia 1 (príloha 2), vydaný na základe posúdenia návrhu komisiou zo dňa 19.11.2004.

Revízia 2 etalónu (2010):

Certifikát národného etalónu číslo 027/10, Revízia 2 (príloha 3) - návrh nového certifikátu na schválenie komisiou.

Osoba zodpovedná za národný etalón: Ing. Marta Obenrauchová

1 Technicko-ekonomické zdôvodnenie potreby a výberu NE spektrálnej transmitancie

Jednou zo základných úloh SMU definovaných Štatútom SMU je výskum, vývoj, realizácia a medzinárodné porovnávanie primárnych etalónov a stupníc národohospodársky významných fyzikálnych veličín. Ako výsledok tejto činnosti je odovzdanie týchto stupníc do praxe - teda nadviazanie etalónov nižších rádov a ostatných meradiel na etalóny SMU.

Pre národný etalón spektrálnej transmitancie (UV-VIS molekulový absorpčný spektrometer Cary 4E, firma Varian) z toho vyplýva požiadavka realizácie transmitančnej stupnice s meracím rozsahom $(0 \div 100)$ % a/alebo absorbančnej stupnice s odpovedajúcim rozsahom $(0 \div \infty)$ v UV-VIS oblasti spektra v rozmedzí vlnových dĺžok $(180 \div 800)$ nm pre zvolenú spektrálnu šírku pásma žiarenia v rozmedzí $(0,1 \div 5,0)$ nm a jej odovzdanie (prenos) na ostatné meradlá spektrálnej transmitancie prostredníctvom certifikovaných referenčných materiálov (ďalej len CRM). Realizácia priameho korektného a nezávislého merania hodnôt spektrálnej transmitancie a odvodených veličín (absorbancie a absorpčného koeficienta) opticky priepustných látok je zabezpečená použitím primárnej metódy kalibrácie etalónu (pozri časť 2.3). V oblasti metrologických služieb SMU vykonáva kalibráciu optických filtrov a spektrometrických kyviet (intergrálna časť meradla spektrálnej transmitancie so známou vnútornou hrúbkou).

Pre splnenie tejto úlohy používa SMU prídavné zariadenia k NE potrebné pri jeho kalibrácii (dvojotvorová clona, opticky neutrálny zoslabovač a kalibračné lampy), zariadenia na meranie ovplyvňujúcich veličín (teplotný snímač, termostat, teplomer, RM rozptylu žiarenia) a zariadenia potrebné pri príprave a kalibrácii prenosných CRM ako aj pri kalibrácii optických filtrov a kyviet (špeciálne držiaky optických filtrov a kyviet; štandardná kyveta SRM 932; analytické váhy; odmerné nádoby; východiskové materiály vysokej čistoty; povrchovo upravené obalové materiály).

Metrológia spektrálnej transmitancie v oblasti UV-VIS molekulovej absorpčnej spektrometrie (ďalej len UV-VIS spektrometrie) má v systéme nadväznosti a kalibrácie meradiel významné postavenie, vyplývajúce najmä z týchto skutočností:

- 1) UV-VIS spektrometria patrí medzi najstaršie a najpoužívanejšie meracie techniky v chemickej analýze. Je rozšírená v základnom i v aplikovanom výskume, v priemysle, zdravotníctve, ako aj v ďalších významných odvetviach národného hospodárstva, kde sa prevádza analýza a kontrola rozmanitých druhov materiálov, najmä však v prevádzkových a klinických laboratóriách. Len v oblasti samotného zdravotníctva sa prevádza viac ako 95 % všetkých analýz práve spektrometrickými metódami.

- 2) Množstvo a rozmanitosť v praxi vykonávaných spektrometrických analýz, ako aj prudký rozvoj a rozmanitosť prístrojovej techniky a predovšetkým mimoriadne nároky na správnosť dosahovaných výsledkov.
 - 3) Spektrálna transmitancia a jej odvodené veličiny sú parametrami základného významu pri hodnotení analyzovaných látok a chemických zlúčenín, zvlášť keď slúžia nielen k hodnoteniu optických vlastností materiálu, ale aj pre analýzu systému, ktorého zloženie má mimoriadny význam pre ľudské zdravie a požadovanú kvalitu produkcie.
 - 4) Medzilaboratórne porovnávanie výsledkov meraní na národnej i medzinárodnej úrovni.
 - 5) V praxi ide o nepriamu metódu stanovenia koncentrácie analyzovanej látky prostredníctvom merania absorpcie žiarenia (spektrálnej transmitancie alebo absorbancie) v súlade s empiricky odvodeným Lambertovým-Beerovým zákonom, ktorý matematicky vyjadruje závislosť absorpcie žiarenia od koncentrácie absorbujúcej zložky a hrúbky absorbujúcej vrstvy (teda od vlastnosti materiálu). Metóda si vyžaduje používanie kalibrovannej spektrometrickej kyvety (ako integrálnej časti meradla spektrálnej transmitancie) so známou vnútornou hrúbkou. Jej kalibrácia sa realizuje priamym porovnaním so štandardnou kyvetou s presne dimenzovanou hrúbkou ($1,00000 \pm 0,00005$) cm na NE spektrálnej transmitancie, za použitia sady roztokov CRM pre UV-VIS spektrometriu (ide o nepriame využitie merania spektrálnej transmitancie pri etalonáži dĺžky dráhy absorbovaného žiarenia ako fyzikálnej veličiny, ktoré limituje presnosť jej merania).
 - 6) Spektrálna transmitancia je bezrozmerná veličina, definovaná pomerom prepusteného a dopadajúceho žiarivého toku na opticky priepustnú látku. Jej jednotka je nadviazaná na základné jednotky sústavy SI definične, prostredníctvom jednotky veličiny žiarivého toku *wat* ($W \equiv J \cdot s^{-1}$, $N \cdot m \cdot s^{-1}$, $kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$), odvodenej od jednotky veličiny žiarivej energie *joule* ($J \equiv W \cdot s$, $N \cdot m$, $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$) a od jednotky času *sekunda* (s). Absorbancia je bezrozmerná veličina, definovaná ako záporný logaritmus spektrálnej transmitancie (relatívne množstvo absorbovaného žiarenia). Jej jednotka je realizovaná prostredníctvom jednotky bezrozmernej veličiny spektrálnej transmitancie.
- Samotná definícia spektrálnej transmitancie alebo absorbancie umožňuje priamu realizáciu jednotky podľa definície (primárna metóda kalibrácie, nezávislá na použití RM).

V SMU Bratislava sa preto metrológii spektrálnej transmitancie venuje náležitá pozornosť, výsledkom ktorej je kvalita prístrojového vybavenia laboratória transmitancie SMU porovnateľná s úrovňou iných metrologicky vyspelých štátov.

Metódy UV-VIS spektrometrie sú založené na priamom meraní spektrálnej transmitancie alebo absorbancie (a nepriamo i absorpčného koeficienta) opticky priepustných látok pri požadovanej vlnovej dĺžke v súlade s Lambertovým-Beerovým zákonom (absorpcia žiarenia je úmerná hrúbke absorbujúcej vrstvy a koncentrácii absorbujúcej zložky).

Keďže spektrálna transmitancia a jej odvodené veličiny sú funkciou vnútorných vlastností materiálu, a tento parameter nie je a priori známy, musí sa stanoviť experimentálne. Konvenčne pravé hodnoty týchto veličín možno získať len za použitia korektného etalónového meracieho zariadenia, s dobre definovanými metrologickými charakteristikami (systematická chyba, štandardné neistoty typu A a B, a časová stálosť kalibrácie).

Pre zabezpečenie korektného merania a realizácie stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie a jej odvodených veličín, slúžil na Slovensku od roku 1989 až do roku 1996 pôvodný etalón spektrálnej transmitancie SMU (komerčný UV-VIS spektrometer Specord M42, NDR), nadviazaný na primárny etalón spektrálnej transmitancie NIST (USA) prostredníctvom štandardných referenčných materiálov. Uvedený spektrometer však nespĺňal technické ani metrologické kritéria, kladené na obdobné medzinárodne uznávané primárne etalóny v zahraničí (NIST USA, NPL U.K.). Vyznačoval sa totiž relatívne vysokým stupňom rozptýleného žiarenia, nakoľko jeho disperzné zariadenie pozostáva okrem iného, len zo vstupnej a výstupnej štrbiny a jednoduchého mriežkového monochromátora žiarenia. Monochromatické žiarenie opúšťajúce takýto monochromátor obsahuje 0,01 % až 0,1 % rozptýleného žiarenia, ktoré vzniká odrazom na stenách a vnútri monochromátora. Detegované rozptýlené žiarenie pred-

stavuje nežiadúce žiarenie, ktoré je odlišnej vlnovej dĺžky ako je spektrálny pás, na ktorý je spektrometer nastavený. Prispieva ku vzniku nepravých absorpčných pásov, k degradácii meranej hodnoty absorpcie alebo spektrálnej transmitancie a k odchýlkam od Lambertovho-Beerovho zákona. Rozptýlené žiarenie sa v premenlivom množstve vyskytuje vo všetkých spektrometroch. V prípade spektrometrov vo funkcii národných etalónov je jeho množstvo podstatne znížené použitím dvojitého monochromátora. Okrem toho, konštrukčné a technické prevedenie pôvodného etalónu neumožňovalo realizovať nezávislé metódy kalibrácie absorpčnej (transmitančnej/absorbančnej) stupnice, a stupnice vlnovej dĺžky ako parametra.

V rámci uvedeného pôvodného systému etalonáže boli vypracované technické predpisy metrologické TPM 7330-94 a TPM 7331-94 (metrologické požiadavky a metódy skúšania pri kalibrácii), a vyvinul sa súbor CRM pre UV-VIS spektrometriu, určených na kalibráciu pracovných meradiel spektrálnej transmitancie (prevádzkových UV-VIS spektrometrov).

Certifikované hodnoty vlnovej dĺžky, absorpcie, prípadne absorpčného koeficienta súboru CRM, stanovené certifikáciou na pôvodnom etalóne, boli tak zaťažené príliš vysokými hodnotami štandardných neistôt v dôsledku limitujúceho príspevku, ktorý prislúcha neistote certifikovaných hodnôt štandardného referenčného materiálu (ďalej len SRM) NIST, použitého pri kalibrácii pôvodného etalónu, čo znižovalo kvalitu CRM SMU. Kým odchýlky jednotlivých stupníc etalónu od nominálnych hodnôt príslušných veličín bolo možné eliminovať zavedením korekcií (certifikované hodnoty boli teda korektné a správne), neistota sa ale prenášala ďalej na pracovné meradlá pri ich kalibrácii prostredníctvom CRM.

V dôsledku neustáleho zvyšovania požiadaviek na dosahovanú správnosť a na neistoty spektrometrických meraní a meradiel spektrálnej transmitancie, čo priamo súvisí so zvyšovaním požiadaviek na znižovanie neistôt kalibrácie meradiel, bolo potrebné certifikovať tento súbor CRM na primárnom (národnom) etalóne (s dobre definovanými metrologickými charakteristikami, ktoré by boli určené nezávislými metódami kalibrácie), čím by sa mohlo dosiahnuť výrazné zníženie neistoty certifikovaných hodnôt predmetného súboru CRM a tým aj zvýšenie úrovne metrologického zabezpečenia UV-VIS spektrometrie. Za týmto účelom bol preto v roku 1996 zakúpený (v rámci projektu PHARE) UV-VIS spektrometer Varian Cary 4E (USA), ktorého technické parametre a metrologické charakteristiky spĺňajú kritéria kladené na obdobné medzinárodne uznávané primárne etalóny. V rámci budovania systému primárnej etalonáže sa tak vyvinul kvalitatívne nový súbor CRM, určených na kalibráciu pracovných meradiel spektrálnej transmitancie:

1. CRM stupnice vlnovej dĺžky-J01 (oxid holmia, Ho_2O_3), s rozšírenou neistotou certifikovaných hodnôt vlnovej dĺžky, $U(k=2) \leq 0,031$ nm, v spektrálnom rozsahu 240 nm až 640 nm pre spektrálnu šírku pásma žiarenia 1,0 nm (od roku 1999);
2. CRM stupnice vlnovej dĺžky-J01a (oxid neodýmu, Nd_2O_3), s rozšírenou neistotou certifikovaných hodnôt vlnovej dĺžky, $U(k=2) \leq 0,054$ nm, v spektrálnom rozsahu 575 nm až 865 nm pre spektrálnu šírku pásma žiarenia 1,0 nm (od roku 2006);
3. CRM absorbančnej stupnice-J02 (dichroman draselný, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), s rozšírenou neistotou certifikovaných hodnôt absorpcie, $U(k=2) \leq 0,0035$ pre absorbančnú hladinu v rozmedzí od 0,1 do 1,0, v spektrálnom rozsahu 235 nm až 350 nm pre spektrálnu šírku pásma žiarenia 1,0 nm (od roku 2003);
4. CRM absorbančnej stupnice-J03 (kobalt-nikel, Co-Ni), s rozšírenou neistotou certifikovaných hodnôt absorpcie, $U(k=2) \leq 0,0028$ pre absorbančnú hladinu v rozmedzí od 0,1 do 0,9, v spektrálnom rozsahu 302 nm až 678 nm pre spektrálnu šírku pásma žiarenia 1,0 nm (od roku 2004);
5. CRM heterochromatického rozptylu žiarenia-J04 (jodid draselný, KI), s rozšírenou neistotou certifikovanej hodnoty špecifického absorpčného koeficienta ($0,260 \text{ dm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$), $U(k=2) \leq 0,016 \text{ dm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ pre vlnovú dĺžku absorpčnej hrany 260 nm štandardného roz-

toku CRM (10 g.dm⁻³ KI s hrúbkou absorbujúcej vrstvy 1 cm) a spektrálnu šírku pásma žiarenia 0,2 nm (od roku 2007).

Vybudovaním systému primárnej etalonáže v oblasti UV-VIS spektrometrie na najvyššej štátnej úrovni sa sledovalo zvýšenie úrovne metrologického zabezpečenia spektrálnej transmitancie a odvodených veličín, dosiahnutie medzinárodnej akceptovateľnosti transmitančnej a absorbančnej stupnice etalónu a zabezpečenie nadväznosti ostatných meradiel spektrálnej transmitancie v zmysle jednotnosti a správnosti meradiel a meraní v tejto široko využívanej meracej technike chemickej analýzy.

Nový etalón spektrálnej transmitancie tak odstránil niektoré nedostatky pôvodného etalónu. Oproti relatívnym meraniam spektrálnej transmitancie a odvodených veličín, ktoré boli realizované na pôvodnom etalóne v priamej nadväznosti na primárny etalón spektrálnej transmitancie NIST, sa dosiahlo podstatné zníženie štandardných neistôt pri meraní spektrálnej transmitancie opticky priepustných látok. Limitujúcim príspevkom štandardnej neistoty pri stanovení konvenčne skutočnej (pravej) hodnoty spektrálnej transmitancie totiž bola neistota certifikovaných hodnôt štandardného SRM NIST, použitého pri kalibrácii pôvodného etalónu. Nový etalón umožňuje korektné a nezávislé meranie spektrálnej transmitancie. Jeho kalibrácia je totiž nezávislá na použití RM (pozri časť 2.3). Prenos stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie a stupnice hodnôt vlnovej dĺžky ako parametra sa realizuje prostredníctvom CRM. SMU zabezpečuje RM pre zákazníkov priamo, SLM ako medzičlánok nie je potrebný. V oblasti metrologických služieb SMU vykonáva kalibráciu optických filtrov a kyviet (integrálna časť meradla spektrálnej transmitancie so známou vnútornou hrúbkou). Priame tržby za CRM a MS naviazané na etalón spektrálnej transmitancie predstavujú okolo 16 000 EUR. Tieto CRM sa používajú priamo na kalibráciu meradiel spektrálnej transmitancie.

V roku 2004 bolo zakúpené samostatné prídavné meracie zariadenie (VIS spektrometer Spekol 11, Carl Zeiss Jena, NDR) ku národnému etalónu spektrálnej transmitancie č. 027, určené na realizáciu transmitančnej a absorbančnej stupnice vo VIS oblasti spektra v rozmedzí vlnových dĺžok (340÷850) nm pre fixnú (v praxi požadovanú) spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm. Realizácia hodnoty spektrálnej transmitancie a absorbančnej bola až do zaobstarania tohto prídavného zariadenia zabezpečovaná externe za použitia minimálne 3 spektrometrov typu Spekol 11 vybraného akreditovaného laboratória.

2 Podrobný popis národného etalónu spektrálnej transmitancie a samostatného prídavného spektrometrického zariadenia

2.1 Zostava národného etalónu spektrálnej transmitancie

Národný etalón spektrálnej transmitancie (ďalej len etalón) je prezentovaný dvojlúčovým UV-VIS molekulovým absorpčným spektrometrom Cary 4E (Varian, USA), ktorý poskytuje efektívnu spektrálnu šírku pásma žiarenia v rozmedzí od 0,1 nm do 5,0 nm v spektrálnom rozsahu vlnových dĺžok od 185 nm do 900 nm.

Základná zostava etalónu

1. štandardné zdroje žiarenia (deutériová D₂ lampa so spojitým spektrom v ultrafialovej oblasti a halogénová QI lampa so spojitým spektrom vo viditeľnej oblasti);
2. disperzný systém (dvojitý Littrowov mriežkový monochromátor žiarenia, s mriežkou 70 x 45mm, 1 200 čiar/mm pri 250 nm a s filtrovým predisperzátorom);
3. optický systém (dvojlúčový);
4. separačný lúčový systém (elektrický prerušovač lúča);
5. spektrometrický, teplotne stabilizovaný systém, prepojený s termostatom HAAKE DC3/B3 (sada kyvetových držiakov pre opticky priepustné kvapalné látky; štandardná pravouhlá spektrometrická kyveta NIST SRM 932 z nefluorescenčného kremenného skla pre ultrafialovú a viditeľnú oblasť spektra, s hrúbkou absorbujúcej vrstvy (1,00000 ± 0,00005) cm; sada držiakov pre opticky priepustné pevné látky, napr. filtre);

6. elektronický systém (fotoelektrický detektor žiarenia R928 PMT, zosilňovač, usmerňovač, signálové systémy, potenciometer);
7. odčítací, vyhodnocovací, riadiaci a zabezpečovací systém (počítač, záložný zdroj).

Systémové zariadenia etalónu

1. systém pre kontrolu stupnice vlnovej dĺžky a stupnice spektrálnej šírky pásma žiarenia (ortuťová príp. neónová, argónová, xenónová a kryptónová kalibračná lampa so samostatným napäťovým DC zdrojom - prídavné čiarové zdroje žiarenia zo spojitým spektrom v ultrafialovej a viditeľnej oblasti, inštalované spolu so štandardnými zdrojmi monochromatického žiarenia v cirkulačnom držiaku);
2. systém pre kontrolu spektrometrickej linearity a správnosti transmitančnej a absorbančnej stupnice, zabezpečujúci (okrem iného) nezávislé meranie spektrálnej transmitancie:
 - a) manuálne ovládaná dvojtvorová clona vo forme kovovej platne veľkosti (60x45) cm s dvoma nezávislými paralelnými pravouhlými okienkami veľkosti (15x10) mm pre svetelný lúč; maska s tromi otvormi a jedným uzáverom pre manuálne zatváranie a/alebo otváranie okienok;
 - b) automatizovaná dvojtvorová clona s maskou, držiakom a káblom na pripojenie k etalónu so softvérovo ovládaným zatváraním/otváraním okienok bez prerušenia merania;
3. systém pre nastavenie požadovanej intenzity žiarivého toku pri meraní (zoslabovač žiarenia vo forme cirkulačného opticky neutrálneho perforovaného kovového disku, lineárnej hustoty po obvode);
4. systém pre kontrolu a meranie teploty opticky priepustných kvapalných látok pri meraní (teplotný snímač).

Pomocné zariadenia etalónu (príp. prídavného spektrometrického zariadenia)

1. sklený teplomer;
2. analytické váhy AE 240S a AG 285; predvážky PM 6100;
3. termostat U10;
4. odmerné nádoby (banky, pipety);
5. muflová pec LM 212.11.

2.2 Zostava samostatného prídavného spektrometrického zariadenia ku národnému etalónu

Prídavné spektrometrické zariadenie etalónu je prezentované jednolúčovým VIS molekulovým absorpčným spektrometrom typu Spekol 11 (Carl Zeiss Jena), ktorý poskytuje fixnú efektívnu spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm v spektrálnom rozsahu vlnovej dĺžky od 340 nm do 850 nm.

Základná zostava prídavného spektrometrického zariadenia

1. zdroj žiarenia (halogénová WI lampa so spojitým spektrom vo viditeľnej oblasti);
2. disperzný systém (mriežkový monochromátor žiarenia s difrakčnou mriežkou 651 čiar/mm a receptormi žiarenia-modrý vákuový fotočlánok pre oblasť spektra od 340 nm do 620 nm; červený vákuový fotočlánok pre oblasť od 620 nm do 850 nm);
3. optický systém (jednolúčový);
4. spektrometrický systém (držiak pre opticky priepustné kvapalné a pevné látky; kalibrovaná pravouhlá spektrometrická kyveta z optického skla pre viditeľnú oblasť spektra s nominálnou hrúbkou absorbujúcej vrstvy 1 cm, nadviazaná na štandardnú kyvetu NIST SRM 932 z ne fluorescenčného kremenného skla pre ultrafialovú a viditeľnú oblasť spektra s certifikovanou hrúbkou absorbujúcej vrstvy $1,00000 \text{ cm} \pm 0,00005 \text{ cm}$);

5. elektronický systém (fotoelektrický detektor žiarenia M4FC 250 s multi alkalickou katódou; zosilňovač; usmerňovač; signálové systémy; potenciometer);
6. odčítací systém (digitálny číslicový display).

Systémové zariadenia prídavného spektrometrického zariadenia k národnému etalónu

1. systém pre kontrolu stupnice vlnovej dĺžky:
 - ortuťová (Hg) kalibračná lampa so samostatným napäťovým zdrojom (prídavný zdroj žiarenia so spojitým spektrom v ultrafialovej a viditeľnej oblasti, inštalovaný namiesto štandardného zdroja monochromatického žiarenia v čase kalibrácie);
 - CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU (Ho₂O₃), pôvodne kalibrovaný v akreditovaných laboratóriách mimo SMU na spektrometroch typu Spekol 11 (stupnica vlnovej dĺžky použitých meradiel bola kalibrovaná Hg kalibračnou lampou).
2. systém pre rutinnú (orientačnú) kontrolu transmitančnej a absorbančnej stupnice:
 - RM absorbančnej stupnice NIST SRM 930 (sada opticky neutrálnych sklenených filtrov s certifikovanými hodnotami spektrálnej transmitancie a absorbančie vo VIS oblasti spektra pre SŠP v rozmedzí od 2,2 nm do 6,5 nm).
3. systém pre rutinnú kontrolu spektrometrickej linearity (podmieňujúcej veľkosť systematickej chyby transmitančnej a absorbančnej stupnice) metódou svetelnej adície zoslabeného žiarenia, založenou na princípe sendvičového skladania dvojice nekalibrovaných sklenených opticky neutrálnych šedých filtrov typu MOM (metóda nevyžaduje znalosť absolútnej hodnoty meranej veličiny; jedná sa o sčítavanie a porovnávanie nameraných hodnôt).

Podrobné údaje o jednotlivých častiach základnej zostavy národného etalónu, jeho systémových a ostatných zariadeniach sú uvedené v tabuľkách 1 až 3. Podrobné údaje o jednotlivých častiach základnej zostavy samostatného prídavného spektrometrického zariadenia ku národnému etalónu a jeho systémových zariadení sú uvedené v tabuľkách 4 až 5. Podrobné údaje o pomocných zariadeniach národného etalónu a prídavného spektrometrického zariadenia sú uvedené v tabuľke 6.

Národný etalón spektrálnej transmitancie a jeho samostatné prídavné spektrometrické zariadenie slúžia za základ určovania hodnôt spektrálnej transmitancie a odvodených veličín pracovných meradiel spektrálnej transmitancie. Nadväznosť pracovných meradiel je zabezpečená prostredníctvom CRM.

2.3 Princíp merania a realizácie transmitančnej/absorbančnej stupnice etalónu

Spektrálna transmitancia, absorbančia a absorpčný koeficient sú veličiny charakterizujúce absorpciu žiarenia. Absorpcia žiarenia v oblasti UV-VIS molekulovej absorpčnej spektrometrie (ďalej len UV-VIS spektrometrie) je spôsobená interakciou molekúl alebo iónov opticky priepustných látok s elektromagnetickým žiarením v oblasti vlnových dĺžok (180÷800) nm.

Vzťah medzi absorpciou žiarenia (spektrálnou transmitanciou, absorbanciou a absorpčným koeficientom), hrúbkou absorbujúcej vrstvy a koncentráciou absorbujúcej zložky analyzovanej látky vyjadruje empiricky odvodený Lambertov-Beerov zákon z roku 1852. Podľa tohto zákona, pri prechode rovnobežných zväzkov s monochromatickým žiarivým tokom, $\Phi_0(\lambda)$, klesá prepustený žiarivý tok, $\Phi(\lambda)$ exponenciálne s hrúbkou absorbujúcej vrstvy, l a s počtom absorbujúcich častíc (molekúl, iónov), N v objemovej jednotke, t.j. s koncentráciou absorbujúcej zložky, c' :

$$\Phi(\lambda) = \Phi_0(\lambda) \cdot 10^{-\varepsilon c'(\lambda) l} \quad (1)$$

kde

- $\Phi(\lambda)$ je prepustený spektrálny žiarivý tok, vo W (J.s⁻¹),
- $\Phi_0(\lambda)$ je dopadajúci spektrálny žiarivý tok, vo W (J.s⁻¹),
- l je dĺžka dráhy absorbovaného žiarenia (hrúbka absorbujúcej vrstvy), v m (cm),

- c' je koncentrácia absorbujúcej zložky, napr. koncentrácia látkového množstva (c) v $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ ($\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$); hmotnostná koncentrácia (ρ) v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($\text{kg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) a pod.,
- $\varepsilon_c(\lambda)$ je špecifický molárny absorpčný koeficient, v $\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ ($\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$), príp. špecifický hmotnostný absorpčný koeficient, v $\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}$ ($\text{l}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$) a pod., podľa toho v akých jednotkách sa vyjadri koncentrácia (c') absorbujúcej zložky v roztoku. Je závislý od chemickej štruktúry látky a od vlnovej dĺžky prechádzajúceho žiarenia.

Pre vyjadrenie závislosti absorpcie žiarenia od koncentrácie absorbujúcej zložky je vhodné vzťah (1) logaritmovať, čím sa z exponenciálnej závislosti stane lineárna. Zaviedli sa bezrozmerné veličiny absorbancia, $A(\lambda)$, a spektrálna transmitancia, $T(\lambda)$.

Absorbancia, $A(\lambda)$, definovaná ako záporný logaritmus spektrálnej transmitancie (relatívne množstvo absorbovaného žiarenia) je lineárnou funkciou koncentrácie:

$$A(\lambda) = \log \frac{\Phi_o(\lambda)}{\Phi(\lambda)} = -\log \frac{\Phi(\lambda)}{\Phi_o(\lambda)} = -\log T(\lambda) = \varepsilon(\lambda) \cdot c' \cdot l, \quad (2)$$

Spektrálna transmitancia, $T(\lambda)$, definovaná pomerom prepusteného spektrálneho žiarivého toku a dopadajúceho spektrálneho žiarivého toku popisuje straty žiarenia pri jeho prechode látkou:

$$T(\lambda) = \Phi(\lambda) / \Phi_o(\lambda) = 10^{-\varepsilon(\lambda) \cdot c' \cdot l} = 10^{-A}, \quad (3)$$

Spektrálna transmitancia môže nadobudnúť hodnoty ($0 \div 100$) % a absorbancia nadobúda odpovedajúce hodnoty ($0 \div \infty$).

Stupnica spektrálnej transmitancie (ako z uvedeného vyplýva) je definovaná nastavením meracieho signálu na nulu pri uzavretom výstupe žiarenia z monochromátora a na 100 % pri otvorenom výstupe (bez vzorky v lúči). Ak existuje lineárny vzťah medzi žiarivým tokom (Φ) dopadajúcim na fotodetektor, prípadne stupňom jeho zoslabenia (Φ/Φ_o) a príslušnou odozvou fotodetektora (meranou hodnotou fotoprúdu, fotonapätia alebo transmitancie), potom je stupnica absolútne správna. Prípadná nelinearita produkuje odchýlky stupnice od nominálnych hodnôt. Merané hodnoty spektrálnej transmitancie a absorbancie je preto potrebné korigovať vzhľadom na uvedené experimentálne stanovené odchýlky vplyvom nelinearity detektora.

Konvenčne pravé (skutočné) hodnoty spektrálnej transmitancie a absorbancie možno teda získať len za použitia korektného meracieho zariadenia s dobre definovanými metrologickými charakteristikami transmitančnej/absorbačnej stupnice a stupnice vlnovej dĺžky ako parametra pri zohľadnení všetkých faktorov, ktoré môžu ovplyvniť meranú hodnotu veličiny (napr. hrúbka absorbujúcej vrstvy analyzovanej látky, stav jej povrchu, teplota, spektrálna stabilita, pH, čistota a homogenita použitých východiskových materiálov, rozptyl žiarenia, polarizácia, fluorescencia, reflexia, interferencia a pod.). Pre zabezpečenie a realizáciu korektného merania je potrebné definovať všetky experimentálne podmienky, vplyvové faktory a parametre použitého meracieho zariadenia.

Realizácia a uchovávanie stupnice spektrálnej transmitancie/absorbancie národného etalónu spektrálnej transmitancie SMU, ako aj korektné meranie spektrálnej transmitancie alebo absorbancie a prenos jednotky prostredníctvom CRM je v súlade s celosvetovým trendom (najmä však s trendom vedúcich národných metrologických laboratórií NIST a NPL). Pri kalibrácii sa používa primárna double aperture metóda (DAM) stanovenia chyby spektrometrickej linearity a z nej vyplývajúcej systematickej chyby (odchýlky) stupnice, v súlade s inštrukciou (Francis R.: UV Instruments at work UV-62: Measuring photometric accuracy using the double aperture method, Varian Australia Pty Ltd, 1993). Túto metódu, ktorú v roku 1968 prvýkrát použil Clark v NPL, používa väčšina metrologických laboratórií pri kalibrácii národných etalónov. Metóda je založená na princípe svetelnej aditívnosti kontinuálne zoslabovoného žiarenia po

prechode dvomi nezávislými otvormi dvojotvorovej clony jednotlivo, alebo súčasne. Je nezávislá na použití CRM, vlnovej dĺžke, spektrálnej šírke pásma žiarenia, teplote a pod.

Princíp metódy spočíva v sčítavaní nameraných hodnôt spektrálnej transmitancie zoslabeného svetelného lúča prechádzajúceho otvormi (a) a (b) jednotlivo, za následného porovnania takto sčítaných hodnôt spektrálnej transmitancie s nameranou hodnotou spektrálnej transmitancie rovnako zoslabeného svetelného lúča prechádzajúceho oboma otvormi súčasne ($a + b$).

Pre spektrometricky lineárny, a správny systém platí:

$$T_{\text{nam}}(a) + T_{\text{nam}}(b) = T_{\text{nam}}(a + b), \quad (4)$$

kde

$T_{\text{nam}}(a), T_{\text{nam}}(b)$ je hodnota spektrálnej transmitancie nameraná pri prechode svetelného lúča otvorom (a) alebo otvorom (b), jednotlivo;
 $T_{\text{nam}}(a + b)$ je hodnota spektrálnej transmitancie nameraná pri prechode svetelného lúča otvormi (a) a (b) súčasne.

Systematická chyba transmitančnej (alebo absorbančnej) stupnice, ΔT ($\Delta A = -\Delta T/2,3T$) pre jednotlivé stupne zoslabenia monochromatického žiarenia, odpovedajúce transmitančným (absorbančným) hladinám 100; 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125 %T (0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5) sa stanoví za nasledovných predpokladov:

Nech

$$T_{\text{nam}}(x) = T(x) + \Delta T(x), \quad (5)$$

kde

$T_{\text{nam}}(x)$ je nameraná hodnota spektrálnej transmitancie;
 $T(x)$ je skutočná (aktuálna) hodnota spektrálnej transmitancie;
 $\Delta T(x)$ je systematická chyba stupnice na transmitančnej hladine, x .

Z definície spektrometrickej linearity spektrometrickeho systému pre dvojicu rovnakých nezávislých otvorov (a) a (b), vyplýva:

$$E(a,b) = [T_{\text{nam}}(a) + T_{\text{nam}}(b) - T_{\text{nam}}(a + b)]/2, \quad (6)$$

kde

$E(a,b)$ je chyba spektrometrickej linearity na príslušnej hladine $T(a+b)/2$;
 $T_{\text{nam}}(a), (b)$ je nameraná hodnota spektrálnej transmitancie zoslabeného svetelného lúča, prechádzajúceho otvormi (a) a (b), jednotlivo;
 $T_{\text{nam}}(a + b)$ je nameraná hodnota spektrálnej transmitancie rovnako zoslabeného svetelného lúča, prechádzajúceho oboma otvormi (a) a (b) súčasne;

a po dosadení výrazu $T_{\text{nam}}(x)$ zo vzťahu (2), pre chybu spektrometrickej linearity dostaneme nasledovny vzťah:

$$E(a,b) = [\Delta T(a) + \Delta T(b) - \Delta T(a + b)]/2 \quad (7)$$

Ak je $T_{\text{nam}}(a + b) = T(a + b) = 100 \%T$, použijúc vzťah (2) je potom $\Delta T(a + b) = 0$, a ak dva svetelné toky prechádzajúce otvormi (a) a (b) sú rovnako nastavené, potom pre chybu spektrometrickej linearity na transmitančnej hladine 50%T, vyplýva:

$$E(50,50) = \Delta T(50) \quad (8)$$

Ak je potom monochromatické žiarenie prechádzajúce oboma otvormi zoslabené na 50%, potom pre chybu spektrometrickej linearity na transmitančnej úrovni 25%T, vyplýva:

$$\begin{aligned} E(25,25) &= [\Delta T(25) + \Delta T(25) - \Delta T(50)]/2 = \\ &= \Delta T(25) - 1/2\Delta T(50) \end{aligned} \quad (9)$$

S týmto procesom zoslabovania monochromatického žiarenia, a merania sa pokračuje kontinuálne v šiestich stupňovitých krokoch až do získania chýb spektrometrickej linearity pre transmittančné hladiny 12,5%T; 6,25 a 3,125%T.

Pre systematickú chybu (odchýlku nominálnych hodnôt) transmittančnej stupnice $\Delta T(x)$, na príslušnej transmittančnej hladine, x (100; 50; 25; 12,5; 6,25 a 3,125%T), vyplýva:

$$\begin{aligned}\Delta T(100) &= 0 \\ \Delta T(50) &= E(50,50) \\ \Delta T(25) &= E(25,25) + 1/2\Delta T(50) \\ \Delta T(12,5) &= E(12,5;12,5) + 1/2\Delta T(25) \\ \Delta T(6,25) &= E(6,25;6,25) + 1/2\Delta T(12,5) \\ \Delta T(3,125) &= E(3,125;3,125) + 1/2\Delta T(6,25)\end{aligned}\quad (10)$$

Systematická chyba absorbančnej stupnice, $\Delta A(x)$ pre odpovedajúce absorbančné hladiny, x (0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 a 1,5) sa potom stanoví prepočtom, podľa vzťahu:

$$\Delta A(x) = -\Delta T(x)/(2,3T(x)), \quad (11)$$

ktorý bol odvodený deriváciou definičného vzťahu pre absorbanciu ($A = -\log T$):

$$dA = \frac{\partial A}{\partial T} \cdot dT = \frac{\partial}{\partial T}(-\log T) \cdot dT = -\frac{dT}{T \cdot \ln 10} = -\frac{dT}{2,3 \cdot T} \quad (11a)$$

Príklad záznamu takéhoto kontinuálneho merania chýb spektrometrickej linearity etalónu, a následného stanovenia odpovedajúcej systematickej chyby transmittančnej alebo absorbančnej stupnice na jednotlivých hladinách pre štandardnú vlnovú dĺžku (a spektrálnu šírku pásma žiarenia) 565(1,0) nm a integračný čas (SAT) 1s, je uvedený v internom návode na kalibráciu stupnice.

Odchýlky stupnice spektrálnej transmittancie (ΔT) alebo absorbančie ($\Delta A = -\Delta T/2,3T$) slúžia ku korekcii nameraných hodnôt analyzovaných látok, v súlade so vzťahom (5), a podľa vzťahov (13) alebo (15).

Technika merania spektrálnej transmittancie vzorky:

1. Meranie: $T_0, T_{100}, T_i, T_{100}, T_i, T_{100}, T_i, T_{100}, \dots, T_0$ - merané po sebe pre kontrolu driftu, kde

T_i - sp. transmittancia vzorky: (vzorka-tma)/(referencia-tma) i -tej série meraní ($i = 1, \dots, n$);
 T_0 - sp. transmittancia zablokovaného žiarenia (tma);
 T_{100} - sp. transmittancia referencie (vzduch alebo blank) bez vzorky v lúči.

2. Zjavná transmittancia (T'_{nam}):

$$T'_{nam} = [\sum_{i=1}^n (T_i - T_{0,av}) / (T_{100(blank),av} - T_{0,av})] \cdot 100/n, \quad (12)$$

kde

$T_{0,av}$ je priemer 2 hodnôt T_0 ;
 $T_{100,av}$ je priemer 2 príslušných hodnôt T_{100} okolo T vzorky;
 T_i je sp. transmittancia vzorky i -tej série meraní ($i = 1, \dots, n$).

3. Výsledok merania: skutočná (konvenčne pravá) korigovaná hodnota (T''_{nam}):

$$T''_{nam} = (T_{kor}) = T'_{nam} - \Delta T = T'_{nam} + \text{korekcia}, \quad (13)$$

kde

ΔT je odchýlka stupnice vplyvom nelinearity detektora v absolútnych %-ách.

4. Počet cyklov opakovaných meraní:

10 meraní pre každú nezávislú sériu ($i = 1, \dots, n$).

Technika merania spektrálnej absorbančie vzorky je nasledovná:

1. Meranie: $A_0, A_i, A_0, A_i, A_0, A_i, \dots, A_0$ - merané po sebe pre kontrolu driftu, kde
 A_i - absorbančia vzorky (vzorka-referencia(vzduch alebo blank)) i -tej série meraní ($i = 1, \dots, n$);
 A_0 - absorbančia referencie (vzduch alebo blank) bez vzorky v lúči.
2. Zjavná transmitancia (A'_{nam}):

$$A'_{nam} = [\sum_{i=1}^n (A_i - A_{0,av})] / n, \quad (14)$$

kde

- $A_{0,av}$ je priemer 2 príslušných hodnôt A_0 okolo hodnoty A_i vzorky;
 A_i je absorbančia vzorky i -tej série meraní ($i = 1, \dots, n$).

3. Výsledok merania: skutočná (konvenčne pravá) korigovaná hodnota (A''_{nam}):

$$A''_{nam} = (A_{kor}) = A'_{nam} - \Delta A = A'_{nam} + \Delta T / (2,3T) = A'_{nam} + \text{korekcia}, \quad (15)$$

kde

- ΔA je odchýlka stupnice vplyvom nelinearity detektora.

4. Počet cyklov opakovaných meraní:

10 meraní pre každú nezávislú sériu ($i = 1, \dots, n$).

Meranie na etalóne je teda založené na princípe priameho korektného a nezávislého merania hodnôt spektrálnej transmitancie alebo absorbančie pri požadovanej vlnovej dĺžke a spektrálnej šírke pásma žiarenia v súlade s Lambertovým-Beerovým zákonom o absorpcii žiarenia (absorpcia žiarenia je úmerná hrúbke absorbujúcej vrstvy a koncentrácii vzorky). Jedná sa o absolútne meranie spektrálnej transmitancie alebo absorbančie, nakoľko kalibrácia stupnice sa realizuje primárnou metódou, nezávislou na použití RM.

Pre zabezpečenie a realizáciu korektného merania je potrebné definovať všetky experimentálne podmienky, vplyvové faktory a parametre meracieho zariadenia:

- spektrometrická linearita je kritickým parametrom, ktorý podmieňuje veľkosť systematickej chyby transmitančnej/absorbančnej stupnice, ako ústrednej časti etalónu. Chyba linearit (a odpovedajúca systematická chyba stupnice) je základnou metrologickou charakteristikou etalónu. Ako už bolo uvedené, stanovuje sa primárnou DAM metódou. Odchýlky transmitančnej ($\leq 1,4 \cdot 10^{-2} \%T$) alebo absorbančnej stupnice ($\leq 6,3 \cdot 10^{-4}$) od nominálnych hodnôt slúžia ku korekcii nameraných hodnôt spektrálnej transmitancie a absorbančie analyzovaných látok. Časová stálosť kalibrácie transmitančnej stupnice ($\leq 1 \cdot 10^{-3} \%T$) alebo absorbančnej stupnice ($\leq 8 \cdot 10^{-5}$) predstavuje najväčší príspevok štand. neistoty typu B. Rozšírená neistota kalibrácie stupnice spektrálnej transmitancie neprevyšuje hodnotu $6,6 \cdot 10^{-3} \%T$ (pozri metrologické údaje v tabuľkách 7 až 10 v časti 3.1.1, príp. certifikáty NE v prílohách 1 až 3 tohto dokumentu). Rozšírená neistota prenosu jednotky absorbančie do praxe prostredníctvom CRM ($K_2Cr_2O_7$ a Co-Ni) je $\leq 3,4 \cdot 10^{-3}$.
- odchýlka stupnice vlnovej dĺžky etalónu je významná z hľadiska korektnosti nominálnych hodnôt, ako aj z hľadiska vplyvu na hodnotu meranej veličiny. Odchýlky stupnice od nominálnych hodnôt $\leq 6,5 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$ pre SŠP 1 nm (stanovené metódou priameho merania a porovnávania spektrálnej polohy dobre definovaných emisných čiar Hg príp. inej kalibračnej lampy) slúžia ku korekcii nameraných hodnôt vlnovej dĺžky analyzovanej látky alebo sa zohľadňujú vo výslednej neistote nameraných hodnôt spektrálnej transmitancie a absorbančie. Časová stálosť kalibrácie stupnice ($\leq 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$) predstavuje najväčší príspevok štandardnej neistoty typu B. Rozšírená neistota kalibrácie stupnice neprevyšuje hodnotu $2,9 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$ (pozri metrologické údaje v tabuľkách 12 až 15 v časti 3.1.2, príp. certifikáty NE v prílohách 1 až 3 tohto dokumentu). Rozšírená neistota prenosu jednotky vlnovej dĺžky do praxe prostredníctvom CRM (Ho_2O_3 a Nd_2O_3) je $\leq 5,4 \cdot 10^{-2} \text{ nm}$.

- odchýlka stupnice spektrálnej šírky pásma žiarenia etalónu ovplyvňuje merané hodnoty spektrálnej transmitancie a odvodených veličín analyzovaných látok ako aj hodnoty vlnovej dĺžky. Odchýlka stupnice $\leq 4,0 \cdot 10^{-2}$ nm od nominálnej hodnoty 1,0 nm (stanovená sledovaním šírky pásma emisnej Hg čiary trojuholníkovej symetrie pri 435,83 nm v polovičnej výške, kde je približne rovná prístrojovej SŠP) je bez významného vplyvu.
- rozptýlené žiarenie predstavuje nežiaduce žiarenie, ktoré sa v premenlivom zastúpení vyskytuje v každom spektrometri. Spôsobuje (o.i.) odchýlky od Lambertovho-Beerovho zákona. Množstvo rozptýleného žiarenia sa stanovuje metódou priameho merania za použitia NIST SRM 2030 (KI) s ostrou absorpčnou hranou pri 260 nm, za ktorou neprepúšťa primárne žiarenie zdroja, okrem rozptýleného. Zložka štandardnej neistoty typu B meraných hodnôt absorpcie (v rozmedzí od 0,1 do 1,5) vplyvom zisteného rozptylu žiarenia etalónu 0,0065 %T (príp. jeho pomerného množstva 0,000065) je rádovo 10^{-9} až 10^{-6} .
- parametre spektrometrickej kyvety
 - hrúbka absorbujúcej vrstvy (dĺžka dráhy svetelného lúča, vymedzená vnútornými stenami optických okienok kyvety), vychádzajúc zo vzťahu (2) a (3), je limitujúcim parametrom pri meraní spektrálnej transmitancie a odvodených veličín a musí byť presne špecifikovaná (kalibrovaná). Pri meraní na etalóne sa používa štandardná kyveta SRM 932 (NIST) s presne dimenzovanou hrúbkou ($1,00000 \pm 0,00005$) cm, na ktorú sa nadväzujú ostatné kyvety v štáte. Rozšírená neistota (kalibrácie hrúbky kyvety) prenosu jednotky dĺžky do praxe je rádovo 10^{-3} cm.
 - čistota optických okienok kyvety je jedným z kľúčových faktorov pri meraní. Ku znečisteniu vonkajších stien opt. okienok dochádza pri manipulácii s kyvetou, kým znečistenie vnútorných stien opt. okienok je dôsledkom kontaminácie vzorkou. Opticky čistá kyveta pre UV-VIS oblasť spektra (naplnená redestilovanou vodou) nesmie prekročiť hodnotu absorpcie 0,093 pri 240 nm a hodnotu absorpcie 0,035 pri 650 nm. Kyveta má slúžiť len ako držiak vzorky a nesmie byť mechanicky ani inak poškodená (škrabance, korózia, a pod.).
 - nerovnoběžnosť (príp. rozdielna hrúbka) stien opt. okienok môže ovplyvniť meranie transmitancie, absorpcie a absorpčného koeficienta z hľadiska uhla dopadu svetelného lúča na vzorku v kyvete. Tento vplyv možno eliminovať zaistením rovnakej orientácie kyvety počas série meraní. Najlepšie je nevyberať kyvetu z prístrojového držiaka počas série meraní a výmenu roztokov v kyvete zabezpečiť pipetou Pasteurovho typu.
 - identita dvojice kyviet pri priamom diferenčnom meraní roztoku vzorky vzhľadom na referenčný roztok. Identita dvojice kyviet (korekcia meracej kyvety), naplnených redestilovanou vodou, nesmie prekročiť hodnotu absorpcie 0,01. Vplyv neidentity dvojice kyviet možno eliminovať použitím jednej kyvety pre referenčný i vzorkový roztok.

Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú neistotu výsledkov merania patria okrem faktorov súvisiacich so samotným etalónom aj ďalšie faktory. Tieto sú spojené s vlastnosťami analyzovaných látok a podmienkami merania (napr. hrúbka absorbujúcej vrstvy pevnej látky, stav jej povrchu, teplota, integračný čas, data interval, spektrálna stabilita, pH, čistota a homogenita použitých východiskových materiálov a pod.) a väčšinou prevyšujú neistotu súvisiacu so samotným etalónom. Najväčší príspevok predstavuje zložka štandardnej neistoty prislúchajúca spektrálnej nestabilite analyzovanej látky v čase. Medzi najvýznamnejšie z vyššie uvedených faktorov patria:

- koncentrácia
 - využíva sa v procese prípravy sady roztokov CRM absorbančnej stupnice s odstupňovaným obsahom absorbujúcej zložky, ktorý odpovedá optimálnemu meraciemu rozsahu stupnice spektrálnej transmitancie v rozmedzí ($10 \div 90$) %T a meraciemu rozsahu stupnice absorpcie v rozmedzí ($0,3 \div 1,5$);
 - využíva sa v procese prípravy roztokov CRM stupnice vlnovej dĺžky pre nastavenie primeranej veľkosti spektrálnej polohy maxima/minima absorčných pásov;

- využíva sa v procese prípravy CRM rozptylu žiarenia a pri nepriamom stanovení špecifického absorpčného koeficienta tohto CRM, ako aj pri prenose tejto jednotky do praxe; použité odmerné banky sú kalibrované na presný objem gravimetricky s redestilovanou vodou (hustota vody je určená na základe tabuliek BIPM) a váhy sú kalibrované pomocou závaží nadviazaných na NE hmotnosti SMU.

Pre užívateľa nie je potrebná znalosť koncentrácie, nakoľko sa nejedná o CRM zloženia.

- teplota
 - využíva sa ako pomocný parameter pri príprave sady roztokov CRM a pri zabezpečovaní teploty používania a uchovávaní etalónu a CRM, kde sa používa teplomer s rozlíšením 0,1°C až 0,2°C nadviazaný prostredníctvom etalónového odporového snímača teploty Geraberg na NE teplotnej stupnice SMU 020/A s nadväznosťou na medzinárodnú teplotnú stupnicu v zmysle dokumentu ITS90;
 - využíva sa pri kalibrácii sady roztokov CRM, optických filtrov a kyviet a pri určovaní teplotných koeficientov prenosných CRM, kde sa používa termostat s rozlíšením 0,1°C a teplotný snímač s rozlíšením 0,01°C nadviazaný na NE teplotnej stupnice SMU 020/A s nadväznosťou na medzinárodnú teplotnú stupnicu v zmysle dokumentu ITS90.

Polarizácia, reflexia, interferenčné javy a fluorescencia predstavujú ďalšie potenciálne faktory, ktoré ovplyvňujú neistotu výsledkov merania:

- vplyv polarizácie a reflexie je vďaka špičkovému konštrukčnému prevedeniu etalónového zariadenia (najmä však jeho optických častí vysokej kvality), redukovaný na minimum.
- vzorkový a referenčný svetelný lúč sú polarizované identicky. Lúče sú pritom polarizované len čiastočne (kolimované žiarenie).
- reflexia žiarenia od optických častí, mriežky monochromátora, prípadne stien kyvety, vedie zvyčajne ku vzniku rozptýleného žiarenia. Keďže množstvo rozptýleného žiarenia 0,0065 %T príp. jeho pomerného množstva 0,000065 prítomného v etalóne je nevýznamné, predpokladali sme, že k uvedeným reflexným javom pravdepodobne nedochádza.
- ku vzniku interferenčných javov dochádza pri meraní spektrálnej transmitancie alebo absorbančie pevných opticky priepustných látok vo forme sklenených optických filtrov, najmä však pri ich skladaní (takéto merania neboli zatiaľ robené, a preto sme sa nezaoberali sledovaním tohto vplyvu).
- vplyv fluorescencie je eliminovaný používaním štandarnej kyvety SRM 932 z taveného nefluorescenčného kremenného skla.

Princíp realizácie transmitančnej/absorbančnej stupnice etalónu a korektného merania spektrálnej transmitancie a absorbančie opticky priepustných látok pri danej vlnovej dĺžke je podrobne popísaný v záverečnej správe úlohy č. 200 330 (Bratislava, SMU, január 1999), zameranej na prípravu primárneho etalónu spektrálnej transmitancie na vyhlásenie za národný etalón, ktorá bola oponovaná v marci 1999 a v internom návode na kalibráciu etalónu.

Podrobný rozbor neistôt a možných zdrojov chýb pri meraní je uvedený v príslušných pracovných postupoch SMU na kalibráciu súboru CRM pre UV-VIS spektrometriu a na kalibráciu optických filtrov a kyviet.

2.4 Realizácia transmitančnej/absorbančnej stupnice prídavného zariadenia etalónu

Realizácia a uchovávanie transmitančnej/absorbančnej stupnice samostatného prídavného spektrometrického zariadenia etalónu s fixnou spektrálnou šírkou pásma žiarenia 11,0 nm a rozsahom vlnovej dĺžky v rozmedzí (340÷850) nm, ako aj korektné meranie spektrálnej transmitancie a absorbančie je zabezpečená v nadväznosti na národný etalón spektrálnej transmitancie SMU č. 027, v záujme dodržiavania jednotnosti a správneho merania v štáte:

- kalibrácia stupnice vlnovej dĺžky prídavného zariadenia sa realizuje prostredníctvom CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU (Ho_2O_3), pôvodne kalibrovaného externe v akreditovanom laboratóriu na spektrometroch typu Spekol 11 s kalibrovanou stupnicou vlnovej dĺžky za použitia Hg kalibračnej lampy;
- kalibrácia transmitančnej a absorbančnej stupnice prídavného zariadenia prostredníctvom opticky neutrálnych filtrov NIST SRM 930 je len orientačná, nakoľko hodnoty spektrálnej transmitancie a absorbančie tohto SRM sú certifikované pre SŠP v rozmedzí od 2,2 nm do 6,5 nm. Namerané hodnoty spektrálnej transmitancie a absorbančie opticky priepustných látok pre SŠP 11,0 nm sú preto nadviazané na odpovedajúce hodnoty, stanovené na národnom etalóne pre štandardnú SŠP 1,0 nm, a to na základe zhodnotenia:
 - vplyvu odchýlky požadovanej SŠP od štandardnej SŠP (a z toho vyplývajúceho zvýšeného stupňa rozptylu žiarenia) na hodnoty absorbančie, prislúchajúcemu zhoršenej kvalite monochromatického žiarenia (stanovený z rozdielu odpovedajúcich si hodnôt absorbančie pre dané SŠP); tento vplyv predstavuje najväčší príspevok;
 - prípadne aj vplyvu odchýlky od linearitu závislosti medzi odpovedajúcimi hodnotami absorbančie radu identických roztokov kalibrovaného CRM, stanovených pri požadovanej a štandardnej SŠP (zisteného vynesím grafickej závislosti $A_{11} = f(A_1)$ za použitia metódy najmenších štvorcov) pre špecifické hodnoty vlnovej dĺžky za inak rovnakých podmienok (koncentrácia, teplota, hrúbka absorbujúcej vrstvy); tento vplyv je zanedbateľný;
- okrem toho spektrálna transmitancia a absorbančia opticky priepustných látok je závislá od hrúbky absorbujúcej vrstvy analyzovanej opticky priepustnej látky, stavu jej povrchu, teploty, spektrálnej stability, pH, parametrov kyvety, čistoty a homogenity použitých východiskových materiálov; preto je potrebné zhodnotiť a zohľadniť aj tieto faktory;
- interferenčné javy, polarizácia, fluorescencia a reflexia predstavujú ďalšie faktory, ktoré je potrebné zvážiť (v tomto prípade sme predpokladali, že sa navzájom vykompenzujú vďaka veľkému počtu opakovaných meraní, a výrazne neovplyvnia výslednú štandardnú neistotu typu B).

Tabuľka 1 Základná zostava etalónu spektrálnej transmitancie - prehľad jednotlivých častí (miestnosť H-319)

Por. č.	Názov zariadenia	Základné technické parametre	Výrobca	Typ	Výr. č.	Rok nákupu	Inv. č.	Periódka kalibr.	Nadväzosť
Etalónové zariadenie - základná zostava									
1	UV-VIS spektrometer:	(185÷900) nm	Varian	Cary 4E	EL96063243	1996	III-07237	5 rokov	interná kalibrácia nezávislá na RM
1.1	zdroj UV žiarenia (deutériova lampa)	(185÷380) nm		D ₂ E	zabudované				
1.2	zdroj VIS žiarenia (halogénová lampa)	(380÷900) nm		QI	zabudované				<u>vlnová dĺžka</u>
1.3	disperzný systém (dvojitý mriežkový monochromátor s filtrovým predisperzátorom)	(70 x 45) mm 1200 čiar/mm pri 250 nm		Littrow	zabudované				spektrálne kalibračné lampy: Hg, Ne, Ar (definičná metóda)
1.4	spektrometrický systém: a) transmitančná stupnica, $T(\lambda)$ b) absorbančná stupnica, $A(\lambda)$	(0,00000÷2,00000) ± 9,999999			zabudované				<u>spektrálna transmitancia</u>
1.5	elektronický systém (fotoelektrický detektor, ...)			R928 PMT	zabudované				dvojotvorová clona (primárna m. kalibrácie NIST a NPL)
1.6	odčítací, vyhodnocovací a riadiaci systém - počítač - monitor - tlačiareň	DVD LCD farebná	- China Japan	COMPAQ SAMSUNG OKI C110	369304-003 MY19H9FS838023D EB99121688A0	2010 2010 2010	III-07237 III-07237 III-07237	- - -	- - -
1.7	zabezpečovací systém: záložný zdroj	UPS ON-line	Elteco	PS 10N	211615503002	2001	III-07121	-	-
2	termostat obehový DC3/B3 (PID regulátor)	(20÷150)°C; stab.0,01°C; objem 3L prietok 12,5L/min	Haake	003-0357	196012594/059	1996	III-07237	5 rokov	NE SMU č. 020/A
3	štandardná 1 cm spektrometrická kyveta pre UV-VIS (kalibrovaná výrobcom)	$l: (1,00000 \pm 0,00005) \text{ cm}$	NIST	SRM 932	126		-	neobmedzená	NE NIST
4	dvojica pravouhlých 1 cm sp. kyviet pre UV-VIS (kalibrované NE SMU č. 027)	$l_1: (0,9977 \pm 0,0011) \text{ cm}$ $l_2: (0,9979 \pm 0,0011) \text{ cm}$	Varian	6Q	-	1996	Certifikát o kal. č. 306/260 02/04	neobmedzená	kyveta SRM 932 NIST (NE SMU č.027)
5	sada prietokových držiakov pravouhlých 1 cm kyviet pre kvapalné látky	temperovateľný plášť s pripojením na termostat	Varian	-	EL96062002-3	1996	III-07237	nekalibruje sa	-
6	náhradný prietokový držiak pravouhlých 1 cm kyviet pre kvapalné látky	temperovateľný plášť s pripojením na termostat	Varian	-	-	2010	III-07237	nekalibruje sa	-
7	sada štandardných držiakov pravouhlých 1 cm kyviet pre kvapalné látky	bez temperovateľného plášťa	Varian	-	-	1996	III-07237	nekalibruje sa	-

Tabuľka 2 Prehľad systémových zariadení etalónu spektrálnej transmitancie používaných pri kalibrácii etalónu (miestnosť H-319)

Por. č.	Názov zariadenia	Základné technické parametre	Výrobca	Typ	Výr. č.	Rok nákupu	Inv. č.	Periódka kalibrácie	Nadväzosť
Pridavné systémové zariadenia									
1	Hg kalibračná lampa (súčasť etalónu)	(253,65÷579,07) nm	Varian/Jelight Company Inc.	6035	0416	1996	III-07237	neobmedzená	výrobca
2	Hg kalibračná lampa (náhradná)	(253,65÷579,07) nm	Varian/Jelight Company Inc.	6035	1022	2000	III-07042	neobmedzená	výrobca
3	Hg kalibračná lampa (náhradná)	(253,65÷579,07) nm	Varian/Jelight Company Inc.	6035	výr. séria B3682	2009	III-07237	neobmedzená	výrobca
4	Ar kalibračná lampa	(696,54÷842,46) nm	LOT/Oriel Instruments	6030	13010286	2001	III-07237	neobmedzená	výrobca
5	Ne kalibračná lampa	(585,25÷743,89) nm	LOT/Oriel Instruments	6032	15011030	2001	III-07237	neobmedzená	výrobca
6	Kr kalibračná lampa	(758,74÷1816,73) nm	LOT/Oriel Instruments	6031	14011031	2002	III-07237	neobmedzená	výrobca
7	Xe kalibračná lampa	(823,16÷992,32) nm	LOT/Oriel Instruments	6033	17012085	2002	III-07237	neobmedzená	výrobca
8	DC zdroj ku Ar, Ne, Kr a Xe kalibračnej lampe	25 A; napájací zdroj pre ceruzkové spektrálne lampy s prevádzkovým prúdom do 20 mA	LOT/Oriel Instruments	6060	1100	2001	III-07237	nekalibruje sa	-
9	držiak pre kalibračné lampy (Ne, Ar, Xe, Kr)		LOT/Oriel Instruments	-	-	2001	-	nekalibruje sa	-
10	dvojtvorová clona	rozмеры clony: (60x45) cm rozмеры otvorov: (15x10) cm	Varian	-	-	1997	III-07237	nekalibruje sa	-
11	zoslabovač žiarenia	cirkulačný opt. neutrálny kovový disk lineárnej hustoty po obvode	Varian	-	EL96053122	1996	III-07237	nekalibruje sa	-
12	teplotný snímač s prísluškou (káble, držiaky s pravouhlou a kúžeľ. koncovkou)	(20÷100)°C/d: 0,01°C	Varian	Cary 09-1429	EL99093583	1999	III-07237	1x/5 rokov	NE SMU č. 020/A
13	sada ND filtrov fotometr. linearitu s držiakom	pre VIS rozsah (185÷350) nm	Varian	NG opt. sklo		2009	III-07237	nekalibruje sa	-
14	sada ND a modrých filtrov s držiakom		Varian			2009	III-07237	nekalibruje sa	-
15	automatizovaná dvojtvorová clona	samostatný merací blok s káblom na pripojenie k NE č. 027	Varian	UV 0912M304	15/1/10	2010	III-07237	nekalibruje sa	-

Tabuľka 3 Prehľad ostatných zariadení etalónu sp. transmitancie potenciálne používaných pri meraní a rutínnej kontrole etalónu (miestnosť H-319)

Por. č.	Názov zariadenia	Zákl. technické parametre	Výrobca	Typ	Výr. č.	Rok nákupu	Inv. č.	Periódka kalibrácie	Nadväzosť
Ostatné prídavné a meracie zariadenia									
1	sada polohovateľných držiakov pravouhlých kyviet do 10 cm pre kvapalnú látku	univerzálne použitie pre rôzne hrúbky kyviet, bez temperovateľného plášťa	Varian	Cary	-	1996	III-07237	nekalibruje sa	-
2	sada spektrom. RM STARNA 4UVR	kontrola parametrov etalónu	Starna	4UVR	-	1996	III-07237	neobmedzená	výrobca
3	sada držiakov pre pevné látky (opt. filtre, clony, a pod.) a koncový nosič	univerzálne použitie pre pevné látky rôznych typov, tvarov a veľkostí	Varian	Cary	-	1999	III-07237	nekalibruje sa	-
4	sada 2 držiakov pre pravouhlé kyvety, opt. filtre a clony s hrúbkou do 10 cm	univerzálne použitie pre rôzne dĺžky do 10 cm a šírku do 1 cm, bez temper. plášťa	Varian	Cary	-	2003	II-028-9862 II-028-9863	nekalibruje sa	-
5	prietokový držiak pravouhlých 5 cm kyviet pre kvapalnú látku	temperovateľný plášť s pripojením na termostat	Techno-centrum	modif. Cary	-	2001	II-22077	nekalibruje sa	-
6	magnetický držiak pre pevné látky s nastaviteľným kruhovým otvorom	univ. pre pevné látky rôznych typov, tvarov, veľkostí	Varian	Cary	-	2001	III-07237	nekalibruje sa	-
7	dvojica pravouhlých 1 cm sp.kyviet pre UV-VIS (kalibrované NE SMU č. 027)	vnútorná hrúbka 10 mm	Varian	6Q	-	1999	III-07237	neobmedzená	SRM 932 kyvetaNIST
8	dvojica pravouhlých 5 cm sp.kyviet pre UV-VIS (kalibrované NE SMU č. 027)	vnútorná hrúbka 50 mm	Starna	21Q	-	2001	III-07237	neobmedzená	SRM 932 kyvetaNIST
9	náhradný zdroj UV žiarenia (deutériová lampa)	(185÷380) nm	Varian	D ₂ E	-	2009	III-07237	nekalibruje sa	-
10	náhradný zdroj VIS žiarenia (halogénová lampa)	(380÷900) nm	Varian	QI	-	2009	III-07237	nekalibruje sa	-
11	zdrojová doska -PWB Hg Lamp Supply		Varian	Cary	-	2009	zabudované	nekalibruje sa	-
12	zdrojová doska-Assy PWB Motor Drive		Varian	Cary	-	2009	zabudované	nekalibruje sa	-
13	nastaviteľný držiak pre pravouhlé 1 cm kyvety	regulovateľnosť zvislej pozície kyvety	Varian	Cary	-	2009	III-07237	nekalibruje sa	-
14	sada spektrometrických RM	kontrola parametrov etalónu	Starna	4UVR	-	1996	III-07237	neobmedzená	výrobca
15	CRM Std. 1404	pre USP test etalónu	Refmacal	1404	séria 308	2010	III-07237	neobmedzená	výrobca
16	Film holder (zásobník/kazeta)	160 mm				2010	III-07237	nekalibruje sa	-
17	software S/W CARY WIN EASY UV	SCAN PKG	Varian	Cary	-	2001	II-018-25	nekalibruje sa	-
18	software ADL CARY RBA Series II	WinUV RBA	Varian	Cary	-	2010	II-23913	nekalibruje sa	-
19	sada náradia		Varian	Cary	-	2009	III-07237	nekalibruje sa	-

Tabuľka 4 Základná zostava prídavného spektrometrického zariadenia ku etalónu sp. transmitancie - prehľad jednotlivých častí (miestnosť H-319)

Por. č.	Názov zariadenia	Základné technické parametre	Výrobca	Typ	Výr. č.	Rok nákupu	Inv. č.	Periódka kalibrácie	Nadväzosť
Etalónové zariadenie - základná zostava									
1	VIS spektrometer:	(340÷850) nm	Carl Zeiss Jena	Spekol 11	831 282	2004	III-07423	pred kalibráciou CRM SMU	NE SMU č. 027 za použitia CRM SMU (J01, J03) a Hg kalibračná spektr. lampa
1.1	zdroj VIS žiarenia (halogénová lampa)	(340÷850) nm		WI	zabudované				
1.2	disperzný systém (mriežkový monochromátor a receptori žiarenia – modrá a červená fotodióda)	651 čiar/mm		difrakčná mriežka	zabudované				
1.3	spektrometrický systém:								
1.4	a) transmittančná stupnica, $T(\lambda)$	(0,0000÷1,0000) ± 2,0000							
1.4	b) absorbančná stupnica, $A(\lambda)$			M4FC 250	zabudované				
1.5	elektronický systém (fotoelektrický detektor, ...) odčítací (ovládací systém)	digitálny display (tlačítkový)			zabudované				
3	dvojica pravouhlých 1 cm sp. kyviet pre VIS č. 1-2 (kalibrované NE SMU č. 027)	$l_1:(0,9969\pm 0,0011)$ cm $l_2:(0,9956\pm 0,0011)$ cm	Carl Zeiss Jena	VIS Glass Kleinkuvette	10.002	2004	príslušenstvo	neobmedzená	SRM 932 kyvetaNIST
4	dvojica pravouhlých 1 cm sp. kyviet pre VIS č. 1-2 (kalibrované NE SMU č. 027)	$l_1:(1,0029 \pm 0,0011)$ cm $l_2:(1,0024 \pm 0,0011)$ cm	Carl Zeiss Jena	VIS Glass Kleinkuvette	10.003	2004	príslušenstvo	neobmedzená	SRM 932 kyvetaNIST
5	dvojica pravouhlých 1 cm sp. kyviet pre VIS č. 3-4 (kalibrované NE SMU č. 027)	$l_3:(1,0052 \pm 0,0011)$ cm $l_4:(1,0016 \pm 0,0011)$ cm	Carl Zeiss Jena	VIS Glass Kleinkuvette	10.003	2004	príslušenstvo	neobmedzená	SRM 932 kyvetaNIST
6	štandardný extinkčný nástavec (držiak) pravouhlých kyviet pre kvapalné látky	1 cm	Carl Zeiss Jena	EK1	-	2004	príslušenstvo	nekalibruje sa	-
7	modifik. extinkčný nástavec (držiak) pravouhlých kyviet pre pevné látky	1 cm	Carl Zeiss Jena	EK1 (modif.)	-	2004	príslušenstvo	nekalibruje sa	-

Tabuľka 5 Prehľad systémových zariadení prídavného spektrometra Spekol 11 ku NE č. 027 používaných pri jeho kalibrácii (miestnosť H-319)

Por. č.	Názov zariadenia	Základné technické parametre	Výrobca	Typ	Výr. č.	Rok výroby (nákupu)	Inv. č.	Periódka kalibrácie (kontroly)	Nadväzosť
Prídavné systémové zariadenia									
1	Hg kalibračná lampa trubicová so samostatným napájacím zdrojom	(253,65÷579,07) nm	Carl Zeiss Jena	HgE/2	0416	-	-	neobmedzená	výrobca
2	Hg kalibračná lampa ceruzková so samostatným napájacím zdrojom	(253,65÷579,07) nm	BHK Inc. Pamona	Hg	1303	-	-	neobmedzená	výrobca
3	CRM stupnice vlnovej dĺžky	(240÷640) nm	SMU	oxid holmia	J01	podľa certifikátu	-	neobmedzená počas expiračnej doby	NE SMU č.027
4	CRM absorbančnej stupnice	absorbancia (0,1÷0,9) pri 395 nm, 512 nm a 678 nm	SMU	kobalt-nikel	J03	podľa certifikátu	-	neobmedzená počas expiračnej doby	NE SMU č.027
5	CRM absorbančnej stupnice pre orientačné stanovenie systematickej chyby	absorbancia : (0,5 ÷ 1,0) sp. transmitancia: (0,1 ÷ 0,3)	NIST	opt. neutrálne sklené filtre	SRM 930	podľa certifikátu	-	neobmedzená počas expiračnej doby	NE NIST
6	sada opt. filtrov pre orientačné stanovenie chyby spektrometrickej linearity	absorbancia: (0,1 ÷ 1,5) sp. transmitancia: (0,03 ÷ 0,8)	MOM	opt. neutrálne sklené filtre	MOM 202	-	súčasť odpísaného spektrometra MOM 202 (III-1861)	nekalibruje sa	-

Tabuľka 6 Prehľad pomocných prístrojov a zariadení NE č. 027 a jeho prídavného sp. zariadenia (používaných pri príprave a kalibrácii CRM)

Por. č.	Názov zariadenia	Základné technické parametre	Výrobca	Typ	Výr. č.	Rok výroby	Inv. č.	Umies-tnenie	Periódka kalibrácie	Nadväzosť
Pomocné prístroje a zariadenia										
1	sklený teplomer ortuťový	(+15 až +65)°C/d: 0,2°C	Labortherm-N	PGW 006	-	1989	-	H-319	3 roky	NE SMU č. 020/A
2	analytické váhy	(0÷41,0000) g/d: 0,01 mg (0÷205,000) g/d: 0,1 mg	Mettler	AE 240S	G 23051	1987	III-5492	I-228b	2 roky	etalónové závažia tr. presnosti E1
3	analytické váhy elektronické	200/40 g//d: 0,1/0,01 mg reprodukovateľnosť: 0,2/0,05 mg	Mettler Toledo	AG 285	1122131984	2003	III-7348	H-308	3 roky	etalónové závažia triedy presnosti E1
4	predvážky	(0÷6100,00) g/d: 0,01g	Mettler Toledo	PM 6100	M 63552	1992	III-6103	I-228b	2 roky	etalónové závažia
5	termostat obehový	(0÷200)°C stabilita 0,1°C	VEB Prüfgeräte Werk/Dresden	U10	13886	1969	II-21216	I-234	nekalibruje sa	-
6	odmerné banky	menovitý objem 100 mL	Kavalier	sklo (simax)	-	-	-	H-319	neobmedze-ná	hustota red. vody (BIPM tab. 2001) PP SMU09/220/00
7	muflová pec	(100÷1200)°C stabilita 1°C zobrazenie teploty	VEB Elektro Bad Frankenhause	LM 212.11	792	1988	III-5522	H-308	8 rokov	NE SMU č. 020/A
8	muflová pec	(100÷1200)°C stabilita 1°C zobrazenie teploty	VEB Elektro Bad Frankenhause	LM 212.11	004	1986	III-5287	I-228	5 rokov	NE SMU č. 020/A

3 Špecifikácia metrologických charakteristík

3.1 Metrologické charakteristiky národného etalónu spektrálnej transmitancie (UV-VIS spektrometra Cary 4E)

3.1.1 Metrologické charakteristiky transmittančnej a absorbančnej stupnice etalónu

Kompletné metrologické charakteristiky stupnice za sledované obdobie 11 rokov (systematická chyba, neistota, časová stálosť), určené kalibráciou za použitia primárnej nezávislej "double aperture" metódy stanovenia chyby spektrometrickej linearity (pozri časť 2.3) a z nej vyplývajúcej odchýlky stupnice od nominálnych hodnôt pre spektrálny rozsah vlnovej dĺžky (200–850) nm, spektrálnu šírku pásma žiarenia v rozmedzí 0,1 nm až 5,0 nm a integračný čas v rozmedzí 1 s až 10 s (relatívne ku štandardnej vlnovej dĺžke 565 nm, spektrálnej šírke pásma žiarenia 1,0 nm a integračnému času 1s), sú uvedené v tabuľkách 7a) až 7d) a 8a) až 8d). Princíp uvedenej metódy je podrobne popísaný v záverečnej správe úlohy č. 200 330 (január 1999), v súlade s inštrukciou UV Instruments at work UV-62: Measuring photometric accuracy using the double aperture primary method (Varian Australia Pty Ltd, November 1993) a v internom návode na kalibráciu etalónu.

Základné metrologické charakteristiky stupnice (zhrnuté v tabuľkách 9 a 10) sú deklarované v príslušnom certifikáte NE (prílohy 1-3).

Zistená systematická chyba stupnice (odchýlka od nominálnej hodnoty) slúži ku korekcii nameraných hodnôt spektrálnej transmitancie alebo absorbančie analyzovanej látky. Štandardné neistoty typu A a B slúžia spolu s ďalšími zložkami neistôt k odhadu štandardnej kombinovanej prípadne rozšírenej neistoty nameraných hodnôt spektrálnej transmitancie alebo absorbančie.

Štandardná neistota typu A je rovná výberovej smerodajnej odchýlke výberového priemeru (výberová smerodajná odchýlka, definovaná v súlade so STN 01 0115, delená druhou odmocninou z počtu opakovaných meraní pri kalibrácii).

Štandardná neistota typu B prislúcha jednotlivým zložkám štandardných neistôt pochádzajúcich z rôznych zdrojov (časová stálosť kalibrácie, vlnová dĺžka, spektrálna šírka pásma žiarenia, integračný čas). Príklad bilancie hodnôt jednotlivých zložiek štandardnej neistoty typu B (vrátane zložky štandardnej neistoty vplyvom zmien časovej stálosti kalibrácie stupnice za 5,5 roka) a hodnoty výslednej štandardnej neistoty typu B pri kalibrácii transmittančnej alebo absorbančnej stupnice etalónu je uvedený v tabuľke 11a) a 11b). Podrobný rozbor neistôt a možných zdrojov chýb je uvedený v správe vedeckovýskumnej úlohy č. 200 330 (január 1999) a v internom návode na kalibráciu etalónu.

Príklad výsledku kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu pre nominálnu hodnotu absorbančie 0,9 vrátane zavedenia korekcií a odhadu kombinovanej štandardnej neistoty korigovanej (konvenčne pravej) hodnoty absorbančie je uvedený v súhrnnej správe o etalóne (február 2000).

Príklad výsledku stanovenia konvenčne pravých hodnôt absorbančie analyzovanej látky vrátane zavedenia korekcií a odhadu štandardných neistôt je pre CRM absorbančnej stupnice ($K_2Cr_2O_7$), uvedený v súhrnnej správe o etalóne (február 2000). Podrobný rozbor neistôt a možných zdrojov chýb pri meraní je uvedený v správe vedeckovýskumnej úlohy č. 200330 (január 1999) a v príslušných pracovných postupoch SMU na kalibráciu CRM absorbančnej stupnice J02 ($K_2Cr_2O_7$) a J03 (Co-Ni) a CRM rozptylu žiarenia J04 (KI) pre UV-VIS spektrometriu ako aj na kalibráciu optických filtrov a kyviet. Rozšírená neistota prenosu jednotky absorbančie do praxe prostredníctvom CRM ($K_2Cr_2O_7$ a Co-Ni) je $\leq 3,4 \cdot 10^{-3}$.

Tabuľka 7a)

Systematická chyba a časová stálosť kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu

λ (SŠP) (nm)	%T	Absolútna systematická chyba								Zmena časovej stálosti							Časová stálosť		
		0. m (05/98)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	5 r	11 r	
565(1,0)	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
	50	-0,014	-0,013	-0,013	-0,014	-0,013	-0,013	-0,014	-0,015	+0,001	+0,002	-0,0001	+0,0008	+0,001	-0,0001	-0,0007	0,002	0,002	
	25	-0,014	-0,013	-0,013	-0,014	-0,014	-0,013	-0,014	-0,014	+0,001	+0,001	-0,0004	+0,0005	+0,001	+0,00007	-0,0002	0,001	0,001	
	12,5	-0,011	-0,010	-0,010	-0,011	-0,011	-0,011	-0,011	-0,010	+0,0003	+0,001	-0,0004	-0,0006	-0,0005	+0,00003	0,0004	-0,001	-0,001	
	6,25	-0,0072	-0,0071	-0,0068	-0,0070	-0,0075	-0,0071	-0,0072	-0,0070	+0,0002	+0,0004	+0,002	-0,0003	+0,0001	-0,00002	0,0002	0,0004	0,0004	
	3,125	-0,0045	-0,0044	-0,0043	-0,0044	-0,0047	-0,0045	-0,0046	-0,0041	+0,0001	+0,0002	+0,001	-0,0001	+0,0001	-0,00005	0,0004	0,0002	0,0004	

Tabuľka 7b)

Štandardné neistoty typu A a B kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu v n-tom mesiaci (roku)

λ (SŠP) (nm)	%T	Neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci								Neistota typu B, u_B v n-tom mesiaci							
		0. m (05/98)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	0. m (05/98)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)
565(1,0)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	0,00043	0,00039	0,00053	0,00084	0,0015	0,00060	0,00084	0,0024	0,0021	0,0023	0,0023	0,0021	0,0021	0,0022	0,0021	0,0021
	25	0,00063	0,00072	0,00062	0,00095	0,0015	0,00092	0,00078	0,0023	0,0013	0,0014	0,0014	0,0013	0,0014	0,0015	0,0013	0,0013
	12,5	0,00055	0,00067	0,00054	0,00087	0,0012	0,0013	0,00070	0,0019	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
	6,25	0,00042	0,00044	0,00032	0,00059	0,00072	0,00079	0,00049	0,0013	0,00097	0,00097	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	3,125	0,00025	0,00029	0,00020	0,00041	0,00056	0,00047	0,00044	0,00082	0,00058	0,00059	0,00059	0,00059	0,00059	0,00058	0,00058	0,00062

Tabuľka 7c)

Výsledné štandardné neistoty typu A v n-tom mesiaci a výsledné maximálne štandardné neistoty typu A a B kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu za n- mesiacov (rokov)

λ (SŠP) (nm)	%T	Výsledná neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci/roku							Výsledná maximálna neistota typu A, u_A za n- mesiacov (rokov)							Výsledná max. neistota typu B, u_B za n- mesiacov (rokov)						
		1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	max/1 m (06/98)	max/5 m (11/998)	max/1,5 r (11/99)	max/2,5 r (12/00)	max/3,5 r (12/01)	max/5 r (03/03)	max/11 r (04/09)	max/1 m (06/98)	max/5 m (11/998)	max/1,5 r (11/99)	max/2,5 r (12/00)	max/3,5 r (12/01)	max/5 r (03/03)	max/11 r (04/09)
565 (1,0)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	0,00058	0,00069	0,00095	0,0016	0,00074	0,00095	0,0024	0,00058	0,00069	0,00095	0,0016	0,0016	0,0016	0,0024	0,0021	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023	0,0023
	25	0,00096	0,00089	0,0011	0,0016	0,0011	0,0010	0,0024	0,00096	0,00096	0,0011	0,0016	0,0016	0,0016	0,0024	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0015	0,0015	0,0015
	12,5	0,00087	0,00077	0,0010	0,0013	0,0014	0,00090	0,0019	0,00087	0,00087	0,0010	0,0013	0,0014	0,0014	0,0019	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013
	6,25	0,00061	0,00053	0,00072	0,00085	0,00092	0,00065	0,0014	0,00061	0,00061	0,00072	0,00085	0,00092	0,00092	0,0014	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	3,125	0,00039	0,00032	0,00049	0,00062	0,00055	0,00052	0,00086	0,00039	0,00039	0,00049	0,00062	0,00062	0,00062	0,00086	0,00058	0,00059	0,00059	0,00059	0,00059	0,00059	0,00059

Poznámka:

- a) výsledná štand. neistota typu A časovej stálosti kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu v n-tom mesiaci bola stanovená zlúčením štandard. neistôt typu A, zistených pri kalibrácii a kontrole časovej stálosti kalibrácie uvedených v tabuľke 7b), podľa vzťahu $u_A = \sqrt{u_{A,0}^2 + u_{A,n}^2}$
- b) výsledná maximálna štand. neistota typu A časovej stálosti kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu za n-mesiacov (rokov) bola stanovená z odpovedajúcej výslednej štand. neistoty určenej v n-tom mesiaci, uvedenej v tabuľke 7c), ako maximálne dosiahnutá hodnota za dané obdobie pre jednotlivé absorpčné hladiny (potrebná pre výpočet príslušnej kombinovanej štand. neistoty, uvedenej v tab. 7c))
- c) výsledná maximálna štand. neistota typu B časovej stálosti kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu za n-mesiacov (rokov) bola stanovená z odpovedajúcej štand. neistoty určenej v n-tom mesiaci, uvedenej v tabuľke 7b), ako maximálne dosiahnutá hodnota za dané obdobie pre jednotlivé absorpčné hladiny (pre výpočet kombinovanej štand. neistoty, uvedenej v tabuľke 7c))

Tabuľka 7d)

Kombinované štandardné a rozšírené neistoty kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu (vrátane zložky prislúchajúcej zmenám časovej stálosti kalibrácie) za n-mesiacov (rokov)

λ (SŠP) (nm)	%T	Kombinovaná štandardná neistota, u_c								Rozšírená neistota, U (k = 2)							
		max/0. m (05/98)	max/1. m (06/98)	max/5. m (11/998)	max/1,5. r (11/99)	max/2,5. r (12/00)	max/3,5. r (12/01)	max/5. r (03/03)	max/11 r (04/09)	max/0. m (05/98)	max/1. m (06/98)	max/5. m (11/998)	max/1,5. r (11/99)	max/2,5. r (12/00)	max/3,5. r (12/01)	max/5. r (03/03)	max/11 r (04/09)
565(1,0)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	50	0,0021	0,0022	0,0024	0,0025	0,0028	0,0028	0,0028	0,0033	0,0042	0,0044	0,0047	0,0049	0,0055	0,0055	0,0055	
	25	0,0014	0,0017	0,0017	0,0018	0,0022	0,0022	0,0022	0,0028	0,0028	0,0034	0,0035	0,0037	0,0043	0,0044	0,0044	
	12,5	0,0014	0,0015	0,0016	0,0017	0,0018	0,0020	0,0020	0,0024	0,0028	0,0031	0,0031	0,0033	0,0037	0,0039	0,0039	
	6,25	0,0011	0,0012	0,0012	0,0012	0,0013	0,0014	0,0014	0,0017	0,0022	0,0023	0,0023	0,0025	0,0026	0,0027	0,0027	
	3,125	0,00063	0,00070	0,00071	0,00077	0,00086	0,00086	0,00086	0,0011	0,0013	0,0014	0,0014	0,0015	0,0017	0,0017	0,0017	

Tabuľka 8a)

Systematická chyba a časová stálosť kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu

λ (SŠP) (nm)	A	Absolútna systematická chyba								Zmena časovej stálosti							Časová stálosť	
		0. m (05/98)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	5 rokov	11 rokov
565(1,0)	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-	-
	0,3	+0,00012	+0,00012	+0,00011	+0,00013	+0,00012	+0,00012	+0,00013	+0,00013	-0,00007	-0,00014	0,00001	-0,00007	-0,00009	0,00001	0,00006	-0,00014	-0,00014
	0,6	+0,00024	+0,00023	+0,00023	+0,00024	+0,00024	+0,00023	+0,00024	+0,00025	-0,00013	-0,00016	0,00001	-0,00008	-0,00019	-0,00001	0,00004	-0,00019	-0,00019
	0,9	+0,00037	+0,00035	+0,00035	+0,00037	+0,00039	+0,00038	+0,00037	+0,00035	-0,00011	-0,00020	0,00001	0,00022	0,00018	0,00001	-0,00014	-0,00022	-0,00022
	1,2	+0,00050	+0,00049	+0,00047	+0,00049	+0,00052	+0,00049	+0,00050	+0,00049	-0,00011	-0,00030	-0,00015	0,00022	-0,00010	0,00001	-0,00016	-0,00030	-0,00030
	1,5	+0,00063	+0,00061	+0,00060	+0,00061	+0,00066	+0,00062	+0,00064	+0,00057	-0,00018	-0,00033	-0,00018	0,00028	-0,00010	0,00007	-0,00057	-0,00033	-0,00057

Tabuľka 8b)

Štandardné neistoty typu A a B kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu v n-tom mesiaci (roku)

λ (SŠP) (nm)	A	Neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci								Neistota typu B, u_B v n-tom mesiaci							
		0. m (05/98)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	0. m (05/98)	1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)
565(1,0)	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,3	-0,000037	-0,000034	-0,000046	-0,000073	-0,000013	-0,000052	-0,000073	-0,000021	-0,00018	-0,00020	-0,00020	-0,00018	-0,00018	-0,00019	-0,00018	-0,00018
	0,6	-0,000011	-0,000013	-0,000011	-0,000017	-0,000026	-0,000016	-0,000014	-0,000040	-0,00023	-0,00024	-0,00024	-0,00023	-0,00024	-0,00026	-0,00023	-0,00023
	0,9	-0,000019	-0,000023	-0,000019	-0,000030	-0,000042	-0,000045	-0,000024	-0,000066	-0,00045	-0,00045	-0,00045	-0,00045	-0,00045	-0,00045	-0,00045	-0,00045
	1,2	-0,000029	-0,000031	-0,000022	-0,000041	-0,000050	-0,000055	-0,000034	-0,000090	-0,00067	-0,00067	-0,00069	-0,00069	-0,00069	-0,00069	-0,00069	-0,00069
	1,5	-0,000035	-0,000040	-0,000028	-0,000057	-0,000078	-0,000065	-0,000061	-0,00011	-0,00081	-0,00082	-0,00082	-0,00082	-0,00082	-0,00081	-0,00081	-0,00086

Tabuľka 8c)

Výsledné štandardné neistoty typu A v n-tom mesiaci a výsledné maximálne štandardné neistoty typu A a B kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu za n-mesiakov (rokov)

λ (SŠP) (nm)	A	Výsledná neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci (roku)							Výsledná maximálna neistota typu A, u_A za n-mesiakov (rokov)							Výsledná max. neistota typu B, u_B za n-mesiakov (rokov)							
		1. m (06/98)	5. m (11/998)	1,5. r (11/99)	2,5. r (12/00)	3,5. r (12/01)	5. r (03/03)	11. r (04/09)	max/1 m (06/98)	max/5 m (11/998)	max/1,5 r (11/99)	max/2,5r (12/00)	max/3,5r (12/01)	max/5 r (03/03)	max/11 r (04/09)	max/1 m (06/98)	max/5 m (11/998)	max/1,5r (11/99)	max/2,5r (12/00)	max/3,5r (12/01)	max/5 r (03/03)	max/11r (04/09)	
565 (1,0)	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0,3	0,0000050	0,0000060	0,0000083	0,000014	0,0000064	0,0000083	0,000021	0,0000050	0,0000060	0,0000083	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	-0,000021	0,000018	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020	0,000020
	0,6	0,000017	0,000015	0,000019	0,000028	0,000019	0,000017	0,000042	0,000017	0,000017	0,000019	0,000028	0,000028	0,000028	0,000028	-0,000042	0,000024	0,000024	0,000024	0,000024	0,000026	0,000026	0,000026
	0,9	0,000030	0,000027	0,000035	0,000045	0,000049	0,000031	0,000066	0,000030	0,000030	0,000035	0,000045	0,000049	0,000049	0,000049	-0,000066	0,000045	0,000045	0,000045	0,000045	0,000045	0,000045	0,000045
	1,2	0,000042	0,000037	0,000050	0,000059	0,000064	0,000045	0,000097	0,000042	0,000042	0,000050	0,000059	0,000064	0,000064	0,000064	-0,000097	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069	0,000069
	1,5	0,000054	0,000044	0,000068	0,000086	0,000076	0,000072	0,00012	0,000054	0,000054	0,000068	0,000086	0,000086	0,000086	0,000086	-0,00012	0,000081	0,000082	0,000082	0,000082	0,000082	0,000082	0,000082

Poznámka:

- a) výsledná štand. neistota typu A časovej stálosti kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu v n- tom mesiaci bola stanovená zlúčením štandard. neistôt typu A, zistených pri kalibrácii a kontrole časovej stálosti kalibrácie uvedených v tabuľke 8b), podľa vzťahu $u_A = \sqrt{u_{A,0}^2 + u_{A,n}^2}$
- b) výsledná maximálna štand. neistota typu A časovej stálosti kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu za n- mesiakov (rokov) bola stanovená z odpovedajúcej výslednej štand. neistoty určenej v n-tom mesiaci, uvedenej v tabuľke 8c), ako maximálne dosiahnutá hodnota za dané obdobie pre jednotlivé absorpčné hladiny (potrebná pre výpočet príslušnej kombinovanej štand. neistoty, uvedenej v tabuľke 8c))
- c) výsledná maximálna štand. neistota typu B časovej stálosti kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu za n mesiakov (rokov) bola stanovená z odpovedajúcej štand. neistoty určenej v n-tom mesiaci, uvedenej v tabuľke 8b), ako maximálne dosiahnutá hodnota za dané obdobie pre jednotlivé absorpčné hladiny (pre výpočet kombinovanej štand. neistoty, uvedenej v tabuľke 8c))

Tabuľka 8d)

Kombinované štandardné a rozšírené neistoty kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu (vrátane zložky prislúchajúcej zmenám časovej stálosti kalibrácie) za n- mesiakov (rokov)

λ (SŠP) (nm)	A	Kombinovaná štandardná neistota, u_c								Rozšírená neistota, U ($k = 2$)							
		max/0 m (05/98)	max/1 m (06/98)	max/5 m (11/998)	max/1,5 r (11/99)	max/2,5 r (12/00)	max/3,5 r (12/01)	max/5 r (03/03)	max/11 r (04/09)	max/0 m (05/98)	max/1 m (06/98)	max/5 m (11/998)	max/1,5 r (11/99)	max/2,5 r (12/00)	max/3,5 r (12/01)	max/5 r (03/03)	max/11 r (04/09)
565 (1,0)	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,3	0,000018	0,000019	0,000021	0,000022	0,000024	0,000024	0,000024	0,000029	0,000036	0,000038	0,000041	0,000043	0,000048	0,000048	0,000048	0,000057
	0,6	0,000024	0,000030	0,000030	0,000031	0,000038	0,000038	0,000038	0,000049	0,000049	0,000059	0,000061	0,000064	0,000075	0,000076	0,000076	0,000098
	0,9	0,000049	0,000052	0,000056	0,000059	0,000063	0,000069	0,000069	0,000083	0,000097	0,00011	0,00011	0,00011	0,00013	0,00014	0,00014	0,00016
	1,2	0,000076	0,000083	0,000083	0,000083	0,000090	0,000097	0,000097	0,00012	0,00015	0,00016	0,00016	0,00017	0,00018	0,00019	0,00019	0,00024
	1,5	0,000088	0,000097	0,000099	0,00011	0,00012	0,00012	0,00012	0,00012	0,00015	0,00018	0,00019	0,00019	0,00021	0,00024	0,00024	0,00029

Tabuľka 9

Základné metrologické charakteristiky transmittančnej stupnice etalónu

λ (SŠP) (nm)	Transmitancia	Systematická chyba	Časová stálosť (11 r)	Neistoty typu a a B		Rozšírená neistota U ($k = 2$)
				u_A	u_B	
565(1,0)	100,000	0,000	0,000	-	-	-
	50,000	-0,014	+0,002	0,0024	0,0023	0,0066
	25,000	-0,014	+0,001	0,0024	0,0015	0,0056
	12,500	-0,011	-0,001	0,0019	0,0013	0,0047
	6,2500	-0,0072	+0,0004	0,0014	0,0010	0,0034
	3,1250	-0,0045	+0,0004	0,00086	0,00062	0,0021

Tabuľka 10

Základné metrologické charakteristiky absorbančnej stupnice etalónu

λ (SŠP) (nm)	Absorbancia	Systematická chyba	Časová stálosť (11 r)	Neistoty typu a a B		Rozšírená neistota U ($k = 2$)
				u_A	u_B	
565(1,0)	0,00000	0,00000	0,00000	-	-	-
	0,30103	0,00012	-0,00001	0,000021	0,000020	0,000057
	0,60206	0,00024	-0,00002	0,000042	0,000026	0,000098
	0,90309	0,00037	0,00002	0,000066	0,000045	0,00016
	1,20412	0,00050	-0,00003	0,000097	0,000069	0,00024
	1,50515	0,00063	-0,00006	0,00012	0,000086	0,00029

Poznámky:

- údaje v tabuľke 9) sú uvedené v % -ách spektrálnej transmittancie ($\% T = 100T$);
- údaje v tabuľkách 9) a 10) sa vzťahujú na vlnové dĺžky v rozsahu (200-850) nm, relatívne ku štandardnej vlnovej dĺžke 565 nm;
- výsledná štandardná neistota typu B (u_B) a rozšírená neistota U ($k = 2$), uvedená v tabuľkách 9) a 10), zahŕňa (okrem iného) zložku štand. neistoty vplyvom časovej stálosti kalibrácie stupnice za sledované obdobie 11 rokov (v rámci stanoveného rekaliбраčného intervalu 1x/5rokov).

Tabuľka 11a)

Bilancia štandardných neistôt typu B kalibrácie transmittančnej stupnice etalónu

λ (SŠP) (nm)	$\%T$	$u_{B,T,STAB}$ (za 5 r)	$u_{B,T,SŠP}$	$u_{B,T,\lambda}$	$u_{B,T,SAT}$	$u_{B,T}$
	100	-	-	-	-	-
	50	0,00058	0,0012	0,0017	0,00000	0,0022
	25	0,00058	0,00058	0,0012	0,00000	0,0015
565(1,0)	12,5	0,00058	0,00064	0,00092	0,00058	0,0013
	6,25	0,000740	0,00058	0,00069	0,00035	0,0010
	3,125	0,00023	0,00040	0,00040	0,00012	0,00062

 $u_{B,T,STAB}$ je zložka štandardnej neistoty typu B, vplyvom zmien časovej stálosti kalibrácie transmittančnej stupnice za 5 rokov; $u_{B,T,SŠP}$ je zložka štand. neistoty typu B, vplyvom zmien spektrálnej šírky pásma žiarenia (SŠP) pri meraní spektrálnej transmittancie, v rozmedzí 0,1 nm až 2,0 nm, relatívne ku štandardnej SŠP 1,0 nm; $u_{B,T,\lambda}$ je zložka štand. neistoty typu B, vplyvom zmien vlnovej dĺžky (λ), pri meraní spektrálnej transmittancie, v rozmedzí od 200 nm do 850 nm, relatívne ku štandardnej vlnovej dĺžke 565 nm; $u_{B,T,SAT}$ je zložka štandardnej neistoty typu B, vplyvom zmien integračného času (SAT) pri meraní spektrálnej transmittancie, v rozmedzí od 1 s do 10 s, relatívne ku štandardnému integračnému času 1 s; $u_{B,T}$ je výsledná štandardná neistota typu B kalibrácie transmittančnej stupnice.

Tabuľka 11b)

Bilancia štandardných neistôt typu B kalibrácie absorbančnej stupnice etalónu

λ (SŠP) (nm)	A	$u_{B,A,STAB}$ (za 5 r)	$u_{B,A,SŠP}$	$u_{B,A,\lambda}$	$u_{B,A,SAT}$	$u_{B,A}$
	0,0	-	-	-	-	-
	0,3	0,0000058	0,000012	0,000013	0,000000	0,000019
	0,6	0,0000058	0,000012	0,000017	0,000000	0,000022
565(1,0)	0,9	0,00023	0,000023	0,000029	0,000017	0,000047
	1,2	0,000029	0,000040	0,000046	0,000023	0,000071
	1,5	0,000035	0,000058	0,000052	0,000012	0,000086

Význam symbolov pre veličinu absorpcie v tabuľke 8b) je rovnaký ako pre veličinu spektrálnej transmittancie v tabuľke 11a)

3.1.2 Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu

Kompletné metrologické charakteristiky stupnice za sledované obdobie 11 rokov 1997-2008 (systematická chyba, neistota, časová stálosť), stanovené kalibráciou za použitia metódy priameho merania a porovnávania spektrálnej polohy dobre definovaných emisných čiar ortuťovej lampy v spektrálnom rozsahu vlnovej dĺžky (250÷580) nm, pre hodnoty spektrálnej šírky pásma žiarenia 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 a 5,0 nm, sú uvedené v tabuľkách 12a) až 12d).

Kompletné metrologické charakteristiky stupnice (systematická chyba, neistota, časová stálosť za sledované obdobie 5 rokov 2005-2010), stanovené kalibráciou za použitia metódy priameho merania a porovnávania spektrálnej polohy dobre definovaných emisných čiar neónovej a argónovej lampy v spektrálnom rozsahu vlnovej dĺžky (590÷850) nm sú uvedené v tab. 13a) až 13g).

Základné metrologické charakteristiky stupnice pre štandardnú SŠP 1,0 nm (zhrnuté v tabuľkách 14 a 15) sú deklarované v príslušnom certifikáte NE (prílohy 1-3).

Zistená systematická chyba stupnice (odchýlka od nominálnej hodnoty) slúži ku korekcii nameraných hodnôt vlnovej dĺžky analyzovanej látky. Štandardná neistota typu A a B kalibrácie stupnice slúžia spolu s ďalšími zložkami neistôt k odhadu štandardnej kombinovanej prípadne rozšírenej neistoty nameraných hodnôt vlnovej dĺžky analyzovanej látky.

Štandardná neistota typu A je rovná výberovej smerodajnej odchýlke výberového priemeru (výberová smerodajná odchýlka, definovaná v súlade so STN 01 0115, delená druhou odmocninou z počtu opakovaných meraní pri kalibrácii).

Štandardná neistota typu B prislúcha jednotlivým zložkám pochádzajúcim z rôznych zdrojov (časová stálosť kalibrácie a chyba odčítania hodnôt vlnovej dĺžky vplyvom zvoleného data intervalu (kroku) vlnovej dĺžky $\Delta\lambda_{DI}(z_{max}) = 0,005$ nm, s akým sa pri kalibrácii premeriavala každá čiara v rozsahu ± 1 nm okolo nominálnej hodnoty). Príklad bilancie odhadu hodnôt jednotlivých zložiek neistoty typu B (vrátane zložky vplyvom zmien časovej stálosti kalibrácie stupnice za 5,5 roka) a hodnoty výslednej neistoty typu B je uvedený v tabuľke 16. Podrobný rozbor neistôt a možných zdrojov chýb je uvedený v správe vedeckovýskumnej úlohy č. 200 330 (január 1999) a v internom návode na kalibráciu etalónu.

Príklad výsledku kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu pre nominálnu hodnotu vlnovej dĺžky (spektrálnu šírku pásma žiarenia) 253,651 (1,0) nm, vrátane zavedenia korekcií a odhadu kombinovanej štandardnej neistoty korigovanej, konvenčne pravej hodnoty vlnovej dĺžky, je uvedený v súhrnnej správe o etalóne (február 2000).

Príklad výsledku stanovenia konvenčne pravých hodnôt vlnovej dĺžky špecifických absorpčných pásov analyzovanej látky, vrátane zavedenia korekcií a odhadu štandardných neistôt, je pre nameranú hodnotu vlnovej dĺžky 536,56 (1,0) nm certifikovaného referenčného materiálu vlnovej dĺžky, Ho₂O₃ (2. výrobná séria), uvedený v súhrnnej správe o etalóne (február 2000). Podrobný rozbor neistôt a možných zdrojov chýb je uvedený v správe vedeckovýskumnej úlohy č.200033 (1997) a v správe vedeckovýskumnej úlohy č. 200330 (január 1999) a v príslušných pracovných postupoch SMU na kalibráciu súboru CRM stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu J01 (Ho₂O₃) a J01a (Nd₂O₃) a na kalibráciu optických filtrov. Rozšírená neistota prenosu jednotky vlnovej dĺžky do praxe prostredníctvom CRM (Ho₂O₃ a Nd₂O₃) je $\leq 5,4 \cdot 10^{-2}$ nm.

Tabuľka 12a)

Systematická chyba a časová stálosť kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm

SSP (nm)	Hg emisná číara	Vlnová dĺžka (nm)	Absolútna systematická chyba (nm)								Zmena časovej stálosti (nm)						Časová stálosť (nm)			
			0. m (06/97)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)	za 4 roky	za 5,5 roka	za 11 rokov
0,1	1	253,651	-0,058	-0,064	-0,058	-0,056	-0,044	-0,035	-	-0,069	-0,006	0,000	0,002	0,014	0,023	-	-0,011	0,023	-	0,023
	2	296,728	-0,052	-0,058	-0,056	-0,052	-0,038	-0,038	-	-0,065	-0,006	-0,004	0,000	0,014	-0,014	-	0,014	0,014	-	0,014
	3	312,567	-0,022	-0,028	-0,024	-0,021	-0,007	-0,005	-	-0,047	-0,006	-0,002	0,001	0,015	0,017	-	-0,025	0,017	-	-0,025
	3'	315,155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,037	-0,044	-0,041	-0,036	-0,018	-0,026	-	-0,059	-0,007	-0,004	0,001	0,019	0,011	-	-0,022	0,019	-	-0,022
	5	404,657	-0,055	-0,058	-0,056	-0,049	-0,032	-0,042	-	-0,068	-0,003	-0,001	0,006	0,023	0,013	-	-0,013	0,023	-	0,023
	6	435,834	-0,031	-0,039	-0,037	-0,035	-0,014	-0,023	-	-0,054	-0,008	-0,006	-0,004	0,017	0,008	-	-0,023	0,017	-	-0,023
	7	546,075	-0,028	-0,031	-0,032	-0,038	-0,027	-0,019	-	-0,026	-0,003	-0,004	-0,010	0,001	0,009	-	0,002	-0,010	-	-0,010
	8	576,960	-0,041	-0,043	-0,050	-0,051	-0,049	-0,040	-	-0,053	-0,002	-0,009	-0,012	-0,008	0,001	-	-0,012	-0,012	-	-0,012
9	579,066	-0,030	-0,031	-0,037	-0,042	-0,043	-0,036	-	-0,051	-0,001	-0,007	-0,012	-0,013	-0,006	-	-0,021	-0,013	-	-0,021	
0,2	1	253,651	-0,056	-0,060	-	-	-0,054	-0,044	-	-0,080	-0,004	-	-	0,002	0,012	-	-0,024	0,012	-	-0,024
	2	296,728	-0,053	-0,058	-	-	-0,053	-0,041	-	-0,072	-0,005	-	-	0,000	0,012	-	-0,019	0,012	-	-0,019
	3	312,567	-0,022	-0,023	-	-	-0,019	-0,007	-	-0,054	-0,001	-	-	0,003	0,015	-	-0,032	0,015	-	-0,032
	3'	315,155	-	-	-	-	-	-	-	-0,035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,045	-0,045	-	-	-0,036	-0,031	-	-0,062	0,000	-	-	0,009	0,014	-	-0,017	0,014	-	-0,017
	5	404,657	-0,061	-0,056	-	-	-0,047	-0,043	-	-0,072	0,005	-	-	0,014	0,018	-	-0,011	0,018	-	0,018
	6	435,834	-0,042	-0,038	-	-	-0,030	-0,028	-	-0,050	0,004	-	-	0,012	0,014	-	-0,008	0,014	-	0,014
	7	546,075	-0,036	-0,032	-	-	-0,030	-0,026	-	-0,035	0,004	-	-	0,006	0,010	-	0,001	0,010	-	0,010
	8	576,960	-0,045	-0,050	-	-	-0,049	-0,044	-	-0,065	-0,005	-	-	-0,004	0,001	-	-0,020	-0,005	-	-0,020
9	579,066	-0,044	-0,038	-	-	-0,041	-0,039	-	-0,061	0,006	-	-	0,003	0,005	-	-0,017	0,006	-	-0,017	
0,5	1	253,651	-0,053	-0,062	-	-	-0,059	-0,047	-	-0,074	-0,009	-	-	-0,006	0,006	-	-0,021	-0,009	-	-0,021
	2	296,728	-0,053	-0,058	-	-	-0,055	-0,047	-	-0,067	-0,005	-	-	-0,002	0,006	-	-0,014	0,006	-	-0,014
	3	312,567	-0,026	-0,027	-	-	-0,021	-0,014	-	-0,051	-0,001	-	-	0,005	0,012	-	-0,025	0,012	-	-0,025
	3'	315,155	-	-	-	-	-	-	-	-0,034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,033	-0,040	-	-	-0,032	-0,034	-	-0,056	-0,007	-	-	0,001	-0,001	-	-0,023	-0,007	-	-0,023
	5	404,657	-0,057	-0,058	-	-	-0,048	-0,053	-	-0,070	-0,001	-	-	0,009	0,004	-	-0,013	0,009	-	-0,013
	6	435,834	-0,038	-0,037	-	-	-0,031	-0,034	-	-0,049	0,001	-	-	0,007	0,004	-	-0,011	0,007	-	-0,011
	7	546,075	-0,036	-0,030	-	-	-0,032	-0,034	-	-0,031	0,006	-	-	0,004	0,002	-	0,005	0,006	-	0,006
	8	576,960	-0,044	-0,045	-	-	-0,049	-0,056	-	-0,059	-0,001	-	-	-0,005	-0,012	-	-0,015	-0,012	-	-0,015
9	579,066	-0,042	-0,039	-	-	-0,041	-0,046	-	-0,060	0,003	-	-	0,001	-0,004	-	-0,018	0,013	-	-0,018	
1,0	1	253,651	-0,057	-0,059	-0,069	-0,058	-0,043	-0,067	-0,065	-0,065	-0,002	-0,012	-0,001	-0,001	0,014	-0,010	-0,008	-0,014	-0,014	0,014
	2	296,728	-0,056	-0,060	-0,065	-0,059	-0,060	-0,048	-0,065	-0,061	-0,004	-0,009	-0,003	-0,004	0,008	-0,009	-0,005	0,009	-0,009	-0,009
	3	312,567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3'	315,155	-0,045	-0,049	-0,051	-0,045	-0,035	-0,033	-0,064	-0,045	-0,004	-0,006	0,000	0,010	0,012	-0,019	0,000	0,012	-0,019	-0,019
	4	365,016	-0,040	-0,043	-0,051	-0,041	-0,036	-0,036	-0,053	-0,060	-0,003	-0,011	-0,001	0,004	0,004	-0,013	-0,020	-0,011	-0,013	-0,020
	5	404,657	-0,062	-0,065	-0,068	-0,062	-0,057	-0,054	-0,072	-0,066	-0,003	-0,006	0,000	0,005	0,008	-0,010	-0,004	0,008	-0,010	-0,010
	6	435,834	-0,043	-0,047	-0,048	-0,047	-0,038	-0,034	-0,048	-0,044	-0,004	-0,005	-0,004	0,005	0,009	-0,005	-0,001	0,009	0,009	0,009
	7	546,075	-0,037	-0,039	-0,041	-0,052	-0,037	-0,034	-0,048	-0,029	-0,002	-0,004	-0,015	0,000	0,003	-0,011	0,008	-0,015	-0,015	-0,015
	8	576,960	-0,048	-0,051	-0,051	-0,069	-0,058	-0,056	-0,065	-0,047	-0,003	-0,003	-0,021	-0,010	-0,008	-0,017	0,001	-0,021	-0,021	-0,021
9	579,066	-0,046	-0,050	-0,049	-0,057	-0,048	-0,049	-0,063	-0,050	-0,004	-0,003	-0,011	-0,002	-0,003	-0,017	-0,004	-0,011	-0,017	-0,017	

Tabuľka 12a)

Systematická chyba a časová stálosť kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm - pokračovanie

SSP (nm)	Hg emisná čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Absolútna systematická chyba (nm)								Zmena časovej stálosti (nm)							Časová stálosť (nm)		
			0. m (06/97)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)	za 4 roky	za 5,5 roka	za 11 rokov
2,0	1	253,651	-0,064	-0,058	-0,058	-	-0,059	-0,048	-	-0,078	0,006	0,004	-	0,005	0,016	-	-0,014	0,016	-	0,016
	2	296,728	-0,068	-0,061	-0,061	-	-0,065	-0,055	-	-0,074	0,007	0,003	-	0,003	0,013	-	-0,006	0,013	-	0,013
	3	312,567*	0,047	0,030	0,030	-	0,027	0,013	-	0,030	-0,017	-0,020	-	-0,020	-0,034	-	-0,017	-0,034	-	-0,034
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,039	-0,044	-0,044	-	-0,037	-0,038	-	-0,037	-0,005	-0,007	-	0,002	0,001	-	0,002	-0,007	-	-0,007
	5	404,657	-0,070	-0,074	-0,074	-	-0,066	-0,062	-	-0,056	-0,004	-0,001	-	0,004	0,008	-	0,014	0,008	-	0,014
	6	435,834	-0,051	-0,056	-0,056	-	-0,047	-0,047	-	-0,046	-0,005	0,000	-	0,004	0,004	-	0,005	-0,005	-	-0,005
	7	546,075	-0,046	-0,049	-0,049	-	-0,053	-0,050	-	-0,027	-0,003	-0,003	-	-0,007	-0,004	-	0,019	-0,007	-	0,019
	8	576,960	-0,059	-0,063	-0,063	-	-0,074	-0,075	-	-0,060	-0,004	0,005	-	-0,015	-0,016	-	-0,001	-0,016	-	-0,016
9	579,066	-0,064	-0,067	-0,067	-	-0,066	-0,071	-	-0,056	-0,003	0,003	-	-0,002	-0,007	-	0,008	-0,007	-	0,008	
3,0	1	253,651	-0,051	-0,065	-	-0,061	-0,049	-0,049	-	-0,079	-0,014	-	-0,010	0,002	0,002	-	-0,028	-0,014	-	-0,028
	2	296,728	-0,061	-0,068	-	-0,071	-0,059	-0,059	-	-0,080	-0,007	-	-0,010	0,002	0,002	-	-0,019	-0,010	-	-0,019
	3	312,567*	-0,001	-0,010	-	0,013	-0,042	-0,006	-	-0,007	-0,009	-	0,014	-0,041	-0,005	-	-0,006	-0,041	-	-0,041
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,054	-0,057	-	-0,051	-0,033	-0,039	-	-0,061	-0,003	-	0,003	0,021	0,015	-	-0,007	0,021	-	0,021
	5	404,657	-0,079	-0,082	-	-0,077	-0,062	-0,065	-	-0,078	-0,003	-	0,002	0,017	0,014	-	0,001	0,017	-	0,017
	6	435,834	-0,056	-0,065	-	-0,062	-0,046	-0,051	-	-0,065	-0,009	-	-0,006	0,010	0,005	-	-0,009	0,010	-	0,010
	7	546,075	-0,053	-0,052	-	-0,071	-0,056	-0,056	-	-0,055	0,001	-	-0,018	-0,003	-0,003	-	-0,002	-0,018	-	-0,018
	8	576,960*	0,026	-0,016	-	-0,031	-0,031	-0,029	-	-	0,010	-	-0,005	-0,054	-0,003	-	-	-0,054	-	-0,054
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-0,031	-	-	-	-	-	-	-0,005	-	-	0,005	
4,0	1	253,651	-0,059	-0,061	-	-	-0,049	-0,050	-	-0,071	-0,002	-	-	0,010	0,009	-	-0,012	0,010	-	-0,012
	2	296,728	-0,068	-0,070	-	-	-0,064	-0,065	-	-0,084	-0,002	-	-	0,004	0,003	-	-0,016	0,004	-	-0,016
	3	312,567*	-0,014	-0,019	-	-	-0,068	-0,014	-	-0,035	-0,005	-	-	-0,054	0,000	-	-0,021	-0,054	-	-0,054
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,058	-0,063	-	-	-0,039	-0,044	-	-0,065	-0,005	-	-	0,019	0,014	-	-0,007	0,019	-	0,019
	5	404,657	-0,080	-0,081	-	-	-0,066	-0,069	-	-0,077	-0,001	-	-	0,014	0,011	-	0,003	0,014	-	0,014
	6	435,834	-0,067	-0,065	-	-	-0,055	-0,052	-	-0,069	0,002	-	-	0,012	0,015	-	-0,002	0,015	-	0,015
	7	546,075	-0,056	-0,063	-	-	-0,063	-0,064	-	-0,071	-0,007	-	-	-0,007	-0,008	-	-0,015	-0,008	-	-0,015
	8	576,960	-0,037	-0,041	-	-	0,045	-0,059	-	-0,011	-0,004	-	-	0,082	-0,022	-	0,026	0,082	-	0,082
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5,0	1	253,651	-0,064	-0,060	-	-	-0,051	-0,054	-	-0,080	0,004	-	-	0,013	0,010	-	-0,016	0,013	-	-0,016
	2	296,728	-0,068	-0,069	-	-	-0,070	-0,074	-	-0,100	-0,001	-	-	-0,002	-0,006	-	-0,032	-0,006	-	-0,032
	3	312,567*	-0,018	-0,019	-	-	0,011	-0,026	-	-0,047	-0,001	-	-	0,029	-0,008	-	-0,029	0,029	-	0,029
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	-0,064	-0,060	-	-	-0,041	-0,060	-	-0,070	0,004	-	-	0,023	0,004	-	-0,006	0,023	-	0,023
	5	404,657	-0,082	-0,082	-	-	-0,069	-0,078	-	-0,084	0,000	-	-	0,013	0,004	-	-0,002	0,013	-	0,013
	6	435,834	-0,070	-0,069	-	-	-0,061	-0,055	-	-0,082	0,001	-	-	0,009	0,015	-	-0,012	0,015	-	0,015
	7	546,075	-0,063	-0,066	-	-	-0,071	-0,073	-	-0,058	-0,003	-	-	-0,008	-0,010	-	0,005	-0,010	-	-0,010
	8	576,960	-0,050	-0,059	-	-	-0,047	-0,073	-	-0,073	-0,009	-	-	0,003	-0,023	-	-0,023	-0,023	-	-0,023
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* zle rozlíšené alebo vôbec nerozlíšené čiary (uvedené údaje sú len informatívne)

Tabuľka 12b)

Štandardné neistoty typu A a B kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm v n-tom mesiaci (roku)

SSP (nm)	Hg emisná číara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci (nm)							Neistota typu B, u_B v n-tom mesiaci (nm)								
			0. m (06/97)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)	0. m (06/97)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)
0,1	1	253,651	0,00013	0,00024	0,00082	0,00013	0,00082	0,00066	-	0,00082	0,0029	0,0045	0,0029	0,0031	0,0086	0,014	-	0,0070
	2	296,728	0,00016	0,00038	0,00076	0,00015	0,00000	0,00051	-	0,00083	0,0029	0,0045	0,0037	0,0029	0,0086	0,0086	-	0,0086
	3	312,567	0,00018	0,00035	0,00082	0,00015	0,00051	0,00082	-	0,00050	0,0029	0,0045	0,0031	0,0030	0,0092	0,010	-	0,014
	3'	315,155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,00015	0,00035	0,00000	0,00016	0,00076	0,00000	-	0,00112	0,0029	0,0049	0,0037	0,0030	0,011	0,0070	-	0,013
	5	404,657	0,00010	0,00035	0,00051	0,00020	0,00000	0,00051	-	0,00050	0,0029	0,0034	0,0030	0,0045	0,014	0,0080	-	0,0078
	6	435,834	0,00026	0,00066	0,00082	0,00031	0,00000	0,00066	-	0,00050	0,0029	0,0054	0,0045	0,0037	0,010	0,0054	-	0,0133
	7	546,075	0,00017	0,0010	0,00082	0,00025	0,00082	0,00066	-	0,00050	0,0029	0,0034	0,0037	0,0065	0,0030	0,0060	-	0,0032
	8	576,960	0,00013	0,00095	0,00000	0,0018	0,00066	0,00000	-	0,00213	0,0029	0,0031	0,0060	0,0075	0,0054	0,0030	-	0,0075
9	579,066	0,00054	0,0011	0,00076	0,00020	0,00076	0,00000	-	0,00000	0,0029	0,0030	0,0049	0,0075	0,0080	0,0045	-	0,0124	
0,2	1	253,651	0,00000	0,00051	-	-	0,00082	0,0011	-	0,0013	0,0029	0,0037	-	-	0,0031	0,0075	-	0,014
	2	296,728	0,00000	0,00000	-	-	0,00000	0,00082	-	0,00067	0,0029	0,0041	-	-	0,0029	0,0075	-	0,011
	3	312,567	0,00000	0,00066	-	-	0,00082	0,00000	-	0,00076	0,0029	0,0030	-	-	0,0034	0,0092	-	0,018
	3'	315,155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,00066	0,00051	-	-	0,00000	0,00051	-	0,0010	0,0029	0,0029	-	-	0,0060	0,0086	-	0,010
	5	404,657	0,00051	0,00051	-	-	0,00000	0,00066	-	0,00000	0,0029	0,0041	-	-	0,0086	0,011	-	0,007
	6	435,834	0,00076	0,00066	-	-	0,00066	0,00066	-	0,00067	0,0029	0,0037	-	-	0,0075	0,0086	-	0,0054
	7	546,075	0,0011	0,00082	-	-	0,00000	0,00051	-	0,00050	0,0029	0,0037	-	-	0,0045	0,0065	-	0,0030
	8	576,960	0,00000	0,00000	-	-	0,00076	0,0010	-	0,00050	0,0029	0,0041	-	-	0,0037	0,0030	-	0,012
9	579,066	0,00079	0,00082	-	-	0,00000	0,00082	-	0,00000	0,0029	0,0045	-	-	0,0034	0,0041	-	0,010	
0,5	1	253,651	0,00082	0,00066	-	-	0,00082	0,0010	-	0,0011	0,0029	0,0060	-	-	0,0045	0,0045	-	0,012
	2	296,728	0,00000	0,00000	-	-	0,00076	0,0011	-	0,00067	0,0029	0,0041	-	-	0,0031	0,0045	-	0,0086
	3	312,567	0,00051	0,00000	-	-	0,00066	0,00076	-	0,0010	0,0029	0,0030	-	-	0,0041	0,0075	-	0,015
	3'	315,155	-	-	-	-	-	-	-	0,00067	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,00082	0,00066	-	-	0,00051	0,00082	-	0,00000	0,0029	0,0049	-	-	0,0030	0,0030	-	0,014
	5	404,657	0,00051	0,00066	-	-	0,00051	0,00066	-	0,00082	0,0029	0,0030	-	-	0,0060	0,0037	-	0,0080
	6	435,834	0,00051	0,00082	-	-	0,00082	0,00076	-	0,00050	0,0029	0,0030	-	-	0,0049	0,0037	-	0,0072
	7	546,075	0,00076	0,00000	-	-	0,00076	0,00066	-	0,00068	0,0029	0,0045	-	-	0,0037	0,0031	-	0,0041
	8	576,960	0,00066	0,00000	-	-	0,00066	0,0012	-	0,0011	0,0029	0,0030	-	-	0,0041	0,0075	-	0,0089
9	579,066	0,0011	0,00076	-	-	0,00076	0,00076	-	0,00067	0,0029	0,0034	-	-	0,0030	0,0037	-	0,011	
1,0	1	253,651	0,0013	0,0011	0,00082	0,0010	0,0011	0,00082	0,0018	0,0015	0,0029	0,0031	0,00082	0,0030	0,0030	0,0086	0,0065	0,0052
	2	296,728	0,00076	0,00028	0,00076	0,00041	0,0013	0,0010	0,0011	0,00076	0,0029	0,0037	0,00076	0,0034	0,0037	0,0054	0,0060	0,0043
	3	312,567	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3'	315,155	0,0016	0,0013	0,0016	0,00047	0,0018	0,0017	0,0031	0,0000	0,0029	0,0037	0,0016	0,0029	0,0065	0,0075	0,011	0,0029
	4	365,016	0,0010	0,0010	0,00076	0,00027	0,0000	0,00051	0,00076	0,00067	0,0029	0,0034	0,00076	0,0030	0,0037	0,0037	0,0080	0,0119
	5	404,657	0,0012	0,00082	0,0010	0,00035	0,0010	0,0011	0,00076	0,00067	0,0029	0,0034	0,0010	0,0029	0,0041	0,0054	0,0065	0,0037
	6	435,834	0,0010	0,00089	0,0013	0,00028	0,0011	0,0013	0,00110	0,0000	0,0029	0,0037	0,0013	0,0037	0,0041	0,0060	0,0041	0,0030
	7	546,075	0,0011	0,00095	0,00051	0,00038	0,0011	0,0018	0,00082	0,0012	0,0029	0,0031	0,00051	0,0092	0,0029	0,0034	0,0070	0,0054
	8	576,960	0,00076	0,00089	0,0017	0,00095	0,00082	0,0012	0,0015	0,0011	0,0029	0,0034	0,0017	0,012	0,0065	0,0054	0,010	0,0030
9	579,066	0,0014	0,00079	0,0020	0,00060	0,00082	0,00082	0,0011	0,00076	0,0029	0,0037	0,0020	0,0070	0,0031	0,0034	0,010	0,0035	

Tabuľka 12b)

Štandardné neistoty typu A a B kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm v n-tom mesiaci (roku)

– pokračovanie

ŠSP (nm)	Hg emisná číslo	Vlnová dĺžka (nm)	Neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci (nm)							Neistota typu B, u_B v n-tom mesiaci (nm)								
			0. m (06/97)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)	0. m (06/97)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2,5. r (11/98)	3,5. r (11/00)	4. r (07/01)	5,5. r (02/03)	11. r (05/08)
2,0	1	253,651	0,0022	0,0025	0,0017	-	0,0015	0,0030	-	0,0013	0,0029	0,0045	0,0037	-	0,0041	0,010	-	0,0086
	2	296,728	0,00076	0,0011	0,00082	-	0,0011	0,0013	-	0,0021	0,0029	0,0049	0,0034	-	0,0034	0,008	-	0,0045
	3	312,567*	0,0054	0,0033	0,0041	-	0,0041	0,0024	-	0,0041	0,0029	0,010	0,012	-	0,012	0,020	-	0,010
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0013	0,0010	0,0013	-	0,0010	0,00076	-	0,00090	0,0029	0,0041	0,0049	-	0,0031	0,0030	-	0,0032
	5	404,657	0,0011	0,0014	0,00089	-	0,0011	0,0015	-	0,0012	0,0029	0,0037	0,0030	-	0,0037	0,0054	-	0,0083
	6	435,834	0,00082	0,0012	0,0011	-	0,0013	0,0015	-	0,0013	0,0029	0,0041	0,0029	-	0,0037	0,0037	-	0,0039
	7	546,075	0,0011	0,00089	0,00051	-	0,0011	0,0016	-	0,00082	0,0029	0,0034	0,0034	-	0,0049	0,0037	-	0,011
	8	576,960	0,0010	0,0019	0,0012	-	0,0017	0,0017	-	0,0020	0,0029	0,0037	0,0041	-	0,0092	0,0096	-	0,0029
9	579,066	0,0013	0,0012	0,0015	-	0,0013	0,0014	-	0,0014	0,0029	0,0034	0,0034	-	0,0031	0,0049	-	0,0057	
3,0	1	253,651	0,0016	0,0035	-	0,00038	0,0030	0,0028	-	0,0025	0,0029	0,0086	-	0,0065	0,0031	0,0031	-	0,017
	2	296,728	0,0011	0,0010	-	0,00051	0,00089	0,0019	-	0,0018	0,0029	0,0049	-	0,0065	0,0031	0,0031	-	0,011
	3	312,567*	0,0019	0,0019	-	0,00092	0,0029	0,0020	-	0,0032	0,0029	0,0060	-	0,0086	0,024	0,0041	-	0,0045
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,00076	0,0010	-	0,00082	0,0013	0,0013	-	0,0016	0,0029	0,0034	-	0,0034	0,012	0,0092	-	0,0048
	5	404,657	0,00082	0,0016	-	0,00073	0,0017	0,0013	-	0,00076	0,0029	0,0034	-	0,0031	0,010	0,0086	-	0,0029
	6	435,834	0,0012	0,0013	-	0,00060	0,0013	0,0013	-	0,0012	0,0029	0,0060	-	0,0045	0,0065	0,0041	-	0,0057
	7	546,075	0,00076	0,0000	-	0,00032	0,0014	0,0012	-	0,0012	0,0029	0,0030	-	0,011	0,0034	0,0034	-	0,0030
	8	576,960*	0,0024	0,0035	-	0,0051	0,0051	0,0017	-	0,0051	0,0029	0,0065	-	0,0041	0,0041	0,0034	-	0,0041
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0029	-	-	-	-	-	-	-	
4,0	1	253,651	0,0028	0,0047	-	-	0,0018	0,0031	-	0,0031	0,0029	0,0031	-	-	0,0065	0,0060	-	0,0072
	2	296,728	0,00089	0,0011	-	-	0,0012	0,0015	-	0,0032	0,0029	0,0031	-	-	0,0037	0,0034	-	0,0094
	3	312,567*	0,0019	0,0022	-	-	0,0032	0,0018	-	0,0013	0,0029	0,0041	-	-	0,031	0,0029	-	0,0041
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0017	0,0011	-	-	0,0015	0,00082	-	0,0010	0,0029	0,0041	-	-	0,011	0,0086	-	0,0049
	5	404,657	0,0011	0,0012	-	-	0,0016	0,0013	-	0,0017	0,0029	0,0030	-	-	0,0086	0,0070	-	0,0034
	6	435,834	0,0015	0,0011	-	-	0,00089	0,0011	-	0,0017	0,0029	0,0031	-	-	0,0075	0,0092	-	0,0031
	7	546,075	0,00076	0,00076	-	-	0,0015	0,0013	-	0,0016	0,0029	0,0049	-	-	0,0049	0,0054	-	0,0089
	8	576,960	0,0022	0,0021	-	-	0,0029	0,0024	-	0,0073	0,0029	0,0037	-	-	0,047	0,013	-	0,015
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0029	-	-	-	-	-	-	-	
5,0	1	253,651	0,0032	0,0028	-	-	0,0051	0,0028	-	0,0061	0,0029	0,0037	-	-	0,0080	0,0065	-	0,0096
	2	296,728	0,0013	0,0017	-	-	0,0018	0,0014	-	0,0041	0,0029	0,0030	-	-	0,0031	0,0045	-	0,018
	3	312,567*	0,0018	0,00082	-	-	0,0029	0,0016	-	0,0029	0,0029	0,0030	-	-	0,017	0,0054	-	0,017
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0011	0,00066	-	-	0,0014	0,0022	-	0,0024	0,0029	0,0037	-	-	0,014	0,0037	-	0,0043
	5	404,657	0,0016	0,00089	-	-	0,0013	0,0029	-	0,0015	0,0029	0,0029	-	-	0,0080	0,0037	-	0,0032
	6	435,834	0,0012	0,0010	-	-	0,0015	0,0044	-	0,0020	0,0029	0,0030	-	-	0,0060	0,0092	-	0,0072
	7	546,075	0,0011	0,0010	-	-	0,0009	0,0011	-	0,0021	0,0029	0,0034	-	-	0,0054	0,0065	-	0,0041
	8	576,960	0,0022	0,0018	-	-	0,0038	0,0017	-	0,0038	0,0029	0,0060	-	-	0,0034	0,014	-	0,014
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* zle rozlíšené alebo vôbec nerozlíšené čiary (uvedené údaje sú len informatívne)

Tabuľka 12c)

Výsledné štandardné neistoty typu A v n-tom mesiaci a výsledné maximálne štandardné neistoty typu A a B kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm za n-mesiakov (rokov) - pokračovanie

SSP (nm)	Hg čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Výsledná neistota typu A, u_A v n-tom mesiaci/roku, (nm)							Výsledná max. neistota typu A, u_A za n-mesiakov/rokov							Výsledná max. neistota typu B, u_B za n-mesiakov/rokov						
			1. m (07/97)	5. m (11/97)	2.5. r (11/98)	3.5. r (11/00)	4. r (07/01)	5.5. r (02/03)	11. r (05/08)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2.5. r (11/98)	3.5. r (11/00)	4. r (07/01)	5.5. r (02/03)	11. r (05/08)	1. m (07/97)	5. m (11/97)	2.5. r (11/98)	3.5. r (11/00)	4. r (07/01)	5.5. r (02/03)	11. r (05/08)
2,0	1	253,651	0,0033	0,0028	-	0,0027	0,0037	-	0,0026	0,0033	0,0033	-	0,0033	0,0037	-	0,0037	0,0045	0,0045	-	0,0045	0,010	-	0,010
	2	296,728	0,0013	0,0011	-	0,0013	0,0015	-	0,0022	0,0013	0,0013	-	0,0013	0,0013	-	0,0022	0,0049	0,0049	-	0,0049	0,008	-	0,008
	3	312,567*	0,0063	0,0068	-	0,012	0,0059	-	0,0057	0,0063	0,0068	-	0,012	0,0123	-	0,0068	0,010	0,012	-	0,012	0,020	-	0,020
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0016	0,0018	-	0,0016	0,0015	-	0,0016	0,0016	0,0018	-	0,0018	0,0018	-	0,0018	0,0041	0,0049	-	0,0049	0,0049	-	0,0049
	5	404,657	0,0018	0,0014	-	0,0016	0,0019	-	0,0016	0,0018	0,0018	-	0,0018	0,0019	-	0,0019	0,0037	0,0037	-	0,0037	0,0054	-	0,0054
	6	435,834	0,0015	0,0014	-	0,0015	0,0017	-	0,0016	0,0015	0,0015	-	0,0015	0,0017	-	0,0017	0,0041	0,0041	-	0,0041	0,0041	-	0,0041
	7	546,075	0,0014	0,0012	-	0,0016	0,0019	-	0,0014	0,0014	0,0014	-	0,0016	0,0019	-	0,0019	0,0034	0,0034	-	0,0049	0,0049	-	0,011
	8	576,960	0,0022	0,0016	-	0,0020	0,0020	-	0,0023	0,0022	0,0022	-	0,0022	0,0022	-	0,0023	0,0037	0,0041	-	0,0092	0,0096	-	0,0096
9	579,066	0,0018	0,0020	-	0,0018	0,0019	-	0,0019	0,0018	0,0020	-	0,0020	0,0020	-	0,0020	0,0034	0,0034	-	0,0034	0,0049	-	0,0049	
3,0	1	253,651	0,0039	-	0,0016	0,0034	0,0032	-	0,0030	0,0039	-	0,0039	0,0039	-	0,0039	0,0086	-	0,0086	0,0086	0,0086	-	-	0,017
	2	296,728	0,0015	-	0,0012	0,0014	0,0022	-	0,0021	0,0015	-	0,0015	0,0022	-	0,0022	0,0049	-	0,0065	0,0065	0,0065	-	-	0,011
	3	312,567*	0,0027	-	0,0021	0,0035	0,0028	-	0,0037	0,0027	-	0,0027	0,0035	0,0035	-	0,0037	0,0060	-	0,0086	0,024	0,024	-	0,024
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0013	-	0,0011	0,0015	0,0015	-	0,0018	0,0013	-	0,0013	0,0015	0,0015	-	0,0018	0,0034	-	0,0034	0,012	0,012	-	0,012
	5	404,657	0,0018	-	0,0011	0,0019	0,0015	-	0,0011	0,0018	-	0,0018	0,0019	0,0019	-	0,0019	0,0034	-	0,0034	0,010	0,010	-	0,010
	6	435,834	0,0018	-	0,0013	0,0018	0,0018	-	0,0017	0,0018	-	0,0018	0,0018	0,0018	-	0,0018	0,0060	-	0,0060	0,0065	0,0065	-	0,0065
	7	546,075	0,00076	-	0,00082	0,0016	0,0014	-	0,0014	0,00076	-	0,00082	0,0016	0,0016	-	0,0016	0,0030	-	0,011	0,011	0,011	-	0,011
	8	576,960*	0,0042	-	0,0056	0,0056	0,0029	-	0,0056	0,0042	-	0,0056	0,0056	0,0056	-	0,0056	0,0065	-	0,0065	0,0065	0,0065	-	0,0041
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4,0	1	253,651	0,0055	-	-	0,0033	0,0042	-	0,0042	0,0055	-	-	0,0055	0,0055	-	0,0055	0,0031	-	-	0,0065	0,0065	-	0,0072
	2	296,728	0,0014	-	-	0,0015	0,0017	-	0,0033	0,0014	-	-	0,0015	0,0017	-	0,0033	0,0031	-	-	0,0037	0,0037	-	0,0094
	3	312,567*	0,0029	-	-	0,0037	0,0026	-	0,0023	0,0029	-	-	0,0037	0,0037	-	0,0037	0,0041	-	-	0,031	0,031	-	0,031
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0041
	4	365,016	0,0020	-	-	0,0023	0,0019	-	0,0020	0,0020	-	-	0,0023	0,0023	-	0,0023	0,0041	-	-	0,011	0,011	-	0,011
	5	404,657	0,0016	-	-	0,0019	0,0017	-	0,0020	0,0016	-	-	0,0019	0,0019	-	0,0020	0,0030	-	-	0,0086	0,0086	-	0,0086
	6	435,834	0,0019	-	-	0,0017	0,0019	-	0,0022	0,0019	-	-	0,0019	0,0019	-	0,0022	0,0031	-	-	0,0075	0,0092	-	0,0092
	7	546,075	0,0011	-	-	0,0017	0,0015	-	0,0018	0,0011	-	-	0,0017	0,0017	-	0,0018	0,0049	-	-	0,0049	0,0054	-	0,0089
	8	576,960	0,0030	-	-	0,0036	0,0033	-	0,0076	0,0030	-	-	0,0036	0,0036	-	0,0076	0,0037	-	-	0,047	0,047	-	0,047
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5,0	1	253,651	0,0043	-	-	0,0060	0,0043	-	0,0069	0,0043	-	-	0,0060	0,0060	-	0,0069	0,0037	-	-	0,0080	0,0080	-	0,0096
	2	296,728	0,0021	-	-	0,0022	0,0019	-	0,0043	0,0021	-	-	0,0022	0,0022	-	0,0043	0,0030	-	-	0,0031	0,0045	-	0,018
	3	312,567*	0,0020	-	-	0,0034	0,0024	-	0,0034	0,0020	-	-	0,0034	0,0034	-	0,0034	0,0030	-	-	0,017	0,017	-	0,017
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0013	-	-	0,0018	0,0025	-	0,0026	0,0013	-	-	0,0018	0,0025	-	0,0026	0,0037	-	-	0,014	0,014	-	0,014
	5	404,657	0,0018	-	-	0,0021	0,0033	-	0,0022	0,0018	-	-	0,0021	0,0033	-	0,0033	0,0029	-	-	0,0080	0,0080	-	0,0080
	6	435,834	0,0016	-	-	0,0019	0,0046	-	0,0023	0,0016	-	-	0,0019	0,0046	-	0,0046	0,0030	-	-	0,0060	0,0092	-	0,0092
	7	546,075	0,0015	-	-	0,0014	0,0016	-	0,0024	0,0015	-	-	0,0015	0,0016	-	0,0024	0,0034	-	-	0,0054	0,0065	-	0,0065
	8	576,960	0,0028	-	-	0,0044	0,0028	-	0,0044	0,0028	-	-	0,0044	0,0044	-	0,0044	0,0060	-	-	0,0060	0,014	-	0,014
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* zle rozlíšené alebo vôbec nerozlíšené čiary (uvedené údaje sú len informatívne)

Tabuľka 12d)

Kombinované štandardné a rozšírené neistoty kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm (vrátane zložky prislúchajúcej zmenám časovej stálosti kalibrácie) za n-mesiacov (rokov)

SŠP (nm)	Hg čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Kombinovaná štandardná neistota, u_c (nm)							Rozšírená neistota, U ($k = 2$) (nm)								
			max/0 m (06/97)	max/1 m (07/97)	max/5 m (11/97)	max/2,5 r (11/98)	max/3,5 r (11/00)	max/4 r (07/01)	max/5,5 r (02/03)	max/11 r (05/08)	max/0 m (06/97)	max/1 m (07/97)	max/5 m (11/97)	max/2,5 r (11/98)	max/3,5 r (11/00)	max/4 r (07/01)	max/5,5 r (02/03)	max/11 r (05/08)
0,1	1	253,651	0,0029	0,0045	0,0046	0,0046	0,0086	0,014	-	0,014	0,0058	0,0090	0,0092	0,0092	0,017	0,027	-	0,027
	2	296,728	0,0029	0,0045	0,0046	0,0046	0,0086	0,0086	-	0,0086	0,0058	0,0090	0,0091	0,0091	0,017	0,017	-	0,017
	3	312,567	0,0029	0,0045	0,0046	0,0046	0,0092	0,010	-	0,014	0,0058	0,0090	0,0092	0,0092	0,018	0,020	-	0,029
	3'	315,155							-								-	
	4	365,016	0,0029	0,0049	0,0049	0,0049	0,011	0,011	-	0,013	0,0058	0,0098	0,0098	0,0098	0,023	0,023	-	0,026
	5	404,657	0,0029	0,0034	0,0034	0,0045	0,014	0,014	-	0,014	0,0058	0,0068	0,0069	0,0091	0,027	0,027	-	0,027
	6	435,834	0,0029	0,0054	0,0055	0,0055	0,010	0,010	-	0,013	0,0058	0,011	0,011	0,011	0,020	0,020	-	0,027
	7	546,075	0,0029	0,0035	0,0038	0,0066	0,0066	0,0066	-	0,0066	0,0058	0,0071	0,0077	0,013	0,013	0,013	-	0,013
	8	576,960	0,0029	0,0032	0,0061	0,0077	0,0077	0,0077	-	0,0078	0,0058	0,0065	0,012	0,015	0,015	0,015	-	0,016
9	579,066	0,0029	0,0032	0,0050	0,0076	0,0081	0,0081	-	0,012	0,0058	0,0065	0,010	0,015	0,016	0,016	-	0,025	
0,2	1	253,651	0,0029	0,0037	-	0,0037	0,0038	0,0076	-	0,014	0,0058	0,0075	-	0,0075	0,0076	0,015	-	0,028
	2	296,728	0,0029	0,0041	-	0,0041	0,0041	0,0075	-	0,011	0,0058	0,0082	-	0,0082	0,0082	0,015	-	0,023
	3	312,567	0,0029	0,0031	-	0,0031	0,0035	0,0092	-	0,018	0,0058	0,0061	-	0,0061	0,0070	0,018	-	0,037
	3'	315,155			-				-				-				-	
	4	365,016	0,0030	0,0030	-	0,0030	0,0061	0,0086	-	0,010	0,0060	0,0060	-	0,0060	0,012	0,017	-	0,021
	5	404,657	0,0029	0,0042	-	0,0042	0,0086	0,011	-	0,011	0,0058	0,0083	-	0,0083	0,017	0,022	-	0,022
	6	435,834	0,0030	0,0038	-	0,0038	0,0076	0,0087	-	0,0087	0,0060	0,0077	-	0,0077	0,015	0,017	-	0,017
	7	546,075	0,0031	0,0039	-	0,0039	0,0047	0,0066	-	0,0066	0,0062	0,0079	-	0,0079	0,0094	0,013	-	0,013
	8	576,960	0,0029	0,0041	-	0,0041	0,0042	0,0042	-	0,012	0,0058	0,0082	-	0,0082	0,0083	0,0084	-	0,023
9	579,066	0,0030	0,0046	-	0,0046	0,0046	0,0046	-	0,010	0,0060	0,0093	-	0,0093	0,0093	0,0093	-	0,021	
0,5	1	253,651	0,0030	0,0061	-	-	0,0061	0,0061	-	0,012	0,0060	0,012	-	-	0,012	0,012	-	0,025
	2	296,728	0,0029	0,0041	-	-	0,0042	0,0046	-	0,0087	0,0058	0,0082	-	-	0,0083	0,0093	-	0,017
	3	312,567	0,0029	0,0030	-	-	0,0042	0,0076	-	0,0076	0,0058	0,0061	-	-	0,0084	0,015	-	0,015
	3'	315,155			-	-			-				-	-			-	
	4	365,016	0,0030	0,0050	-	-	0,0050	0,0050	-	0,014	0,0060	0,010	-	-	0,010	0,010	-	0,027
	5	404,657	0,0029	0,0031	-	-	0,0061	0,0061	-	0,0081	0,0058	0,0062	-	-	0,012	0,012	-	0,016
	6	435,834	0,0029	0,0032	-	-	0,0050	0,0050	-	0,0073	0,0058	0,0063	-	-	0,010	0,010	-	0,015
	7	546,075	0,0030	0,0046	-	-	0,0046	0,0046	-	0,0046	0,0060	0,0091	-	-	0,0093	0,0093	-	0,0093
	8	576,960	0,0030	0,0031	-	-	0,0042	0,0076	-	0,0090	0,0060	0,0061	-	-	0,0084	0,015	-	0,018
9	579,066	0,0031	0,0037	-	-	0,0036	0,0039	-	0,011	0,0062	0,0073	-	-	0,0073	0,0078	-	0,022	
1,0	1	253,651	0,0032	0,0035	0,0077	0,0077	0,0077	0,0088	0,0089	0,0089	0,0064	0,0071	0,015	0,015	0,015	0,018	0,018	0,018
	2	296,728	0,0030	0,0038	0,0061	0,0061	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0060	0,0076	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
	3	312,567																
	3'	315,155	0,0033	0,0042	0,0051	0,0051	0,0069	0,0079	0,012	0,012	0,0066	0,0085	0,010	0,010	0,014	0,016	0,023	0,024
	4	365,016	0,0031	0,0037	0,0071	0,0071	0,0071	0,0071	0,0081	0,012	0,0062	0,0074	0,014	0,014	0,014	0,014	0,016	0,024
	5	404,657	0,0031	0,0037	0,0048	0,0048	0,0048	0,0056	0,0067	0,0067	0,0062	0,0074	0,0096	0,0096	0,0096	0,011	0,013	0,013
	6	435,834	0,0031	0,0039	0,0044	0,0044	0,0044	0,0062	0,0062	0,0062	0,0062	0,0079	0,0088	0,0088	0,0088	0,012	0,012	0,012
	7	546,075	0,0031	0,0034	0,0040	0,0093	0,0093	0,0093	0,0094	0,0094	0,0062	0,0068	0,0080	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
	8	576,960	0,0030	0,0036	0,0039	0,013	0,0125	0,0125	0,013	0,013	0,0060	0,0072	0,0078	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
9	579,066	0,0032	0,0040	0,0044	0,0074	0,0074	0,0074	0,010	0,010	0,0064	0,0081	0,0088	0,015	0,015	0,015	0,021	0,021	

Tabuľka 12d)

Kombinované štandardné a rozšírené neistoty kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm (vrátane zložky prislúchajúcej zmenám časovej stálosti kalibrácie) za n-mesiakov (rokov) - pokračovanie

ŠSP (nm)	Hg čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Kombinovaná štandardná neistota, u_c (nm)								Rozšírená neistota, U ($k = 2$) (nm)							
			max/0 m (06/97)	max/1 m (07/97)	max/5 m (11/97)	max/2,5 r (11/98)	max/3,5 r (11/00)	max/4 r (07/01)	max/5,5 r (02/03)	max/11 r (05/08)	max/0 m (06/97)	max/1 m (07/97)	max/5 m (11/97)	max/2,5 r (11/98)	max/3,5 r (11/00)	max/4 r (07/01)	max/5,5 r (02/03)	max/11 r (05/08)
2,0	1	253,651	0,0036	0,0056	0,0056	-	0,0056	0,0107	-	0,010	0,0072	0,0056	0,011	-	0,010	0,021	-	0,021
	2	296,728	0,0030	0,0051	0,0051	-	0,0051	0,0081	-	0,0083	0,0060	0,0051	0,010	-	0,010	0,016	-	0,017
	3	312,567*	0,0061	0,012	0,014	-	0,014	0,023	-	0,021	0,0122	0,012	0,027	-	0,027	0,047	-	0,042
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0032	0,0044	0,0052	-	0,0052	0,0052	-	0,0052	0,0064	0,0044	0,010	-	0,010	0,010	-	0,010
	5	404,657	0,0031	0,0041	0,0041	-	0,0041	0,0057	-	0,0057	0,0062	0,0041	0,0082	-	0,0080	0,011	-	0,011
	6	435,834	0,0030	0,0043	0,0043	-	0,0043	0,0044	-	0,0044	0,0060	0,0043	0,0087	-	0,0088	0,0089	-	0,0089
	7	546,075	0,0031	0,0037	0,0037	-	0,0052	0,0053	-	0,012	0,0062	0,0037	0,0074	-	0,0102	0,0105	-	0,023
	8	576,960	0,0031	0,0043	0,0046	-	0,0094	0,0098	-	0,0099	0,0062	0,0043	0,0093	-	0,0188	0,020	-	0,020
9	579,066	0,0032	0,0038	0,0039	-	0,0039	0,0053	-	0,0053	0,0064	0,0038	0,0079	-	0,0078	0,011	-	0,011	
3,0	1	253,651	0,0033	0,0094	-	0,0094	0,0094	0,0094	-	0,017	0,0066	0,019	-	0,019	0,019	0,019	-	0,034
	2	296,728	0,0031	0,0051	-	0,0067	0,0067	0,0069	-	0,011	0,0062	0,010	-	0,013	0,013	0,014	-	0,023
	3	312,567*	0,0035	0,0066	-	0,0090	0,024	0,024	-	0,024	0,0070	0,013	-	0,018	0,048	0,048	-	0,048
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0030	0,0036	-	0,0036	0,012	0,012	-	0,013	0,0060	0,0073	-	0,0073	0,025	0,025	-	0,025
	5	404,657	0,0030	0,0038	-	0,0038	0,010	0,010	-	0,010	0,0060	0,0077	-	0,0077	0,021	0,021	-	0,021
	6	435,834	0,0031	0,0063	-	0,0063	0,0067	0,0067	-	0,0067	0,0062	0,013	-	0,013	0,013	0,013	-	0,013
	7	546,075	0,0030	0,0031	-	0,011	0,011	0,011	-	0,011	0,0060	0,0062	-	0,022	0,022	0,022	-	0,022
	8	576,960*	0,0038	0,0078	-	0,0086	0,0086	0,0086	-	0,0070	-	0,016	-	0,017	0,017	0,017	-	0,014
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4,0	1	253,651	0,0040	0,0063	-	-	0,0085	0,0085	-	0,0090	0,0080	0,013	-	-	0,017	0,017	-	0,018
	2	296,728	0,0030	0,0034	-	-	0,0040	0,0041	-	0,010	0,0060	0,0068	-	-	0,0080	0,0081	-	0,020
	3	312,567*	0,0035	0,0050	-	-	0,032	0,032	-	0,032	0,0070	0,010	-	-	0,063	0,063	-	0,063
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0034	0,0046	-	-	0,012	0,012	-	0,012	0,0068	0,0091	-	-	0,023	0,023	-	0,023
	5	404,657	0,0031	0,0034	-	-	0,0088	0,0088	-	0,0088	0,0062	0,0068	-	-	0,018	0,018	-	0,018
	6	435,834	0,0033	0,0036	-	-	0,0077	0,0094	-	0,0095	0,0066	0,0072	-	-	0,015	0,019	-	0,019
	7	546,075	0,0030	0,0050	-	-	0,0052	0,0057	-	0,0091	0,0060	0,010	-	-	0,010	0,011	-	0,018
	8	576,960	0,0036	0,0048	-	-	0,048	0,047	-	0,048	0,0072	0,0096	-	-	0,095	0,094	-	0,096
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5,0	1	253,651	0,0043	0,0056	-	-	0,010	0,010	-	0,012	0,0086	0,011	-	-	0,020	0,020	-	0,024
	2	296,728	0,0032	0,0037	-	-	0,0038	0,0050	-	0,019	0,0064	0,0074	-	-	0,0076	0,010	-	0,038
	3	312,567*	0,0034	0,0036	-	-	0,017	0,017	-	0,017	0,0068	0,0072	-	-	0,034	0,034	-	0,034
	3'	315,155*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	365,016	0,0031	0,0039	-	-	0,014	0,014	-	0,014	0,0062	0,0078	-	-	0,027	0,028	-	0,028
	5	404,657	0,0033	0,0034	-	-	0,0083	0,0087	-	0,0087	0,0066	0,0069	-	-	0,017	0,017	-	0,017
	6	435,834	0,0031	0,0034	-	-	0,0063	0,010	-	0,010	0,0062	0,0068	-	-	0,013	0,021	-	0,021
	7	546,075	0,0031	0,0037	-	-	0,0056	0,0067	-	0,0069	0,0062	0,0074	-	-	0,011	0,013	-	0,014
	8	576,960	0,0036	0,0066	-	-	0,0074	0,014	-	0,014	0,0072	0,013	-	-	0,015	0,029	-	0,029
9	579,066*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* zle rozlíšené alebo vôbec nerozlíšené čiary (uvedené údaje sú len informatívne)

Tabuľka 13a)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 0,1 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$u_{A,0(n)}$ (nm)		$u_{A,vysl}$ (nm)	Časová stálosť (nm)	Chyba odčítania (nm)	$u_{B,zj}$ (nm)		u_B (nm)	u (nm)	U ($k=2$) (nm)
				$\Delta\lambda_o$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$u_{A,o}$	$u_{A,n}$				$u_{B,stab}$	$u_{B,DI}$			
	Hg	1	546,075	-0,028	-0,038	0,00017	0,0010	0,0010	-0,010		0,0058		0,0065	0,0066	0,0132
	Hg	2	576,960	-0,041	-0,051	0,00013	0,0018	0,0018	-0,010		0,0058		0,0065	0,0067	0,0134
	Ne	3	594,483	-0,027	-0,021	0,0009	0,0012	0,0015	0,006		0,0035		0,0045	0,0048	0,0096
	Ne	4	609,616	-0,029	-0,026	0,0009	0,0000	0,0009	0,003		0,0017		0,0034	0,0035	0,0070
	Ne	5	614,306	-0,029	-0,023	0,0013	0,0012	0,0018	0,006		0,0035		0,0045	0,0049	0,0098
	Ne	6	616,359	-0,030	-0,023	0,0010	0,0013	0,0016	0,007		0,0040		0,0049	0,0052	0,0104
	Ne	7	621,728	-0,038	-0,034	0,0009	0,0013	0,0016	0,004		0,0023		0,0037	0,0040	0,0080
	Ne	8	633,443	-0,026	-0,019	0,0019	0,0014	0,0024	0,007		0,0040		0,0049	0,0055	0,0110
	Ne	9	638,299	-0,037	-0,029	0,0012	0,00066	0,0014	0,008		0,0046		0,0054	0,0056	0,0112
	Ne	10	650,653	-0,030	-0,028	0,0012	0,0000	0,0012	0,002		0,0012		0,0031	0,0034	0,0068
	Ne	11	667,828	-0,028	-0,024	0,0012	0,0010	0,0016	0,004		0,0023		0,0037	0,0040	0,0080
	Ne	12	671,704	-0,026	-0,016	0,0012	0,0013	0,0018	0,010		0,0058		0,0065	0,0067	0,0134
	Ne	13	692,947	-0,017	-0,011	0,00066	0,0020	0,0021	0,006		0,0035		0,0045	0,0050	0,0100
	Ar	14	696,543	-0,022	-0,030	0,00047	0,0012	0,0013	-0,008		0,0046		0,0054	0,0056	0,0112
0,1	Ne	15	703,241	-0,041	-0,037	0,0020	0,0013	0,0024	0,004	0,0050	0,0023	0,0029	0,0037	0,0044	0,0088
	Ar	16	706,722	-0,041	-0,043	0,0005	0,0005	0,0007	-0,002		0,0012		0,0031	0,0032	0,0064
	Ar	17	714,705	-0,032	-0,031	0,0014	0,0009	0,0017	0,001		0,0006		0,0030	0,0034	0,0068
	Ne	18	717,394	-0,043	-0,034	0,0021	0,0012	0,0024	0,009		0,0052		0,0060	0,0064	0,0128
	Ne	19	724,517	-0,045	-0,038	0,0023	0,0016	0,0028	0,007		0,0040		0,0049	0,0057	0,0114
	Ar	20	727,294	-0,045	-0,055	0,0012	0,0010	0,0016	-0,010		0,0058		0,0065	0,0067	0,0134
	Ar	21	738,398	-0,039	-0,050	0,0014	0,0019	0,0024	-0,011		0,0064		0,0070	0,0074	0,0148
	Ne	22	743,890	-0,048	-0,048	0,00089	0,0015	0,0017	0,000		0,0000		0,0029	0,0034	0,0068
	Ar	23	750,387	-0,045	-0,054	0,00089	0,0013	0,0016	-0,009		0,0052		0,0060	0,0062	0,0124
	Ar	24	751,465	-0,046	-0,053	0,00076	0,0010	0,0013	-0,007		0,0040		0,0049	0,0051	0,0102
	Ar	25	763,510	-0,039	-0,047	0,00047	0,0012	0,0013	-0,008		0,0046		0,0054	0,0056	0,0112
	Ar*	26	772,421	-0,050	-0,056	0,00076	0,0000	0,0008	-0,006		0,0035		0,0045	0,0046	0,0092
	Ar	27	794,818	-0,045	-0,052	0,0013	0,0009	0,0016	-0,007		0,0040		0,0049	0,0052	0,0104
	Ar	28	811,531	-0,051	-0,056	0,0000	0,0000	0,0000	-0,005		0,0029		0,0041	0,0041	0,0082
	Ar	29	826,453	-0,054	-0,064	0,0012	0,0013	0,0018	-0,010		0,0058		0,0065	0,0067	0,0134
	Ar*	30	852,144	-0,048	-0,055	0,0017	0,0015	0,0023	-0,007		0,0040		0,0049	0,0054	0,0108

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Neistota typu B, u_B zahŕňa:

- zložku štandardnej neistoty vplyvom zvoleného intervalu (kroku) vlnovej dĺžky, $\Delta\lambda_{DI}(z_{max}) = 0,005 \text{ nm}$, s akým sa pri kalibrácii premeriavala každá čiara v spektrálnom rozsahu $\pm 0,5 \text{ nm}$ až $\pm 2,0 \text{ nm}$ okolo nominálnej hodnoty (chyba odčítania hodnôt vlnových dĺžok). Za predpokladu rovnomerného rozdelenia odchýlok v intervale $\pm z_{max}$, sa odhadla štandardná neistota zdroja $u_{B,I} = z_{max}/\chi = 0,005/\sqrt{3} = 0,0029 \text{ nm}$, a stanovila sa odpovedajúca zložka štandardnej neistoty $u_{B,\lambda,I} = A_{\lambda,I} \cdot u_{B,I} = u_{B,I} = 0,0029 \text{ nm}$ (kde $A_{\lambda,I} = \partial\lambda/\partial\lambda_I = 1$)
- zložku štandardnej neistoty vplyvom zmien časovej stálosti kalibrácie stupnice za sledované obdobie 5 rokov, $\Delta\lambda_{STAB}(z_{max})$. Za predpokladu rovnomerného rozdelenia odchýlok v intervale $\pm z_{max}$, sa odhadla príslušná štandardná neistota zdroja $u_{B,STAB} = z_{max}/\chi$ v nm, a stanovila sa odpovedajúca zložka štandardnej neistoty $u_{B,\lambda,STAB} = A_{\lambda,STAB} \cdot u_{B,STAB} = u_{B,STAB}$ (kde $A_{\lambda,STAB} = \partial\lambda/\partial\lambda_{STAB} = 1$).

Tabuľka 13b)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 0,5 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$u_{A,0(n)}$ (nm)		$u_{A,vysl}$ (nm)	Časová stálosť (nm)	Chyba odčítania (nm)	$u_{B,zj}$ (nm)		u_B (nm)	u (nm)	U (k = 2) (nm)
				$\Delta\lambda_o$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$u_{A,0}$	$u_{A,n}$				$u_{B,stab}$	$u_{B,Dl}$			
	Hg	1	546,075	-0,036	-0,030	0,00076	0,0010	0,0013	0,006		0,0035		0,0045	0,0047	0,0094
	Hg	2	576,960	-0,044	-0,056	0,00066	0,0014	0,0015	-0,012		0,0069		0,0075	0,0076	0,0152
	Ne	3	594,483	-0,028	-0,011	0,0029	0,0014	0,0032	0,017		0,0098		0,0102	0,0107	0,0214
	Ne	4	609,616	-0,031	-0,015	0,0017	0,0013	0,0021	0,016		0,0092		0,0096	0,0099	0,0198
	Ne	5	614,306	-0,021	-0,010	0,0027	0,0024	0,0036	0,011		0,0064		0,0070	0,0079	0,0158
	Ne	6	616,359	-0,023	-0,010	0,0026	0,0015	0,0030	0,013		0,0075		0,0080	0,0086	0,0172
	Ne	7	621,728	-0,041	-0,019	0,0017	0,0018	0,0025	0,022		0,0127		0,0130	0,0133	0,0266
	Ne	8	633,443	-0,024	0,000	0,0028	0,0015	0,0032	0,024		0,0139		0,0142	0,0146	0,0292
	Ne	9	638,299	-0,034	-0,012	0,0023	0,0016	0,0028	0,022		0,0127		0,0130	0,0133	0,0266
	Ne	10	650,653	-0,033	-0,017	0,0018	0,0015	0,0023	0,016		0,0092		0,0096	0,0099	0,0198
	Ne	11	667,828	-0,028	-0,011	0,0023	0,0020	0,0031	0,017		0,0098		0,0102	0,0107	0,0214
	Ne	12	671,704	-0,028	-0,009	0,0021	0,0024	0,0032	0,019		0,0110		0,0114	0,0118	0,0236
	Ne	13	692,947	-0,028	0,000	0,0029	0,0014	0,0032	0,028		0,0162		0,0165	0,0168	0,0336
	Ar	14	696,543	-0,023	-0,033	0,0020	0,0014	0,0024	-0,010		0,0058		0,0065	0,0069	0,0138
0,5	Ne	15	703,241	-0,041	-0,014	0,0021	0,0026	0,0033	0,027	0,0050	0,0156	0,0029	0,0159	0,0162	0,0324
	Ar	16	706,722	-0,039	-0,046	0,0012	0,00089	0,0015	-0,007		0,0040		0,0049	0,0052	0,0104
	Ar	17	714,705	-0,031	-0,031	0,0018	0,0022	0,0028	0,000		0,0000		0,0029	0,0041	0,0082
	Ne	18	717,394	-0,051	-0,022	0,0038	0,0032	0,0050	0,029		0,0167		0,0169	0,0177	0,0354
	Ne	19	724,517	-0,043	-0,030	0,0035	0,0030	0,0046	0,013		0,0075		0,0080	0,0093	0,0186
	Ar	20	727,294	-0,050	-0,049	0,0017	0,0038	0,0042	0,001		0,0006		0,0030	0,0051	0,0102
	Ar	21	738,398	-0,048	-0,051	0,0020	0,0022	0,0030	-0,003		0,0017		0,0034	0,0045	0,0090
	Ne	22	743,890	-0,052	-0,029	0,0030	0,0017	0,0035	0,023		0,0133		0,0136	0,0140	0,0280
	Ar	23	750,387	-0,049	-0,054	0,0019	0,0014	0,0024	-0,005		0,0029		0,0041	0,0047	0,0094
	Ar	24	751,465	-0,044	-0,054	0,0017	0,0012	0,0021	-0,010		0,0058		0,0065	0,0068	0,0136
	Ar	25	763,510	-0,044	-0,048	0,0023	0,0012	0,0026	-0,004		0,0023		0,0037	0,0045	0,0090
	Ar*	26	772,421	-0,050	-0,055	0,0020	0,0009	0,0022	-0,005		0,0029		0,0041	0,0046	0,0092
	Ar	27	794,818	-0,041	-0,050	0,0024	0,0019	0,0031	-0,009		0,0052		0,0060	0,0067	0,0134
	Ar	28	811,531	-0,051	-0,056	0,0012	0,0009	0,0015	-0,005		0,0029		0,0041	0,0044	0,0088
	Ar	29	826,453	-0,057	-0,064	0,0028	0,0017	0,0033	-0,007		0,0040		0,0049	0,0059	0,0118
	Ar*	30	852,144	-0,042	-0,055	0,0030	0,0024	0,0038	-0,013		0,0075		0,0080	0,0089	0,0178

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Tabuľka 13c)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 1,0 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$u_{A,0(n)}$ (nm)		$u_{A,výsl}$ (nm)	Časová stálosť' (nm)	Chyba odčítania (nm)	$u_{B,zj}$ (nm)		u_B (nm)	u (nm)	U ($k=2$) (nm)
				$\Delta\lambda_0$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$u_{A,0}$	$u_{A,n}$				$u_{B,stab}$	$u_{B,DI}$			
	Hg	1	546,075	-0,037	-0,052	0,0011	0,0018	0,0021	-0,015		0,0087		0,0092	0,0094	0,0188
	Hg	2	576,960	-0,048	-0,069	0,00076	0,0017	0,0019	-0,021		0,0121		0,0124	0,0126	0,0252
	Ne	3	594,483	-0,028	-0,004	0,0025	0,0026	0,0036	0,024		0,0139		0,0142	0,0147	0,0294
	Ne	4	609,616	-0,029	-0,008	0,0026	0,0021	0,0033	0,021		0,0121		0,0124	0,0129	0,0258
	Ne	5	614,306	-0,025	-0,013	0,0028	0,0019	0,0034	0,012		0,0069		0,0075	0,0082	0,0164
	Ne	6	616,359	-0,025	-0,013	0,0038	0,0030	0,0048	0,012		0,0069		0,0075	0,0089	0,0178
	Ne	7	621,728	-0,036	-0,019	0,0030	0,0018	0,0035	0,017		0,0098		0,0102	0,0108	0,0216
	Ne	8	633,443	-0,023	-0,017	0,0032	0,0028	0,0043	0,006		0,0035		0,0045	0,0062	0,0124
	Ne	9	638,299	-0,035	-0,012	0,0032	0,0016	0,0036	0,023		0,0133		0,0136	0,0141	0,0282
	Ne	10	650,653	-0,028	-0,005	0,0022	0,0016	0,0027	0,023		0,0133		0,0136	0,0139	0,0278
	Ne	11	667,828	-0,027	-0,015	0,0038	0,0041	0,0056	0,012		0,0069		0,0075	0,0093	0,0186
	Ne	12	671,704	-0,023	-0,019	0,0026	0,0038	0,0046	0,004		0,0023		0,0037	0,0059	0,0118
	Ne	13	692,947	-0,031	-0,014	0,0060	0,0044	0,0074	0,017		0,0098		0,0102	0,0126	0,0252
	Ar	14	696,543	-0,032	-0,038	0,0026	0,0024	0,0035	-0,006		0,0035		0,0045	0,0058	0,0116
1,0	Ne	15	703,241	-0,044	-0,037	0,0038	0,0013	0,0040	0,007	0,0050	0,0040	0,0029	0,0049	0,0064	0,0128
	Ar	16	706,722	-0,039	-0,048	0,0020	0,0015	0,0025	-0,009		0,0052		0,0060	0,0065	0,0130
	Ar	17	714,705	-0,032	-0,032	0,0035	0,0031	0,0047	0,000		0,0000		0,0029	0,0055	0,0110
	Ne	18	717,394	-0,041	-0,022	0,0030	0,0032	0,0044	0,019		0,0110		0,0114	0,0122	0,0244
	Ne	19	724,517	-0,048	-0,038	0,0057	0,0016	0,0059	0,010		0,0058		0,0065	0,0088	0,0176
	Ar	20	727,294	-0,049	-0,059	0,0025	0,0015	0,0029	-0,010		0,0058		0,0065	0,0071	0,0142
	Ar	21	738,398	-0,041	-0,042	0,0014	0,0016	0,0021	-0,001		0,0006		0,0030	0,0036	0,0072
	Ne	22	743,890	-0,059	-0,048	0,0031	0,0015	0,0034	0,011		0,0064		0,0070	0,0078	0,0156
	Ar	23	750,387	-0,050	-0,045	0,0047	0,0028	0,0055	0,005		0,0029		0,0041	0,0068	0,0136
	Ar	24	751,465	-0,050	-0,048	0,0013	0,0017	0,0021	0,002		0,0012		0,0031	0,0038	0,0076
	Ar	25	763,510	-0,044	-0,043	0,0009	0,0014	0,0017	0,001		0,0006		0,0030	0,0034	0,0068
	Ar*	26	772,421	-0,056	-0,054	0,0130	0,0021	0,0132	0,002		0,0012		0,0031	0,0135	0,0270
	Ar	27	794,818	-0,051	-0,049	0,0022	0,0018	0,0028	0,002		0,0012		0,0031	0,0042	0,0084
	Ar	28	811,531	-0,054	-0,054	0,0015	0,0016	0,0022	0,000		0,0000		0,0029	0,0036	0,0072
	Ar	29	826,453	-0,064	-0,062	0,0017	0,0028	0,0033	0,002		0,0012		0,0031	0,0045	0,0090
	Ar*	30	852,144	-0,053	-0,053	0,0025	0,0041	0,0048	0,000		0,0000		0,0029	0,0056	0,0112

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Tabuľka 13d)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 2,0 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$U_{A,0(n)}$ (nm)		$U_{A,výsl}$ (nm)	Časová stálosť (nm)	Chyba odčítania (nm)	$U_{B,zj}$ (nm)		U_B (nm)	u (nm)	U ($k = 2$) (nm)
				$\Delta\lambda_0$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$U_{A,0}$	$U_{A,n}$				$U_{B,stab}$	$U_{B,DI}$			
	Hg	1	546,075	-0,046	-0,053	0,0011	0,0016	0,0019	-0,007		0,0040		0,0049	0,0053	0,0106
	Hg	2	576,960	-0,059	-0,075	0,0010	0,0019	0,0022	-0,016		0,0092		0,0096	0,0099	0,0198
	Ne	3	594,483	-0,023	-0,004	0,0066	0,0026	0,0071	0,019		0,0110		0,0114	0,0134	0,0268
	Ne	4	609,616	-0,024	-0,008	0,0028	0,0032	0,0043	0,016		0,0092		0,0096	0,0105	0,0210
	Ne	5	614,306	-0,034	-0,012	0,0038	0,0054	0,0066	0,022		0,0127		0,0130	0,0146	0,0292
	Ne	6	616,359	-	-0,005	0,0044	0,0082	0,0093	-		-		-	-	-
	Ne	7	621,728	-0,038	-0,019	0,0044	0,0018	0,0048	0,019		0,0110		0,0114	0,0123	0,0246
	Ne	8	633,443	-0,023	-0,014	0,0024	0,0024	0,0034	0,009		0,0052		0,0060	0,0069	0,0138
	Ne	9	638,299	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	10	650,653	-0,046	-0,029	0,0061	0,0032	0,0069	0,017		0,0098		0,0102	0,0123	0,0246
	Ne	11	667,828	-0,025	-0,021	0,0044	0,0060	0,0074	0,004		0,0023		0,0037	0,0083	0,0166
	Ne	12	671,704	-0,037	-0,026	0,0060	0,0051	0,0079	0,011		0,0064		0,0070	0,0106	0,0212
	Ne	13	692,947	-0,033	-0,014	0,0054	0,0060	0,0081	0,019		0,0110		0,0114	0,0139	0,0278
	Ar	14	696,543	-0,042	-0,034	0,0022	0,0021	0,0030	0,008		0,0046		0,0054	0,0062	0,0124
2,0	Ne	15	703,241	-0,049	-0,037	0,0063	0,0013	0,0064	0,012	0,0050	0,0069	0,0029	0,0075	0,0099	0,0198
	Ar	16	706,722	-0,050	-0,052	0,0029	0,0020	0,0035	-0,002		0,0012		0,0031	0,0047	0,0094
	Ar	17	714,705	-0,027	-0,038	0,0044	0,0035	0,0056	-0,011		0,0064		0,0070	0,0090	0,0180
	Ne	18	717,394	-	-	0,0104	0,0076	0,0129	-		-		-	-	-
	Ne	19	724,517	-0,057	-0,060	0,0073	0,0063	0,0096	-0,003		0,0017		0,0034	0,0102	0,0204
	Ar	20	727,294	-0,056	-0,062	0,0028	0,0024	0,0037	-0,006		0,0035		0,0045	0,0059	0,0118
	Ar	21	738,398	-0,057	-0,048	0,0028	0,0021	0,0035	0,009		0,0052		0,0060	0,0069	0,0138
	Ne	22	743,890	-0,047	-0,067	0,0073	0,0047	0,0087	-0,020		0,0115		0,0119	0,0147	0,0294
	Ar	23	750,387	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	24	751,465	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	25	763,510	-0,057	-0,062	0,0022	0,0024	0,0033	-0,005		0,0029		0,0041	0,0052	0,0104
	Ar*	26	772,421	-0,061	-0,065	0,0025	0,0032	0,0041	-0,004		0,0023		0,0037	0,0055	0,0110
	Ar	27	794,818	-0,051	-0,051	0,0027	0,0035	0,0044	0,000		0,0000		0,0029	0,0053	0,0106
	Ar	28	811,531	-0,078	-0,084	0,0025	0,0021	0,0033	-0,006		0,0035		0,0045	0,0056	0,0112
	Ar	29	826,453	-0,065	-0,071	0,0032	0,0029	0,0043	-0,006		0,0035		0,0045	0,0063	0,0126
	Ar*	30	852,144	-0,054	-0,068	0,0076	0,0041	0,0086	-0,014		0,0081		0,0086	0,0122	0,0244

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Tabuľka 13e)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 3,0 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$u_{A,0(n)}$ (nm)		$u_{A,vysl}$ (nm)	Časová stálosť (nm)	Chyba odčítania (nm)	$u_{B,zj}$ (nm)		u_B (nm)	u (nm)	U ($k=2$) (nm)
				$\Delta\lambda_0$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$u_{A,0}$	$u_{A,n}$				$u_{B,stab}$	$u_{B,DI}$			
	Hg	1	546,075	-0,053	-0,071	0,00076	0,0014	0,0016	-0,018		0,0104		0,0108	0,0109	0,0218
	Hg	2	576,960	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	3	594,483	-0,059	-0,050	0,0060	0,0095	0,0112	0,009		0,0052		0,0060	0,0127	0,0254
	Ne	4	609,616	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	5	614,306	-0,047	-0,017	0,0030	0,0063	0,0070	0,030		0,0173		0,0175	0,0189	0,0378
	Ne	6	616,359	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	7	621,728	-0,074	-0,049	0,0110	0,0054	0,0123	0,025		0,0144		0,0147	0,0191	0,0382
	Ne	8	633,443	-0,054	-0,049	0,0079	0,0076	0,0110	0,005		0,0029		0,0041	0,0117	0,0234
	Ne	9	638,299	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	10	650,653	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	11	667,828	-0,059	-0,047	0,0082	0,0092	0,0123	0,012		0,0069		0,0075	0,0144	0,0288
	Ne	12	671,704	-	-	0,0070	0,0108	0,0129	-		-		-	-	-
	Ne	13	692,947	-0,055	-0,035	0,0110	0,0104	0,0151	0,020		0,0115		0,0119	0,0192	0,0384
	Ar	14	696,543	-0,054	-0,061	0,0047	0,0022	0,0052	-0,007		0,0040		0,0049	0,0072	0,0144
3,0	Ne	15	703,241	-0,074	-0,048	0,0098	0,0054	0,0112	0,026	0,0050	0,0150	0,0029	0,0153	0,0189	0,0378
	Ar	16	706,722	-0,060	-0,071	0,0030	0,0035	0,0046	-0,011		0,0064		0,0070	0,0084	0,0168
	Ar	17	714,705	-0,046	-0,054	0,0047	0,0041	0,0062	-0,008		0,0046		0,0054	0,0083	0,0166
	Ne	18	717,394	-0,072	-0,065	0,0057	0,0095	0,0111	0,007		0,0040		0,0049	0,0121	0,0242
	Ne	19	724,517	-0,066	-0,051	0,0063	0,0108	0,0125	0,015		0,0087		0,0092	0,0155	0,0310
	Ar	20	727,294	-0,064	-0,080	0,0041	0,0041	0,0058	-0,016		0,0092		0,0096	0,0113	0,0226
	Ar	21	738,398	-0,061	-0,067	0,0017	0,0026	0,0031	-0,006		0,0035		0,0045	0,0055	0,0110
	Ne	22	743,890	-	-	0,0130	0,0089	0,0158	-		-		-	-	-
	Ar	23	750,387	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	24	751,465	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	25	763,510	-0,073	-0,084	0,0021	0,0027	0,0034	-0,011		0,0064		0,0070	0,0078	0,0156
	Ar*	26	772,421	-0,074	-0,083	0,0022	0,0026	0,0034	-0,009		0,0052		0,0060	0,0069	0,0138
	Ar	27	794,818	-0,077	-0,083	0,0030	0,0028	0,0041	-0,006		0,0035		0,0045	0,0061	0,0122
	Ar	28	811,531	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	29	826,453	-0,083	-0,088	0,0030	0,0023	0,0038	-0,005		0,0029		0,0041	0,0056	0,0112
	Ar*	30	852,144	-0,071	-0,086	0,0092	0,0050	0,0105	-0,015		0,0087		0,0092	0,0139	0,0278

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Tabuľka 13f)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 4,0 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$u_{A,0(n)}$ (nm)		$u_{A,vysl}$ (nm)	Časová stálosť (nm)	Chyba odčítania (nm)	$u_{B,zi}$ (nm)		u_B (nm)	u (nm)	U ($k=2$) (nm)
				$\Delta\lambda_0$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$u_{A,0}$	$u_{A,n}$				$u_{B,stab}$	$u_{B,DI}$			
	Hg	1	546,075	-0,056	-0,064	0,00076	0,0015	0,0017	-0,008		0,0046		0,0054	0,0057	0,0114
	Hg	2	576,960	-0,037	-0,059	0,0022	0,0029	0,0036	-0,022		0,0127		0,0130	0,0135	0,0270
	Ne	3	594,483	-0,054	-0,050	0,0111	0,0095	0,0146	0,004		0,0023		0,0037	0,0151	0,0302
	Ne	4	609,616	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	5	614,306	-0,056	-0,028	0,0054	0,0073	0,0091	0,028		0,0162		0,0165	0,0188	0,0376
	Ne	6	616,359	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	7	621,728	-0,058	-0,060	0,0115	0,0047	0,0124	-0,002		0,0012		0,0031	0,0128	0,0256
	Ne	8	633,443	-0,093	-0,085	0,0083	0,0070	0,0109	0,008		0,0046		0,0054	0,0121	0,0242
	Ne	9	638,299	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	10	650,653	-	-	0,0066	0,0117	0,0134	-		-		-	-	-
	Ne	11	667,828	-0,069	-0,048	0,0077	0,0111	0,0135	0,021		0,0121		0,0124	0,0184	0,0368
	Ne	12	671,704	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	13	692,947	-0,075	-0,052	0,0140	0,0104	0,0174	0,023		0,0133		0,0136	0,0221	0,0442
	Ar	14	696,543	-0,043	-0,058	0,0031	0,0029	0,0042	-0,015		0,0087		0,0092	0,0101	0,0202
4,0	Ne	15	703,241	-	-	-	-	-	-	0,0050	-	0,0029	-	-	-
	Ar	16	706,722	-0,062	-0,070	0,0035	0,0038	0,0052	-0,008		0,0046		0,0054	0,0075	0,0150
	Ar	17	714,705	-0,055	-0,046	0,0044	0,0054	0,0070	0,009		0,0052		0,0060	0,0092	0,0184
	Ne	18	717,394	-	-	0,0140	0,0155	0,0209	-		-		-	-	-
	Ne	19	724,517	-	-	0,0160	0,0149	0,0219	-		-		-	-	-
	Ar	20	727,294	-0,074	-0,077	0,0051	0,0029	0,0059	-0,003		0,0017		0,0034	0,0068	0,0136
	Ar	21	738,398	-0,067	-0,067	0,0018	0,0025	0,0031	0,000		0,0000		0,0029	0,0042	0,0084
	Ne	22	743,890	-0,060	-0,088	0,0130	0,0152	0,0200	-0,028		0,0162		0,0165	0,0259	0,0518
	Ar	23	750,387	-	-	0,0110	0,0085	0,0139	-		-		-	-	-
	Ar	24	751,465	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	25	763,510	-0,071	-0,074	0,0035	0,0028	0,0045	-0,003		0,0017		0,0034	0,0056	0,0112
	Ar*	26	772,421	-0,075	-0,080	0,0041	0,0031	0,0051	-0,005		0,0029		0,0041	0,0066	0,0132
	Ar	27	794,818	-0,077	-0,076	0,0030	0,0028	0,0041	0,001		0,0006		0,0030	0,0051	0,0102
	Ar	28	811,531	-	-	0,0035	0,0038	0,0052	-		-		-	-	-
	Ar	29	826,453	-0,084	-0,087	0,0021	0,0031	0,0037	-0,003		0,0017		0,0034	0,0050	0,0100
	Ar*	30	852,144	-0,087	-0,088	0,0070	0,0070	0,0099	-0,001		0,0006		0,0030	0,0103	0,0206

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Tabuľka 13g)

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej etalónu v rozsahu (545÷850) nm pre SŠP 5,0 nm

SŠP (nm)	Emisná čiara	Čiara č.	λ (nm)	Systematická chyba (nm)		$u_{A,0(n)}$ (nm)		$u_{A,vysl}$ (nm)	Časová stálosť (nm)	Chyba odčítania (nm)	$u_{B,zj}$ (nm)		u_B (nm)	u (nm)	U ($k=2$) (nm)
				$\Delta\lambda_o$ (2005)	$\Delta\lambda_n$ (2010)	$u_{A,o}$	$u_{A,n}$				$u_{B,stab}$	$u_{B,DI}$			
	Hg	1	546,075	-0,066	-0,073	0,0011	0,0011	0,0016	-0,007		0,0040		0,0049	0,0052	0,0104
	Hg	2	576,960	-0,059	-0,073	0,0022	0,0038	0,0044	-0,014		0,0081		0,0086	0,0097	0,0194
	Ne	3	594,483	-0,054	-0,034	0,0130	0,0089	0,0158	0,020		0,0115		0,0119	0,0197	0,0394
	Ne	4	609,616	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	5	614,306	-0,062	-0,041	0,0085	0,0108	0,0137	0,021		0,0121		0,0124	0,0185	0,0370
	Ne	6	616,359	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	7	621,728	-0,063	-0,071	0,0123	0,0104	0,0161	-0,008		0,0046		0,0054	0,0170	0,0340
	Ne	8	633,443	-	-0,107	0,0190	0,0101	0,0215	-		-		-	-	-
	Ne	9	638,299	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	10	650,653	-	-	0,0110	0,0177	0,0208	-		-		-	-	-
	Ne	11	667,828	-	-	0,0190	0,0187	0,0267	-		-		-	-	-
	Ne	12	671,704	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ne	13	692,947	-0,083	-0,058	0,0130	0,0114	0,0173	0,025		0,0144		0,0147	0,0227	0,0454
	Ar	14	696,543	-0,050	-0,063	0,0031	0,0018	0,0036	-0,013		0,0075		0,0080	0,0088	0,0176
5,0	Ne	15	703,241	-	-	0,0130	0,0123	0,0179	-	0,0050	-		-	-	-
	Ar	16	706,722	-0,070	-0,081	0,0031	0,0015	0,0034	-0,011		0,0064		0,0070	0,0078	0,0156
	Ar	17	714,705	-0,050	-0,054	0,0051	0,0036	0,0062	-0,004		0,0023		0,0037	0,0073	0,0146
	Ne	18	717,394	-0,086	-0,091	0,0111	0,0117	0,0161	-0,005		0,0029		0,0041	0,0166	0,0332
	Ne	19	724,517	-	-	0,0150	0,0060	0,0162	-		-		-	-	-
	Ar	20	727,294	-0,081	-0,081	0,0022	0,0054	0,0058	0,000		0,0000		0,0029	0,0065	0,0130
	Ar	21	738,398	-0,070	-0,082	0,0022	0,0022	0,0031	-0,012		0,0069		0,0075	0,0081	0,0162
	Ne	22	743,890	-	-	0,0150	0,0085	0,0172	-		-		-	-	-
	Ar	23	750,387	-	-	0,0101	0,0085	0,0132	-		-		-	-	-
	Ar	24	751,465	-	-	-	-	-	-		-		-	-	-
	Ar	25	763,510	-0,081	-0,089	0,0015	0,0038	0,0041	-0,008		0,0046		0,0054	0,0068	0,0136
	Ar*	26	772,421	-0,087	-0,094	0,0054	0,0029	0,0061	-0,007		0,0040		0,0049	0,0079	0,0158
	Ar	27	794,818	-0,087	-0,091	0,0032	0,0031	0,0045	-0,004		0,0023		0,0037	0,0058	0,0116
	Ar	28	811,531	-	-	0,0024	0,0041	0,0048	-		-		-	-	-
	Ar	29	826,453	-0,102	-0,107	0,0044	0,0038	0,0058	-0,005		0,0029		0,0041	0,0071	0,0142
	Ar*	30	852,144	-0,096	-0,105	0,0082	0,0063	0,0103	-0,009		0,0052		0,0060	0,0119	0,0238

* zle rozlíšené čiary; kurzívou sú vyznačené výrobcom nedoporučované čiary

Tabuľka 14

Základné metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky národného etalónu v kalibrovanom spektrálnom rozsahu (250÷580) nm pre SŠP 1,0 nm

Emisná čiara	Čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	Časová stálosť/11r (nm)	u_A (nm)	u_B (nm)	U ($k=2$) (nm)
Hg	1	253,651	-0,057	-0,014	0,0022	0,0086	0,018
Hg	2	296,728	-0,056	-0,009	0,0015	0,0060	0,012
Hg	3	313,155	-0,045	-0,019	0,0035	0,011	0,024
Hg	4	365,016	-0,040	-0,020	0,0014	0,012	0,024
Hg	5	404,657	-0,062	-0,010	0,0016	0,0065	0,013
Hg	6	435,834	-0,043	+0,009	0,0016	0,0060	0,012
Hg	7	546,075	-0,037	-0,015	0,0021	0,0092	0,019
Hg	8	576,960	-0,048	-0,021	0,0019	0,012	0,025

Hg	9	579,066	-0,046	-0,017	0,0024	0,010	0,021
----	---	---------	--------	--------	--------	-------	-------

Tabuľka 15

Základné metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky národného etalónu v kalibrovanom spektrálnom rozsahu (590÷850) nm pre SŠP 1,0 nm

Emisná čiara	Čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	Časová stálosť/5r (nm)	u_A (nm)	u_B (nm)	$U (k = 2)$ (nm)
Ne	1	594,483	-0,028	0,024	0,0036	0,0142	0,029
Ne	2	609,616	-0,029	0,021	0,0033	0,0124	0,026
Ne	3	614,306	-0,025	0,012	0,0034	0,0075	0,016
Ne	4	616,359	-0,025	0,012	0,0048	0,0075	0,018
Ne	5	621,728	-0,036	0,017	0,0035	0,0102	0,022
Ne	6	633,443	-0,023	0,006	0,0043	0,0045	0,012
Ne	7	638,299	-0,035	0,023	0,0036	0,0136	0,028
Ne	8	650,653	-0,028	0,023	0,0027	0,0136	0,028
Ne	9	667,828	-0,027	0,012	0,0056	0,0075	0,018
Ne	10	671,704	-0,023	0,004	0,0046	0,0037	0,012
Ne	11	692,947	-0,031	0,017	0,0074	0,0102	0,025
Ar	12	696,543	-0,032	-0,006	0,0035	0,0045	0,012
Ne	13	703,241	-0,044	0,007	0,0040	0,0049	0,013
Ar	14	706,722	-0,039	-0,009	0,0025	0,0060	0,013
Ar	15	714,705	-0,032	0,000	0,0047	0,0029	0,011
Ne	16	717,394	-0,041	0,019	0,0044	0,0114	0,024
Ne	17	724,517	-0,048	0,010	0,0059	0,0065	0,018
Ar	18	727,294	-0,049	-0,010	0,0029	0,0065	0,014
Ar	19	738,398	-0,041	-0,001	0,0021	0,0030	0,007
Ne	20	743,890	-0,059	0,011	0,0034	0,0070	0,016
Ar	21	750,387	-0,050	0,005	0,0055	0,0041	0,014
Ar	22	751,465	-0,050	0,002	0,0021	0,0031	0,0076
Ar	23	763,510	-0,044	0,001	0,0017	0,0030	0,0068
Ar*	24	772,421	-0,056	0,002	0,0132	0,0031	0,027
Ar	25	794,818	-0,051	0,002	0,0028	0,0031	0,0084
Ar	26	811,531	-0,054	0,000	0,0022	0,0029	0,0072
Ar	27	826,453	-0,064	0,002	0,0033	0,0031	0,0090
Ar*	28	852,144	-0,053	0,000	0,0048	0,0029	0,011

* zle rozlíšené čiary

Poznámka:

Výsledná štandardná neistota typu B (u_B) a rozšírená neistota $U (k = 2)$, uvedená v tabuľkách 14) a 15), zahŕňa (okrem iného) zložku štandardnej neistoty vplyvom časovej stálosti kalibrácie stupnice za sledované obdobie 5 až 10(11) rokov (v rámci stanoveného rekalibračného intervalu 1x/5rokov).

Tabuľka 16

Bilancia štandardných neistôt typu B kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu v kalibrovanom spektrálnom rozsahu (250÷580) nm pre SŠP 1,0 nm

SŠP (nm)	Hg čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	$u_{B, \lambda, DI}$ (nm)	$u_{B, \lambda, STAB}$ za 5,5 r (nm)	$u_{B, \lambda}$ (nm)
1,0	1	253,651	0,0029	0,0081	0,0086
	2	296,728	0,0029	0,0052	0,0060
	3	313,155	0,0029	0,011	0,011
	4	365,016	0,0029	0,0075	0,0080
	5	404,657	0,0029	0,0058	0,0065
	6	435,834	0,0029	0,0052	0,0060
	7	546,075	0,0029	0,0087	0,0092
	8	576,960	0,0029	0,012	0,012

	9	579,066	0,0029	0,0098	0,010
--	---	---------	--------	--------	-------

3.2 Metrologické charakteristiky prídavného zariadenia národného etalónu spektrálnej transmitancie (VIS spektrometra Spekol 11)

3.2.1 Metrologické charakteristiky transmitančnej a absorbančnej stupnice prídavného spektrometra Spekol 11

Systematická chyba stupnice bola určená kalibráciou za použitia metódy priameho merania a porovnávania absorpčných schopností SRM 930d (NIST) vo forme sady sklenených opticky neutrálnych šedých filtrov, pre spektrálny rozsah (440÷635) nm a spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm. Zistená systematická chyba, uvedená v tab. 17, je len informatívna (neslúži ku korekcii nameraných hodnôt spektrálnej transmitancie a absorbančie analyzovanej látky), nakoľko hodnoty absorbančie použitého RM sú certifikované pre iné SŠP (v rozmedzí od 2,2 do 6,5 nm).

Štandardná neistota typu A, uvedená v tabuľke 17, je rovná výberovej smerodajnej odchýlke výberového priemeru (výberová smerodajná odchýlka, definovaná v súlade so STN 01 0115, delená druhou odmocninou z počtu opakovaných meraní). Štandardná neistota typu B, vzhľadom na orientačný charakter stanovenia systematickej chyby stupnice, nebola ohodnotená. Podrobné vyhodnotenie výsledkov stanovenia chyby je uvedené v príslušnom protokole o kalibrácii.

Chyba spektrometrickej linearity prídavného zariadenia (podmieňujúca veľkosť systematickej chyby transmitančnej a absorbančnej stupnice), uvedená v tabuľke 18, bola určená kalibráciou za použitia nezávislej metódy svetelnej aditívnosti zoslabeného žiarenia, založenej na princípe sendvičového skladania dvojice nekalibrovaných opticky neutrálnych šedých filtrov typu MOM (nevyžaduje sa znalosť absolútnej hodnoty meranej veličiny, nakoľko ide o sčítavanie a porovnávanie nameraných hodnôt), pre spektrálny rozsah (395÷680) nm, spektrálnu šírku pásma žiarenia v rozmedzí 11,0 nm a integračný čas okolo 10 s.

Zistená systematická chyba je len informatívna, a neslúži ku prepočtu odpovedajúcej odchýlky stupnice, nakoľko zoslabenie žiarenie pomocou filtrov (na rozdiel od zoslabovača žiarenia vo forme cirkulačného opticky neutrálneho perforovaného kovového disku, lineárnej hustoty po obvode, použitého pri kontrole spektrometrickej linearity etalónu, v kombinácii s dvojtvorovou clonou) nie je možné uskutočniť kontinuálne pre požadované transmitančné (a odpovedajúce absorbančné) hladiny 100; 50; 25; 12,5; 6,25; 3,125 %T (0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5).

Štandardná neistota typu A, uvedená v tabuľke 18, je rovná výberovej smerodajnej odchýlke výberového priemeru (výberová smerodajná odchýlka, definovaná v súlade so STN 01 0115, delená druhou odmocninou z počtu opakovaných meraní). Štandardná neistota typu B, vzhľadom na orientačný charakter stanovenia chyby sp. linearity, nebola ohodnotená. Podrobné vyhodnotenie výsledkov stanovenia chyby sp. linearity je uvedené v príslušnom protokole o kalibrácii.

Tabuľka 17

Systematická chyba absorbančnej stupnice prídavného spektrometra Spekol 11

Filter	Vlnová dĺžka (nm)	SŠP (nm)	Absorbancia		Systematická chyba	u_A
			A_{cert}	A_{nam}		
10	440,0	2,2	1,032	1,032	0,000	0,00022
20			0,741	0,742	-0,001	0,00015
30			0,512	0,513	+0,001	0,00022
10	465,0	2,7	0,960	0,968	+0,008	0,00027
20			0,689	0,694	+0,005	0,00027
30			0,472	0,474	+0,002	0,00020
10	546,1	6,5	0,992	0,996	+0,004	0,00022
20			0,712	0,715	+0,003	0,00010
30			0,484	0,486	+0,002	0,00035
10	590,0	5,4	1,033	1,036	+0,003	0,00035
20			0,741	0,744	+0,003	0,00038
30			0,515	0,516	+0,001	0,00028
10	635,0	6,0	0,987	0,975	-0,012	0,00015
20			0,708	0,700	-0,008	0,00027

30		0,508	0,505	-0,003	0,00025
----	--	-------	-------	--------	---------

Tabuľka 18

Chyba spektrometrickej linearity prídavného spektrometra Spekol 11

Vlnová dĺžka (nm)	Dvojica filtrov	Stredná nameraná hodnota absorbančie filtrov a, b			Vypočítaná hodnota (a + b) _{.xls}	Chyba sp. linearity (a+b)-[(a)+(b)] _{.xls}	u _A .xls
		(a)	(b)	(a + b)			
395	I-II	0,084	0,471	0,556	0,555	+0,001	0,00047
	I-III	0,085	0,998	1,087	1,083	+0,005	0,00067
	I-IV	0,086	1,260	1,338	1,346	-0,008	0,00040
	II-III	0,472	0,998	1,459	1,469	-0,010	0,00056
	II-IV	0,473	1,261	1,702	1,733	-0,032	0,00037
	III-IV	0,998	1,260	2,289	2,258	+0,031	0,00078
512	I-II	0,072	0,392	0,466	0,463	+0,002	0,00070
	I-III	0,073	0,837	0,914	0,910	+0,004	0,00070
	I-IV	0,072	1,112	1,185	1,184	+0,001	0,00040
	II-III	0,392	0,837	1,233	1,229	+0,004	0,00056
	II-IV	0,392	1,112	1,509	1,504	+0,005	0,00071
	III-IV	0,837	1,113	1,957	1,950	+0,007	0,00065
565	I-II	0,071	0,382	0,453	0,452	0,000	0,00076
	I-III	0,072	0,816	0,891	0,888	+0,003	0,00060
	I-IV	0,071	1,097	1,171	1,167	+0,004	0,00070
	II-III	0,382	0,816	1,199	1,197	+0,001	0,00099
	II-IV	0,382	1,097	1,494	1,478	+0,015	0,00045
	III-IV	0,816	1,096	1,924	1,911	+0,012	0,00067
678	I-II	0,081	0,334	0,414	0,415	-0,001	0,00085
	I-III	0,082	0,698	0,782	0,780	+0,003	0,00034
	I-IV	0,081	0,987	1,068	1,068	-0,001	0,00067
	II-III	0,334	0,698	1,019	1,031	-0,013	0,00056
	II-IV	0,334	0,987	1,290	1,321	-0,030	0,00072
	III-IV	0,693	0,984	1,580	1,677	-0,097	0,0010

Vzhľadom na vyššie uvedený rutinný a orientačný charakter kalibrácie (kontroly) transmitančnej a absorbančnej stupnice prídavného spektrometrického zariadenia etalónu, sú hodnoty spektrálnej transmitancie a absorbančie namerané pre požadovanú hodnotu SŠP 11,0 nm nadviazané na odpovedajúce hodnoty, stanovené na národnom etalóne pre štandardnú hodnotu SŠP 1,0 nm, a to na základe zhodnotenia:

- vplyvu odchýlky požadovanej SŠP od štandardnej SŠP (a z toho vyplývajúceho zvýšeného stupňa rozptylu žiarenia) na hodnoty absorbančie, prislúchajúcemu zhoršenej kvalite monochromatického žiarenia (stanovený z rozdielu odpovedajúcich si hodnôt absorbančie pre dané SŠP); tento vplyv predstavuje najväčší príspevok;
- prípadne aj vplyvu odchýlky od linearity priamkovej závislosti medzi odpovedajúcimi hodnotami absorbančie radu identických roztokov kalibrovaného CRM, stanovených pri požadovanej a štandardnej SŠP (zisteného vynesím grafickej závislosti $A_{11} = f(A_1)$ za použitia metódy najmenších štvorcov) pre špecifické hodnoty vlnovej dĺžky za inak rovnakých podmienok (koncentrácia, teplota, hrúbka absorbujúcej vrstvy); tento vplyv je zanedbateľný.

Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú neistotu výsledku pri meraní spektrálnej transmitancie alebo absorbančie analyzovanej látky, patria okrem faktorov súvisiacich so samotnou transmitančnou alebo absorbančnou stupnicou aj ďalšie faktory (chyba stupnice vlnovej dĺžky meradla, teplotné zmeny a odchýlky od štandardnej teploty analyzovanej látky pri meraní a spektrálna nestabilita analyzovanej látky v čase). Tieto faktory väčšinou prevyšujú neistotu súvisiacu so samotnou stupnicou. Najväčší príspevok predstavuje zložka štandardnej neistoty prislúchajúca spektrálnej nestabilite analyzovanej látky v čase.

Príklad výsledku stanovenia certifikovaných hodnôt absorbančie analyzovanej látky, vrátane odhadu štandardných neistôt, je pre CRM absorbančnej stupnice SMU J03 (Co-Ni), uvedený v tabuľke 19. Celkové zhodnotenie uplatňujúcich sa zdrojov štandardných neistôt ako aj celkovej

neistoty stanovenia certifikovaných hodnôt absorbančie CRM je zhrnutý v tabuľke 20. Podrobný rozbor neistôt a možných zdrojov chýb je uvedený v príslušnom protokole o kalibrácii CRM.

Tabuľka 19

Bilancia odhadu štandardných neistôt stanovenia certifikovaných hodnôt absorbančie roztoku č. 1 CRM absorbančnej stupnice (Co-Ni, šarža J0309903) pre vlnovú dĺžku 395 nm a SŠP 11,0 nm

vplyv	jednotka	hodnota	korekcia	$u_{A,j}$	z_{max}	$u_{B,j}$	$A_{A,j}$	$u_{B,A,j}$	u	$U (k = 2)$
absorbancia - meranie	1	0,2857	-	0,00037	-	-	-	-	0,0028	0,0056
vlnová dĺžka	nm	395	-	-	$\pm 1,00$	0,58	0,001	0,00058		
spektrálna šírka pásma/RŽ	nm	11	-	-	-0,0047	0,0027	1	0,0027		
hrúbka absorb. vrstvy	cm	1	-	-	0,00055	0,00055	0,81	0,00013		
teplota	°C	25	-	-	$\pm 0,50$	0,29	0,00034	0,000099		
sp. stabilita roztoku CRM	1	0,2857	-	-	+0,0007	0,00040	1	0,00040		
linearita medzi SŠP 1 a 11 nm	1	0,2857	-	-	-0,0002	0,0002	1	0,0002		

Poznámky:

$A_{A,t}$ je prevodový koeficient $(\partial A/\partial t) \equiv (\Delta A_{cert}/\Delta t) = k_A \cdot A_{cert,25} = A_{A,t}$, kde $A_{cert,25}$ je certifikovaná hodnota roztoku pri 395 nm a $k_A = +0,0012^\circ\text{C}^{-1}$ je príslušný teplotný koeficient roztoku, stanovený experimentálne už prv pre 1. výrobnú sériu tohto CRM (je prevzatý z prac. postupu SMU č. 12/260/00);

$u_{B,Acert,l}$ je zložka štand. neistoty typu B odhadu strednej hodnoty absorbančie (A_{cert}), prislúchajúca odchýlke hodnôt absorbančie roztoku CRM vplyvom neistoty hrúbky absorbujúcej vrstvy použitej meracej kyvety, rovná $A_{cert,l} \cdot u_{B,Astand,l} (A_{disp}/A_{stand}) \cdot A_{cert}$, kde:

$A_{Acert,l}$ je prevodový koeficient $(\partial A/\partial l) \equiv (\Delta A_{cert}/\Delta l) = (A_{kyveta,NIST} - A_{disp,kyveta}) / (l_{kyveta,NIST} - l_{disp-kyveta}) = 0,81$;

A_{disp} je nameraná hodnota absorbančie dispozičnej kyvety pri stanovení hrúbky absorbujúcej vrstvy (l_{disp}), porovnaním so štandardnou kyvetou NIST SRM 932, rovná 1,044450;

A_{stand} je nameraná hodnota absorbančie štandardnej NIST kyvety pri stanovení hrúbky absorbujúcej vrstvy dispozičnej kyvety (l_{disp}), porovnaním so štandardnou kyvetou NIST, rovná 1,042830;

l_{disp} je kalibráciou stanovená hrúbka absorbujúcej vrstvy dispozičnej kyvety, rovná 1,002 cm (z certifikátu);

l_{stand} je hrúbka absorbujúcej vrstvy štand. kyvety NIST SRM932, rovná 1,00000 cm (prevzatá z certifikátu);

$u_{B,l}$ je štand. neistota typu B, vplyvom chyby hrúbky absorbujúcej vrstvy (1,002 cm) použitej meracej kyvety ako integrálnej časti Spekol 11 (kal. značka 307-4/260 02/04), rovná kombinovanej štand. neistote (0,00055 cm) prevzaté z certifikátu o kalibrácii tejto kyvety.

Tabuľka 20

Štandardné neistoty stanovenia certifikovaných hodnôt absorbančie roztokov CRM absorbančnej stupnice SMU (Co-Ni, šarža J0309903) s hrúbkou absorbujúcej vrstvy 1 cm pre SŠP 11 nm, pri teplote 25°C

λ (nm)	Roztok č.	A_{cert}	$u_{A,Acert}$		$u_{B,Acert}$						u_{Acert}	U_{Acert}
			$u_{A,Acert,RM}$ (n=10)	$u_{A,Acert,RM}$ (k=10)	$u_{B,Acert,\lambda}$	$u_{B,Acert,t}$	$u_{B,Acert,stabRM}$ (5 rokov)	$u_{B,Acert,l}$	$u_{B,Acert,SŠP/RŽ}$	$u_{B,Acert,lin(11/nm)}$		
395	1	0,2857	0,00012	0,00035	0,00058	0,000099	0,00040	0,00013		0,0002	0,0028	0,0056
	2	0,5797	0,00014	0,00027	0,00058	0,00020	0,00092	0,00025	0,0027	0,0004	0,0029	0,0058
	3	0,8724	0,00015	0,00027	0,00058	0,00029	0,00092	0,00037		0,0002	0,0030	0,0060
512	1	0,2863	0,000066	0,00027	0,00058	0,00011	0,00046	0,00013		0,0005	0,0013	0,0026
	2	0,5804	0,000066	0,00023	0,00058	0,00023	0,00075	0,00025	0,00087	0,0010	0,0016	0,0032
	3	0,8726	0,00011	0,00031	0,0012	0,00035	0,00075	0,00037		0,0005	0,0018	0,0036
678	1	0,1101	0,000089	0,00013	0,00000	0,000043	0,00040	0,000047		0,0001	0,0015	0,0030
	2	0,2233	0,000070	0,00017	0,00058	0,000090	0,00052	0,000096	0,0013	0,0005	0,0016	0,0032
	3	0,3361	0,000066	0,00016	0,00000	0,00014	0,00040	0,00014		0,0001	0,0014	0,0028

3.2.2 Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky prídavného spektrometra Spekol 11

Systematická chyba stupnice, uvedená v tabuľke 21, bola stanovená kalibráciou za použitia metódy priameho merania a porovnávania spektrálnej polohy špecifických absorpčných pásov CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU (Ho₂O₃) v spektrálnom rozsahu vlnovej dĺžky (360÷640) nm, pre spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm s data intervalom (krokom) vlnovej dĺžky 1 nm (v rámci ± 6 nm okolo minima príslušného absorpčného pásu RM). Kalibrácia spektrometra sa vykonala v súlade s návodom na použitie CRM, ktorý je uvedený v príslušnom certifikáte. Certifikované hodnoty vlnovej dĺžky CRM sú nadviazané na stupnicu vlnovej dĺžky meradiel spektrálnej transmitancie akreditovaných laboratórií VUVH, UKSUP a AGF (5 spektrometrov typu Spekol

11, v. č. 855475, 839601; 845898; 839867; 858127 a 1 spektrometer typu Spekol 10, v. č. 803724), použitých pri kalibrácii tohto CRM. Pri kalibrácii stupnice meradiel bola použitá ortuťová a neónová lampa. Odchýlky stupnice meradiel od nominálnych hodnôt ≤ 2 nm (stanovené s rozšírenou neistotou $\leq 2 \cdot 10^{-1}$ nm pre $k = 2$) boli použité na korekciu nameraných hodnôt vlnovej dĺžky minima spektrálnej transmitancie špecifických absorpčných pásov CRM stupnice vlnovej dĺžky (Ho_2O_3) v súlade s prac. postupom SMU č. 10/260/00. Podrobný rozbor výsledkov stanovenia certifikovaných hodnôt vlnovej dĺžky CRM pre SŠP 11,0 nm (vrátane neistôt a možných zdrojov chýb) je uvedený v príslušnom protokole o kalibrácii tohto CRM.

Zistená systematická chyba (odchýlka od nominálnej hodnoty) slúži ku korekcii nameraných hodnôt vlnovej dĺžky analyzovanej látky pri SŠP 11,0 nm. Štandardná neistota typu A a B kalibrácie stupnice slúžia spolu s ďalšími zložkami neistôt k odhadu štandardnej kombinovanej prípadne rozšírenej neistoty nameraných hodnôt vlnovej dĺžky analyzovanej látky pri SŠP 11,0 nm.

Štandardná neistota typu A, uvedená v tabuľke 21, je rovná výberovej smerodajnej odchýlke výberového priemeru (výberová smerodajná odchýlka, definovaná v súlade so STN 01 0115, delená druhou odmocninou z počtu opakovaných meraní).

Štandardná neistota typu B, uvedená v tabuľke 21, prislúcha jednotlivým zložkám štandardných neistôt pochádzajúcich z rôznych zdrojov (chyba odčítania hodnôt vlnovej dĺžky minima spektrálnej transmitancie absorpčného pásu, $\Delta\lambda_{\text{odč}}(z_{\text{max}}) = 0,1$ nm pri meraní s data intervalom (krokom) vlnovej dĺžky $\Delta\lambda_{\text{DI}} = 1$ nm, s akým sa pri kalibrácii premeriaval každý pás v spektrálnom rozsahu ± 6 nm okolo nominálnej hodnoty a neistota CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU (Ho_2O_3), použitého pri kalibrácii (prevzatá z certifikátu CRM). Štandardná neistota typu B nezahŕňa zložku vplyvom zmien časovej stálosti kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky, nakoľko kalibrácia stupnice sa uskutočňuje vždy pred kalibráciou CRM stupnice vlnovej dĺžky (1x za 5 a viac rokov).

Príklad bilancie hodnôt jednotlivých zložiek štandardnej neistoty typu B, a hodnoty výslednej štandardnej neistoty typu B kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky prídavného zariadenia etalónu pre spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm, je uvedený v tabuľke 22. Podrobné vyhodnotenie výsledkov stanovenia systematickej chyby (vrátane bilancie hodnôt jednotlivých zložiek štandardnej neistoty typu B) je uvedené v príslušnom protokole o kalibrácii.

Tabuľka 21

Metrologické charakteristiky stupnice vlnovej dĺžky prídavného spektrometra Spekol 11

Pas č.	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	u_A (nm)	u_B (nm)	u (nm)	$U (k=2)$ (nm)
7	359,10	+ 0,95	0,051	0,40	0,40	0,80
9	417,10	- 0,40	0,000	0,26	0,26	0,52
10	451,30	+ 0,20	0,000	0,26	0,26	0,52
12	484,50	+ 0,45	0,051	0,26	0,26	0,52
13	538,80	+ 0,20	0,000	0,26	0,26	0,52
14	642,50	0,00	0,000	0,26	0,26	0,52

Neistota typu B, u_B zahŕňa:

- zložku štandardnej neistoty prislúchajúcu chybe odčítania hodnoty vlnovej dĺžky minima spektrálnej transmitancie absorpčného pásma, $\Delta\lambda_{\text{odč}}(z_{\text{max}}) = 0,1$ nm pri meraní s data intervalom (krokom) vlnovej dĺžky $\Delta\lambda_{\text{DI}} = 1$ nm (odpovedajúci minimálnemu deleniu stupnice) s akým sa pri kalibrácii premeriaval každý absorpčný pás v spektrálnom rozsahu ± 6 nm okolo nominálnej hodnoty. Za predpokladu rovnomerného rozdelenia odchýlok v intervale $\pm z_{\text{max}}$, sa odhadla štandardná neistota zdroja $u_{B,DI} = z_{\text{max}}/\sqrt{3} = 0,058$ nm, a stanovila sa odpovedajúca zložka štandardnej neistoty $u_{B,\lambda,DI} = A_{\lambda,DI} \cdot u_{B,DI} = u_{B,DI} = 0,058$ nm ($A_{\lambda,DI} = \partial\lambda/\partial\lambda_{DI} = 1$);
- zložku štandardnej neistoty prislúchajúcu kombinovanej štandardnej neistote CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU (Ho_2O_3), použitého pri kalibrácii stupnice vlnovej dĺžky spektrometra Spekol 11 (rovná 0,25 nm pre pásy č. 9, 10, 12, 13, 14 a 0,40 nm pre pás č. 7), $u_{B,\lambda,CRM} = A_{\lambda,CRM} \cdot u_{B,CRM} = u_{CRM} = 0,25$ nm príp. 0,40 nm ($A_{\lambda,CRM} = \partial\lambda/\partial\lambda_{CRM} = 1$).

Neistota typu B, u_B nezahŕňa:

- zložku štandardnej neistoty vplyvom zmien časovej stálosti kalibrácie stupnice, $\Delta\lambda_{STAB}(Z_{max})$, nakoľko kalibrácia stupnice vlnovej dĺžky spektrometra sa uskutočňuje vždy pred kalibráciou CRM stupnice vlnovej dĺžky (približne 1x za 3 až 5 rokov).

Tabuľka 22

Bilancia štandardných neistôt typu B kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky spektrometra Spekol 11

SŠP (nm)	Pas č.	Vlnová dĺžka (nm)	$u_{B,\lambda,DI}$ (nm)	$u_{B,\lambda,CRM}$ (nm)	$u_{B,\lambda}$ (nm)
11,0	7	359,10	0,058	0,40	0,40
	9	417,10	0,058	0,25	0,26
	10	451,30	0,058	0,25	0,26
	12	484,50	0,058	0,25	0,26
	13	538,80	0,058	0,25	0,26
	14	642,50	0,058	0,25	0,26

Príklad výsledku kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky prídavného zariadenia etalónu pre nominálnu hodnotu vlnovej dĺžky (spektrálnu šírku pásma žiarenia) 484,50 (11,0) nm, vrátane zavedenia korekcií a odhadu kombinovanej štandardnej neistoty korigovanej, konvenčne skutočnej (pravej) hodnoty vlnovej dĺžky, je uvedený v tabuľke 23.

Tabuľka 23

Bilancia korekcií a odhadu štandardných neistôt kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky spektrometra Spekol 11 pre hodnotu vlnovej dĺžky 484,50 (11,0) nm

Vplyv	Jednotka	Hodnota	u_A (nm)	z_{max} (nm)	$u_{B,zj}$ (nm)	$A_{A,zj}$	$u_{B,\lambda,zj}$ (nm)
kalibrácia	nm	484,50	0,051	-	-	-	-
korekcia (vplyvom syst. chyby)	nm	- 0,45	-	- 0,45	0,45	1	-
vlnová dĺžka	nm	484,50	-	-	-	-	-
spektrálna šírka pásma žiarenia	nm	11,0	-	-	-	-	-
odčítanie	nm	0,1	-	+ 0,1	0,058	1	0,058

Výsledok kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky pre nominálnu hodnotu vlnovej dĺžky 384,50 nm:

- Št. neistota typu A, u_A : **0,051 nm**
 Št. neistota typu B, u_B : **0,058 nm**
 Korekcia vplyvom syst. chyby :- **0,45 nm**
 Korigovaná hodnota absorpcie \pm št. kombinovaná neistota, u : **(484,05 \pm 0,07) nm**

Príklad výsledku stanovenia konvenčne pravých hodnôt vlnovej dĺžky špecifických absorpčných pásov analyzovanej látky (vrátane zavedenia korekcií a odhadu štandardných neistôt) na prídavnom zariadení etalónu neuvádzame, nakoľko tieto merania neboli doposiaľ zrealizované. Ako už bolo uvedené vyššie, kalibrácia existujúceho CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU (Ho₂O₃, šarža J0102603) bola ešte realizovaná externe, za použitia meradiel spektrálnej transmitancie typu Spekol 10 a 11 akreditovaných laboratórií VUVH, UKSUP a AGF. Podrobný rozbor výsledkov kalibrácie tohto CRM, vrátane neistôt a možných zdrojov chýb, je uvedený v príslušnom protokole o jeho kalibrácii.

4 Prehľad výsledkov vývoja, výskumu a medzinárodných porovnaní

4.1 Technický stav národného etalónu spektrálnej transmitancie

Etalón spektrálnej transmitancie (spektrometer Cary 4E) sa používa len na nevyhnutné merania, stanovené pravidlami používania a uchovávanía etalónu (Príloha 4), a ktoré súvisia najmä s:

- uchovávaním technických parametrov etalónu (kontrola)
- rozvojom a uchovávaním a metrologických charakteristík etalónu (kalibrácia)
- prenosom hodnoty príslušnej veličiny na CRM (zabezpečenie nadväznosti ostatných meradiel)
- sledovaním spektrálnej stability CRM
- medzinárodnými porovnávacími meraniami
- zdokonaľovaním pracovných postupov, a prípravou a kalibráciou nových CRM.

Od roku 2000 sa maximálna pozornosť venuje procesu zdokonaľovania technických parametrov a metrologických charakteristík etalónu (rozvoj a inovácia metód kalibrácie a softvérového vybavenia) za účelom zlepšenia a rozšírenia rozsahu realizácie stupnice hodnôt reprodukovateľných národným etalónom, vývoju nových prenosných CRM a metód nadväzovania ostatných meradiel spektrálnej transmitancie, optických filtrov a kyviet. Za týmto účelom boli zakúpené ďalšie náhradné diely a prídavné zariadenia etalónu. Kompletný, priebežne aktualizovaný prehľad zakúpených náhradných dielov a prídavných zariadení etalónu je uvedený v tabuľkách 1 až 5 tohto dokumentu a v pravidlách používania a uchovávanía etalónu (Príloha 4) formou samostatných príloh.

Z tých najvýznamnejších prídavných zariadení treba spomenúť zakúpenie záložného zdroja (stabilizátora napätia) ON-LINE PS10N v roku 2001. Jeho začlenenie do zostavy etalónu sa odrazilo na zvýšení stability meracieho signálu (a znížení štand. neistoty typu A z opakovaných meraní). Stabilita signálu sa vyžadovala najmä pri kalibrácii transmitančnej a absorbančnej stupnice etalónu za použitia „double aperture“ metódy, popísanej už prv v časti 2 tejto správy.

Rovnako významné bolo aj zakúpenie ďalších kalibračných lúčových zdrojov pre stupnicu vlnovej dĺžky etalónu spolu so samostatným napäťovým DC zdrojom (fy Oriel Instruments), a to argónovej a neónovej v roku 2001, a xenónovej a kryptónovej v roku 2002. Uvedené lampy sú potrebné pre zabezpečenie nezávislého merania hodnôt vlnovej dĺžky analyzovaných látok, a to v rozšírenom spektrálnom rozsahu (590÷850) nm oproti doterajšiemu rozsahu (250÷580) nm, ktorý pokrýva ortuťová kalibračná lampa dodaná v štandardnej výbave etalónu. Kalibrácia stupnice v tomto rozšírenom rozsahu prebehla v roku 2005 a kontrola časovej stálosti (rekalibrácia) v roku 2010 (pozri časť 3.1.2, tabuľka 13a) až 13g) a tabuľka 15). Prenos stupnice hodnôt vlnovej dĺžky v rozšírenej (doposiaľ nepokrytej) oblasti spektra v rozmedzí (575÷865) nm bol zabezpečený vývojom a kalibráciou nového CRM stupnice vlnovej dĺžky J01a (Nd_2O_3) v tom istom roku. Certifikované hodnoty vlnovej dĺžky CRM (korigované na systematické chyby stupnice etalónu) sú deklarované v príslušnom certifikáte.

V oblasti vývoja a výskumu RM bolo mimoriadne dôležité zavedenie metódy priameho merania (a monitorovania) teploty roztoku CRM počas kalibrácie v teplotne stabilizovanom kyvetovom priestore etalónu (sada termoblokových držiakov prepojených s termostatom) v roku 2003, a to prostredníctvom špeciálneho teplotného snímača (fy Varian), zakúpeného v roku 1999. Doposiaľ sa teplota roztoku CRM počas kalibrácie merala nepriamo, prostredníctvom údajov kalibrovaného termostatu, pričom zhoda údajov teploty termostatu a teploty roztoku CRM priamo v kyvete bola overená kalibrovaným teplomerom. Do výsledku merania sa tak vnášali dva teplotné vplyvy. Okrem toho možné teplotné zmeny roztoku CRM vplyvom náhlych teplotných zmien okolia (a s tým súvisiacim prestupom tepla spojovacími hadicami medzi termostatom a kyvetovými dr-

žiakmi) počas temperovania a následného merania spektrálnej transmitancie alebo absorbancie (v trvaní 20 až 30 min) nebolo možné zachytiť. Keďže teplota ovplyvňuje správnosť merania spektrálnej transmitancie a absorbancie, zavedením priameho merania teploty roztoku v kyvete počas kalibrácie sa tak dosiahlo zvýšenie správnosti meranej hodnoty a tým aj kvality CRM. Pred zavedením priamej metódy merania teploty roztokov CRM v kyvete, bola v spolupráci s Centrom termometrie, fotometrie a rádiometrie zrealizovaná kalibrácia teplotného snímača (nainštalovaného priamo v etalóne spektrálnej transmitancie), v roku 2003. Ukázalo sa pritom, že údaj teplotného snímača sa nezhoduje s údajom termostatu (rozdiel sa pohybuje v rozmedzí od 1°C do 5°C, v závislosti od teploty okolia). Pre monitorovanie a meranie teploty roztoku je teda smerodajný údaj teplotného snímača, kým údaj termostatu je len orientačný.

V roku 2004 bolo ku národnému etalónu spektrálnej transmitancie zakúpené samostatné prídavné meracie zariadenie (VIS spektrometer Spekol 11, CZJ NDR), určené na realizáciu absorpčnej stupnice vo VIS oblasti spektra v rozmedzí vlnových dĺžok od 340 nm do 850 nm pre fixnú (v praxi často požadovanú) spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm (oproti bežne používanej štandardnej šírke pásma žiarenia 1,0 nm). Realizácia stupnice hodnôt pre požadovanú spektrálnu šírku pásma žiarenia sa doposiaľ zabezpečovala externe za použitia minimálne 3 spektrometrov typu Spekol 11 vybraného akreditovaného laboratória. Zakúpením vlastného meracieho zariadenia sa dosiahlo výrazného zjednodušenia merania, väčšieho komfortu a stability podmienok pri meraní. Jeho výhradným používaním len na účely kalibrácie CRM sa zamedzilo opotrebovaniu a tým aj zhoršeniu technických i metrologických parametrov.

V roku 2006 bola vyvinutá a zavedená nová metóda prenosu stupnice hodnôt absorbancie a spektrálnej transmitancie vo VIS oblasti spektra do praxe pre požadovanú spektrálnu šírku pásma žiarenia 11,0 nm prostredníctvom CRM absorbančnej stupnice J03 (Co-Ni) za použitia samostatného prídavného zaradenia (spektrometer Spekol 11) v nadväznosti na NE č. 027 (pozri časť 3.2.1). Zistené metrologické charakteristiky zakúpeného zariadenia sú deklarované v časti 3.2.1 a 3.2.2 tohto dokumentu. Certifikované hodnoty absorbancie CRM sú deklarované v certifikáte.

V tom istom roku prebehla rekalkibrácia CRM rozptylu žiarenia na národnom etalóne. Oproti doterajšej kalibrácii na pôvodnom etalóne sa dosiahlo podstatné zvýšenie kvality CRM. Výsledky sú deklarované v certifikáte CRM.

V roku 2007 bola vyvinutá nová, podstatne rýchlejšia, presnejšia a jednoduchšia metóda kalibrácie CRM rozptylu žiarenia. Súčasne bola vyvinutá nová metóda stanovenia rozptylu žiarenia meradiel spektrálnej transmitancie popísaná v certifikáte CRM (v návode na použitie).

V roku 2008 bola vyvinutá nová, jednoduchšia metóda kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu.

V roku 2008 bola urobená predbežná expertíza požiadaviek a meracích schopností etalónu za účelom vývoja a realizácie novej metódy kalibrácie absorpčnej stupnice v prostredí MS Windows (namiesto MS DOS) ako aj možného použitia automatizovanej (softvérovo ovládanej) dvojotvorovej clony (namiesto manuálne ovládanej). Zistené softwarové problémy boli predložené servisnému stredisku na riešenie a konzultovanie s výrobcom, vrátane poskytnutia novej verzie softwarového meracieho programu Cary WinUV, ktorá by odstránila zistené nedostatky.

V roku 2009 bola vyvinutá nová metóda kalibrácie absorpčnej stupnice za použitia manuálne ovládanej dvojotvorovej clony. Automatizovanú clonu sa nám podarilo obstaráť až v roku 2010. Súčasne bol zakúpený softvér ADL CARY WinUV RBA Series II (*Accessory controller upgrade kit*) potrebný na odstránenie chybného otáčania RBA zoslabovača žiarenia pri nastavovaní požadovaného stupňa zoslabenia v súčinnosti s používaním dvojotvorovej clony pri kalibrácii absorpčnej stupnice. Okrem toho bola inštalovaná nová komunikačná jednotka s riadiacim programom S/W CARY Win Easy UV SCAN PKG (vrátane DVD PC, LCD monitora a laserovej tlačiarne).

V roku 2009 bola vyvinutá aj nová metóda kalibrácie kyviet pre UV-VIS spektrometriu (s aplikáciou vyššie uvedenej inovovanej metódy kalibrácie absorpčnej stupnice).

V roku 2010 bola aplikovaná nová metóda kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky národného etalónu spektrálnej transmitancie na celý (aj doposiaľ nepokrytý) rozsah za použitia čiarových zdrojov žiarenia vo forme kalibračných spektrálnych lúčov (Hg, Ne a Ar).

V roku 2010 bola modifikovaná metóda kalibrácie a stanovenia množstva prístrojového rozptylu žiarenia etalónu za použitia NIST SRM 2032 alebo SRM 2033 (NIST, USA).

V oblasti optimalizácie vyhodnocovania výsledkov kalibrácie etalónu, súboru CRM, opt. filtrov a kyviet boli v rokoch 2007-2010 vyvinuté nové vyhodnocovacie programy v tab. editore Excel.

V priebehu rokov 2000-2010 boli priebežne uplatňované a implementované nové poznatky pri hodnotení štandardných neistôt a záverov z interných auditov.

V ďalšom období je potrebné zabezpečiť samostatnú klimatizačnú jednotku, nakoľko merania týkajúce sa kalibrácie kyviet v rámci metrologických služieb si vyžadujú konštantnú teplotu prostredia 25°C, ktorú nie je možné vždy zabezpečiť centrálnou klimatizáciou kvôli prepojeniu s okolitými laboratóriami vyžadujúcimi iné (obyčajne oveľa nižšie teploty prostredia). Uvedený problém sa týka kyviet s hrúbkou absorbujúcej vrstvy inou ako 1 cm, nakoľko pre tieto výrobca nezabezpečuje potrebné držiaky. Za účelom merania a monitorovania koncentrácie ozónu, ktorý vzniká ionizáciou ovzdušia zo zdrojov UV žiarenia (deutériová a Hg spektrálna lampa) by bolo potrebné zabezpečiť absorpčný ozónový analyzátor a/alebo vyriešiť spôsob odvádzania z laboratória bez vetrania, kvôli ochrane zdravia pred škodlivými účinkami ozónu (karcinogén).

Prehľad o všetkých poruchách, opravách a údržbe etalónu je uvedený v pravidlách používania a uchovávaní etalónu (Príloha 4). Okrem toho je v pravidlách používania a uchovávaní etalónu (formou samostatných príloh) uvedený aktualizovaný:

- program kalibrácie meradiel;
- harmonogram údržby meradiel;
- evidenčná karta etalónu a jeho prídavných zariadení a náhradných dielov;
- zoznam súvisiacej dokumentácie (kompetná dokumentácia k vyhláseniu etalónu, návody na obsluhu etalónu, pracovné postupy a pod.);
- údaje o nadväznosti, kontrolách, poruchách a údržbe etalónu.

Kalibračný interval etalónu je 5 rokov, v súlade s pravidlami používania a uchovávaní etalónu (Príloha 4). Metrologické charakteristiky absorbančnej/transmitančnej stupnice etalónu a stupnice vlnovej dĺžky kalibrovaných s Hg výbojkou v spektrálnom rozsahu (250÷580) nm, vrátane údajov o časovej stálosti kalibrácie za 11 rokov sú pre náhodne vybrané etalónom reprodukovateľné hodnoty príslušnej veličiny zhrnuté v tabuľke 24. Metrologické charakteristiky etalónu sú tu doplnené o hodnoty príslušajúce stupnici vlnovej dĺžky kalibrovaných s Ne a Ar výbojkou v rozšírenom spektrálnom rozsahu (590÷850) nm, vrátane údajov o časovej stálosti kalibrácie za 5 rokov. Keďže v poslednom certifikáte etalónu č. 027/04, Revízia 1 (Príloha 2) sú metrologické charakteristiky uvedené len pre pôvodné rozsahy (vrátane údajov o časovej stálosti kalibrácie za 5 rokov), je potrebné jeho doplnenie a aktualizácia. Preto navrhujeme schváliť nový certifikát etalónu č. 027/10, Revízia 2 (Príloha 3).

Tabuľka 24

Prehľad aktuálnych metrologických charakteristík národného etalónu spektrálnej transmitancie pre vybrané etalónom reprodukované hodnoty veličín

Veličina (parameter)	Jednotka	Hodnota	SŠP (nm)	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba	u_A	u_B	U ($k = 2$)	Čas. stálosť za 10 rokov
spektrálna transmitancia	1	0,5	1,0	200÷850	-1,4.10 ⁻⁴	2,4.10 ⁻⁵	2,3.10 ⁻⁵	6,6.10 ⁻⁵	+ 2,0.10 ⁻⁵
absorbancia	1	0,3	1,0	200÷850	+1,2.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻⁵	2,0.10 ⁻⁵	5,7.10 ⁻⁵	- 1,0.10 ⁻⁵
vlnová dĺžka do 580nm (Hg)	nm	404,657	1,0	404,657	- 6,2.10 ⁻²	1,6.10 ⁻³	6,5.10 ⁻³	1,3.10 ⁻²	- 1,0.10 ⁻²
vlnová dĺžka nad 580 nm (Ne-Ar)	nm	724,517	1,0	724,517	- 4,8.10 ⁻²	5,9.10 ⁻³	6,5.10 ⁻³	1,8.10 ⁻²	- 1,0.10 ⁻²
spektrálna šírka pásma žiarenia	nm	1,0	1,0	435,834	+ 4,0.10 ⁻²	2,4.10 ⁻³	-	-	-
pomerný rozptyl žiarenia ($\Delta\epsilon$)	dm ³ .g ⁻¹ .cm ⁻¹	0,259	0,2	260	- 1,0.10 ⁻³	2,4.10 ⁻⁵	-	1,5.10 ⁻²	- 2,0.10 ⁻³

4.2 Výsledky medzinárodných porovnávacích meraní

Okrem periodických kalibrácií sa na kontrolu etalónu spektrálnej transmitancie využívajú aj medzinárodné porovnávacie merania, realizované prostredníctvom certifikovaných referenčných materiálov alebo optických filtrov pre UV-VIS spektrometriu s vysokým stupňom reprodukovateľnosti a spektrálnej stability. Medzinárodné porovnávacie merania majú rozhodujúci význam pre potvrdenie akceptovateľnosti (stupňa ekvivalencie) etalónu ako aj korektnosti a zabezpečenia jednotnosti meraní na najvyššej štátnej i medzinárodnej úrovni.

Prehľad medzinárodných porovnávacích meraní:

1. Bilaterálne porovnávacie merania s LNE (Francúzsko), zrealizované v rokoch 1998-2000. Pri porovnaní sa použili CRM absorbančnej stupnice SMU (K₂Cr₂O₇, Co-Ni) a LNE (Co-Ni-Cu) vo forme sady 3-5 roztokov a 1 roztoku blanku.
2. Multilaterálne porovnávacie merania v rámci projektu COOMET 138/SK/96, organizované SMU v rokoch 1996-2000, za účasti GUM (PL), UkrCSM (UA), CESM (BY) a VNIIM (RU). Pri porovnaní sa použili CRM absorbančnej stupnice (K₂Cr₂O₇, Co-Ni) vo forme sady 3-5 roztokov a 1 roztoku blanku.
3. Multilaterálne kľúčové porovnávacie merania v rámci projektu CCPR K-6, organizované BIPM/BNM-INM (Francúzsko) v rokoch 1997-2008, za účasti NIST (USA), NPL (Veľká Británia), PTB (Nemecko), HUT (Fínsko), MSL (Nový Zéland), SMU (SK) a ďalších zahraničných metrologických inštitúcií. Pri porovnaní sa použila sada 5 opticky neutrálnych filtrov z optického skla (A, B, C, D, E) pre spektrálny rozsah (380÷900) nm, pričom každý účastník obdržal filtre odlišnej série (hviezdicový spôsob). SMU obdržal sadu filtrov No. 11.

Výsledky porovnávacích meraní uvedené v bodoch 1) a 2) boli prezentované v súhrnnej správe o etalóne (2000) a pre revíziu (2004) a sú zhrnuté v tabuľke 25. Pri meraniach sa dosiahla zhoda v deklarovaných hodnotách etalónových zariadení. Zistené rozdiely boli nižšie ako rozšírené neistoty certifikovaných hodnôt absorbancie použitých RM. Finálne reporty sú súčasťou dokumentácie centra chémie (laboratórium transmitancie H-319 a miestnosť H-322).

Pri medzinárodných porovnaníach organizovaných v rámci CCQM sa v záverečnej správe stanovuje referenčná hodnota a jej neistota. Ďalej sú stanovené tzv. stupne ekvivalencie. Stupeň ekvivalencie D_i je definovaný ako odchýlka nameranej hodnoty T_i (alebo Δ_i) od referenčnej hodnoty T_R (alebo Δ_R):

$$D_i = T_i - T_R \quad (16a)$$

$$D_i = \Delta_i - \Delta_R, \quad (16b)$$

kde

$$\Delta_i = T_i - T_i^P \quad \text{je rozdiel sp. transmitancie medzi jednotlivými } i\text{-laboratóriami a pilotným laboratóriom;}$$

$$\Delta_R = \sum_{i=0-N} w_i \Delta_i \quad \text{je referenčná hodnota, kde } w_i = u^2(\Delta_i) / \sum_{i=0-N} u^2(\Delta_i) \text{ je vážený priemer } i\text{-laboratória;}$$

Kritériom úspešného porovnania je splnenie podmienky :

$$E_N = |D_i / U_i| \leq 1 \quad (17)$$

Rozšírená neistota U_i stupňa ekvivalencie ($k=2$) sa vypočíta podľa vzťahu:

$$U_i = 2 \cdot \sqrt{u_i^2 + u_R^2} \quad (18)$$

Výsledky porovnávacieho merania CCPR-K6 (bod 3) sú pre jednotlivé laboratóriá a SMU zhrnuté v tabuľkách 26 a 27. Dosiagnuté výsledky boli do značnej miery ovplyvnené časovou nestálosťou a zlou reprodukovateľnosťou fitrov ako aj ďalšími nepriaznivými faktormi, napríklad:

- neštandardný štvoruholníkový tvar filtrov (bez osadenia kovovým držiakom o dimenziách štandardnej 1 cm kvety obdĺžnikového tvaru), ktorý neumožňuje zaistenie stabilnej a reprodukovateľnej polohy v optickej dráhe merného lúča a bezpečnú manipuláciu bez rizika možného znečistenia alebo mechanického poškodenia (škrabance, prach, a pod.);
- absencia jednoznačne definovaných podmienok manipulácie a spôsobu čistenia filtrov;
- okrem toho každé laboratórium (z celkového počtu 20) malo k dispozícii inú sadu filtrov a teda s odlišnými absorbnými schopnosťami, nakoľko nie je možné vyrobiť úplne homogénnu tavenu skla, čo sa nevyhnutne odrazí na nereprodukovateľnosti danej výrobnéj série filtrov;
- istým nedostatkom záverečnej správy CCPR K-6 je, že neuvádza predpokladané hodnoty spolu s odhadnutým intervalom ich povoleného rozsahu, čo opticky zvyrazňuje odchýlky.

Finálny report porovnávacieho merania CCPR-K6 s kompletnými výsledkami alebo skráteným sumárom výsledkov je v elektronickej forme dostupný na webovej stránke BIPM ([BIPM key comparison database](#)). V papierovej a elektronickej forme sú tieto dokumenty archivované v centre chémie (laboratórium transmitancie H-319 a miestnosť H-322).

V štádiu rozpracovania je multilaterálne porovnávacie meranie v rámci projektu COOMET 429/SK/96 (COOMET.PR.4.2008 v databáze BIPM), organizované NRIM (Kuba), za účasti INIMET (Kuba), INMETRO (Brazília), BELGIM (Bielorusko), SMU (SR) a GP (Ukrajina). Pri porovnávaní sa používa sada 4 opticky neutrálnych filtrov z optického skla typu FON (KA102-1, KA102-3, KA102-4, KA102-7) pre spektrálny rozsah (250÷635) nm, pričom každý účastník obdržal tie isté filtre rovnakej série (kruhový spôsob).

V roku 2011-2012 je plánované multilaterálne kľúčové porovnávacie merania v rámci projektu EURAMET-PR-K6 (obdoba projektu CCPR-K6 v rámci eurozóny).

Tabuľka 25

Výsledky porovnávacích meraní stupnice hodnôt absorbancie národných etalónov spektrálnej transmitancie prostredníctvom CRM vo forme roztokov (s LNE a COOMET 138/SK/96)

Projekt	Rok	Pilot	Účastník (i)	Použitý CRM	Vlnová dĺžka (nm)	Merací rozsah absorbancie	U_{CRM} (k=2)	Jednotka	Rozdiel ΔA_i	U_i (k=2)
SMU-NIST*	1998-200	NIST	SMU	931e (Co-Ni)	302÷678	0,1153÷0,9160	0,0015÷0,0035	1	0,0001±0,0009	0,00012±0,00026
SMU-LNE	1998-200	LNE	SMU	RMDO (Co-Ni-Cu)	298÷749	0,365±1,247	0,002±0,006	1	0,000±0,003	0,0001±0,0005
LNE-SMU	1998-200	SMU	LNE	10.7.M03 (Co-Ni)	302÷678	0,110±0,864	0,001±0,002	1	0,000±0,002	0,001±0,003
				10.7.M02 (K ₂ Cr ₂ O ₇)	345÷350	0,212±0,856	0,001±0,006	1	0,000±0,003	0,001±0,003
COOMET 138/SK/96	1996-200	SMU	GUM UkrCSM	10.7.M03 (Co-Ni)	302÷678	0,110±0,864	0,001±0,002	1	0,000±0,001 0,000±0,005	0,0012±0,0028 0,0036±0,0040

COOMET 138/SK/96	1996-200	SMU	GUM	10.7.M02 (K ₂ Cr ₂ O ₇)	235+350	0,096±1,447	0,001±0,006	1	0,000±0,001	0,0022±0,0028
			UkrCSM						0,000±0,006	0,0036±0,0040
			CESM						0,000±0,006	-
			VNIIM						0,000±0,005	-

* výsledky neoficiálneho porovnania;

Tabuľka 26

Výsledky CCPR-K6 porovnania stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie národných etalónov jednotlivých laboratórií pre **filter A** s nominálnou hodnotou 92 % pri 546 nm

Lab	Hodnoty E_N pre vlnové dĺžky v nm							
	380	400	500	600	700	800	900	1000
IFA-CSIC	0,2	0,2	0,9	0,7	0,3	0,7	0,3	0,3
KRISS	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,9	-2,2	-1,5	-1,3
LNE	-0,6	-0,5	-0,6	-0,6	-0,9	-1,4	-1,1	-0,9
MIKES	-0,3	-0,5	-0,5	-0,7	-0,9	-0,3	-0,3	-0,3
MSL	1,3	1,8	1,4	0,8	0,4	-0,2	0,0	0,2
NIST	0,6	0,5	0,7	0,4	0,6	0,9	1,0	1,1
NMi-VSL	0,1	0,1	-0,5	-0,4	-0,5	0,0	0,1	0,3
NMIA	0,2	0,4	0,9	0,9	0,3	-0,6	-0,5	1,0
NMIJ	0,5	0,6	0,5	1,0	0,1	-1,4	0,2	0,4
NPL	-0,5	-0,7	-0,7	-0,1	0,1	0,2	0,4	-0,1
NRC	0,5	0,8	0,4	0,4	0,3	-0,4	0,1	0,1
PTB	1,1	1,3	1,4	1,6	2,1	2,3	0,0	0,2
SMU	-	-	-	-	2,3	1,0	0,5	-
A*STAR	0,0	0,3	0,1	-0,1	0,0	4,3	2,4	1,3
VNIOFI	-2,1	-2,7	-1,8	-1,6	-1,1	-1,6	-1,5	-1,1

Tabuľka 26 - pokračovanie

Výsledky CCPR-K6 porovnania stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie národných etalónov jednotlivých laboratórií pre **filter B** s nominálnou hodnotou 56 % pri 546 nm

Lab	Hodnoty E_N pre vlnové dĺžky v nm							
	380	400	500	600	700	800	900	1000
IFA-CSIC	-2,0	-0,4	-0,6	-0,7	-0,3	-0,9	-1,0	-0,9
KRISS	0,1	0,7	1,9	3,4	3,4	1,7	1,3	0,7
LNE	-1,5	-1,3	-1,2	-1,8	-1,2	-0,6	-0,2	-0,3
MIKES	3,2	0,8	0,3	0,7	1,0	0,8	0,6	0,6
MSL	1,5	-0,2	-0,8	-1,2	-0,6	-0,6	-0,1	0,2
NIST	0,5	0,1	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,2
NMi-VSL	0,1	-0,1	-0,3	-0,2	-0,1	0,5	0,6	0,2
NMIA	-0,1	0,2	-0,5	-1,9	-1,6	-0,2	0,0	-0,1
NMIJ	0,0	0,2	-0,3	-1,3	0,1	0,8	0,2	0,4
NPL	-2,2	-0,5	0,6	2,3	-0,6	-0,8	-1,3	-1,5
NRC	-1,3	-0,5	-0,5	-0,8	-0,8	0,6	0,1	-0,3
PTB	-0,7	0,6	0,2	0,2	0,2	0,7	-0,4	0,6
SMU	-0,7	-0,6	-1,0	-1,8	-2,8	-1,8	-1,4	-
A*STAR	0,2	1,4	0,7	1,4	2,5	1,4	1,8	1,5
VNIOFI	1,8	-0,5	0,4	-0,3	0,3	-0,4	0,2	0,2

Tabuľka 26 - pokračovanie

Výsledky CCPR-K6 porovnania stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie národných etalónov jednotlivých laboratórií pre **filter C** s nominálnou hodnotou 10 % pri 546 nm

Lab	Hodnoty E_N pre vlnové dĺžky v nm							
	380	400	500	600	700	800	900	1000
IFA-CSIC	-2,2	-0,6	-0,4	-0,8	-0,2	-0,6	0,1	-0,1
KRISS	-1,1	-2,8	1,4	2,9	0,2	1,1	1,0	-0,3
LNE	-0,4	0,2	-0,7	-1,4	-0,6	-0,1	-0,1	0,0
MIKES	3,3	1,0	-0,2	0,7	0,6	-0,3	-0,3	0,0
MSL	2,8	2,1	-1,2	-2,4	1,2	-0,6	-0,6	0,2
NIST	0,8	0,6	0,7	0,7	0,2	0,2	0,3	0,1
NMi-VSL	-0,1	-0,1	0,4	0,3	0,1	0,3	0,8	0,6
NMIA	0,8	1,2	-0,6	-1,2	0,5	0,1	-0,2	0,2
NMIJ	0,1	0,9	0,3	-0,2	-0,1	0,2	-0,1	0,0
NPL	-1,4	-1,3	3,1	2,7	1,2	0,9	0,0	-0,3
NRC	-1,3	0,0	-0,9	-0,8	-1,0	1,0	0,7	-0,6
PTB	-0,7	0,6	0,7	0,2	0,0	0,3	0,3	0,7
SMU	-1,3	-1,4	-2,2	-1,4	-2,2	-1,8	-2,0	-
A*STAR	0,0	0,6	-0,5	-0,3	-0,2	0,0	0,5	0,0
VNIOFI	0,4	-0,6	0,1	0,0	1,0	-0,2	0,0	-0,1

Tabuľka 26 - pokračovanie

Výsledky CCPR-K6 porovnania stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie národných etalónov jednotlivých laboratórií pre **filter D** s nominálnou hodnotou 1 % pri 546 nm

Lab	Hodnoty E_N pre vlnové dĺžky v nm							
	380	400	500	600	700	800	900	1000
IFA-CSIC	-1,2	-1,6	-0,3	-1,5	-0,6	-1,9	0,1	2,5
KRISS	-0,6	-2,4	0,9	1,7	0,7	1,4	-1,0	-2,4
LNE	0,1	0,5	-0,4	-1,4	-0,6	-0,1	0,1	0,1
MIKES	1,4	1,9	0,8	1,0	2,0	0,3	0,3	0,6
MSL	0,7	1,9	-0,3	-0,6	0,2	0,0	-0,2	0,0
NIST	0,3	0,7	1,0	1,0	0,6	-0,1	0,5	-0,1
NMi-VSL	0,0	-0,8	0,0	0,2	0,2	0,5	-0,1	-0,4
NMIA	0,2	0,0	-0,4	-0,6	0,2	0,1	0,5	0,7
NMIJ	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	0,0	0,0
NPL	-0,8	-1,3	0,1	1,1	0,2	0,9	-0,1	-0,4
NRC	-0,3	0,5	-0,5	-0,5	-0,8	0,3	1,0	0,3
PTB	-0,4	-0,4	-0,1	-0,5	-0,6	0,1	0,6	0,6
SMU	0,4	-0,5	-0,6	-0,6	-1,3	-1,2	-1,1	-
A*STAR	0,3	1,2	-0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3
VNIOFI	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0

Tabuľka 26 - pokračovanie

Výsledky CCPR-K6 porovnania stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie národných etalónov jednotlivých laboratórií pre **filter E** s nominálnou hodnotou 0,1 % pri 546 nm

Lab	Hodnoty E_N pre vlnové dĺžky v nm							
	380	400	500	600	700	800	900	1000
IFA-CSIC	0,77	0,84	-1,44	0,35	-0,58	2,77	0,64	0,56
KRISS	0,20	-0,26	0,41	0,34	0,76	-0,31	-1,43	-2,64
LNE	-0,07	0,00	-0,48	-0,82	-0,37	-0,69	0,12	0,61
MIKES	0,01	0,08	0,56	0,37	0,97	-0,54	0,35	1,05
MSL	0,07	0,22	-0,10	-0,24	0,34	-0,21	0,15	0,68
NIST	0,10	-0,04	0,72	0,61	0,38	0,21	0,53	0,20
NMi-VSL	-0,08	-0,54	-0,06	-0,07	0,02	-0,32	-0,21	-0,34
NMIA	-	-0,84	-0,29	-0,06	-0,51	0,72	0,17	-0,89
NMIJ	-0,01	-0,02	-0,17	-0,20	-0,23	-0,41	-0,01	0,02
NPL	-0,23	-0,09	-0,59	-0,19	-0,07	0,46	-0,21	0,17
NRC	-0,20	-0,55	-0,04	-0,55	0,21	-0,27	0,14	-0,36
PTB	-0,42	-0,08	0,06	-0,42	-0,39	-0,27	0,88	0,69
SMU	0,47	0,90	0,61	0,85	-0,52	-1,40	-1,09	-
A*STAR	0,00	0,57	-0,36	0,13	-0,13	-0,22	0,07	-0,16
VNIOFI	0,15	-0,05	-0,03	-0,01	0,08	-0,03	-0,04	-0,02

Tabuľka 27

Súhrn výsledkov **SMU** z CCPR-K6 porovnania stupnice hodnôt spektrálnej transmitancie NE pre jednotlivé filtre (A, B, C, D a E) s nominálnymi hodnotami (92, 56, 10, 1 a 0,1) % pri 546 nm

Vlnová dĺžka (nm)	Hodnoty E_N pre filter				
	A	B	C	D	E
380	-	-0,7	-1,3	0,4	0,47
400	-	-0,6	-1,4	-0,5	0,90
500	-	-1,0	-2,2	-0,6	0,61
600	-	-1,8	-1,4	-0,6	0,85
700	2,3	-2,8	-2,2	-1,3	-0,52
800	1,0	-1,8	-1,8	-1,2	-1,40
900	0,5	-1,4	-2,0	-1,1	-1,09

5 Inštitúcie, útvary a osoby zodpovedné za národný etalón spektrálnej transmitancie

Názov a sídlo vlastníka (garanta) etalónu:

Slovenský metrologický ústav Bratislava, Karloveská 63

Umiestnenie etalónu a prídavných zariadení:

Slovenský metrologický ústav Bratislava, Centrum chémie, laboratórium transmitancie č. 319, objekt H

Osoba zodpovedná za etalón:

Ing. Marta Obenrauchová

- zodpovedá za technický stav a rozvoj prístrojového vybavenia národného etalónu spektrálnej transmitancie, ako aj za realizáciu transmittančnej a absorbančnej stupnice a uchovávanie metrologických charakteristík etalónu;
- vykonáva kalibráciu súboru CRM pre UV-VIS spektrometriu (zabezpečenie nadväznosti pracovných meradiel);
- vykonáva kalibráciu spektrometrických kyviet a optických filtrov (metrologické služby).

Osoba zodpovedná za laboratórium transmitancie:

Ing. Viliam Pätoprstý, CSc., vedúci laboratória a riaditeľ Centra chémie 260

- zodpovedá za zabezpečenie rozvoja prístrojového vybavenia národného etalónu spektrálnej transmitancie a za výsledky všetkých meraní laboratória, ktoré periodicky kontroluje.

6 Zoznam publikácií súvisiacich s národným etalónom spektrálnej transmitancie

Kompletná dokumentácia k vyhláseniu národného etalónu

Vedeckovýskumné správy

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (záverečná výskumná správa úlohy č. 200 330 pre vedeckú oponentúru), vrátane samostatnej Prílohy, Bratislava, SMU, január 1999.

Obenrauchová, M.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie .Súhrnná správa o etalóne, Bratislava, SMU, február 2000.

Obenrauchová, M.: Pravidlá používania a uchovávanía etalónu spektrálnej transmitancie, Bratislava, SMU, december 2000.

Obenrauchová, M.: Certifikát národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027/02 (konečná verzia), Bratislava, SMU, marec 2003.

Obenrauchová, M.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie. Nadväznosť na jednotky SI, Bratislava, SMU, september 2000.

Obenrauchová, M.: Ekonomické zabezpečenie používania a uchovávanía primárneho etalónu spektrálnej transmitancie, Bratislava, SMU, september 2000.

Články

Obenrauchová, M.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie. In: *Metrológia a skúšobníctvo*, roč. 4, 1999, č. 6, s. 2 – 10.

Súhrnné správy z medzinárodných porovnávacích meraní

Obenrauchová, M.: Report CCPR-K6 Key Comparison Spectral Regular Transmittance, Bratislava, SMU, November 2000.

Obenrauchová, M.: Report COOMET No 138/SK/96 Comparison of spectral transmittance standards, Bratislava, SMU, April 2000.

Obenrauchová, M.: Report International Comparison of LNE and SMU spectral transmittance standard equipments by means CRMs, Bratislava, SMU, October 1998.

Cédric R., Marschal A.: Report International Comparison of LNE and SMU spectral transmittance standard equipments by means CRMs, Paris, LNE, July 2000.

Súhrnné správy z medzinárodných porovnávacích meraní po roku 2004 (po revízii NE)

Obein, G. - Bastie, J. - Obenrauchová, M. ai: Report on the CCPR Key Comparison K6 : Spectral regular transmittance. INM-LNE/CNAM, 2008, 106 s. Abstrakt publikovaný elektronicky: IoP electronic journals, Metrologia 46, Technical Supplement 2009, 02002.

Súvisiace vedeckovýskumné správy

Obenrauchová, M.: Certifikovaný referenčný materiál CRM 10.7.M03, kobalt-nikel. Správa o príprave a certifikácii 1. a 2. výr. série RM absorbancie pre UV- VIS spektrometriu. Bratislava: SMU, 1994.

Obenrauchová, M.: Certifikovaný referenčný materiál CRM 10.7.M02, dichroman draselný. Správa o príprave a certifikácii 1. výr. série RM absorbancie pre UV-VIS spektrometriu. Bratislava: SMU, 1994.

Máriássy, M., Mathiasová, A., Vyskočil, L.: Dichroman draselný. Správa o príprave a certifikácii RM zloženia. Bratislava: SMU, 1994.

Obenrauchová, M. Pätoprstý, V., Przeczek, B., Veselská, E.: Primárna etalonáž spektrometrie UV-VIS (správa úlohy č. 200047). CRM pre rozptyl žiarenia, jodid draselný (príprava a certifikácia 2. výr. série). CRM absorbancie, dichroman draselný (recertifikácia 2. výr. série). CRM absorbancie kobalt-nikel (príprava a certifikácia 3. výr. série). Bratislava: SMU, 1996.

Obenrauchová, M. ,Pätoprstý,: Realizácia etalonáže v spektrálnych metódach. Primárna etalonáž v oblasti UV-VIS spektrometrie (správa úlohy č. 200033, časť B). Bratislava: SMU, 1997, s.17-65.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 200330). Bratislava: SMU, január 1999.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (pokračovanie správy úlohy č. 200330). Bratislava: SMU, december 1999.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 200303). Bratislava: SMU, 2000.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie a zdokonaľovanie etalónu spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 200064). Bratislava: SMU, 2001.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 260064). Bratislava: SMU, 2002.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie a zdokonaľovanie etalónu spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 260063). Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Národný etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 260064). Bratislava: SMU, 2004.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 260320). Bratislava: SMU, 2005.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, indexu lomu a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 260320). Bratislava: SMU, 2006.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, indexu lomu a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 260320). Bratislava: SMU, 2007.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 26320-0). Bratislava: SMU, 2008.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie, vybudovanie etalónu vlhkosti tuhých látok a vývoj a certifikácia RM (správa úlohy č. 26320-0). Bratislava: SMU, 2009.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie a vývoj a certifikácia RM (správa úlohy č. 26320-0). Bratislava: SMU, 2010.

Súhrnné správy pre revíziu národného etalónu

Obenrauchová, M.: Národný etalón spektrálnej transmitancie: Súhrnná správa pre revíziu národného etalónu spektrálnej transmitancie. Číslo etalónu 027. Bratislava : SMU, október 2004. 40 s., prílohy.

Návody na obsluhu a použitie

Varian CARY UV-VIS Operation Manual N_o 8510137500: Cary spectrophotometer-Hardware operation manual N_o 85101375/95; Spectra Grafics Application N_o 8510093300/92; Cary WinUV software manual N_o 8510162500/97; Cary OS/2 system N_o 8510124900/96; Expert System N_o 8510101800/92; Cary FITF software N_o 8510137600/95 (Instalation, Getting started, ADL, Training experiments, Test procedures, Editors).

Varian CARY SERIES UV-VIS ADL News; Newsletters N_o 8510097100.

Varian OPTICAL SPECTROSCOPY INSTRUMENTS (OSI) Accessories/Applications: Dual Thermostatable Rectangular Cell Holders N_o 8510080100/92; Dual Thermostatable Cylindrical Cell Holders N_o 8510079600/90; Rear Beam Attenuator N_o 8510079200/95; Double Aperture Accessory N_o 8510095500/95; Accessory Controller Board N_o 8510078600/95; Extended Sample Compartment N_o 8510091400/92; Mercury Lamp N_o 8510092800/95 a 8510092800/99; Automated Double Aperture Accessory N_o 8510212800/04.

Varian CARY Quick Reference Card N_o 85 101070 00: ADL; Editor.

Varian CARY CUSTOMER TRAINING, Houten, February 11-13, 1997.

Elteco návod na obsluhu záložného zdroja PS 10N, 15N a 20N: NS-PS 10-20N SN01001117 (ISO9001).

Oriel Instruments Power Supply Model 6060/6061/96 Operation Instruction.

VEB CZJ prospekt Spekolu 11 Nr. 32-311-1 (vrátane návodu na obsluhu a opt. schémy 32-G 311).

Pracovné postupy a návody, inštrukcie, certifikáty, brožúry

Obenrauchová, M.: PP 06/260/00. Pracovný postup na kalibráciu spektrometrických kyviet.

Obenrauchová, M.: PP 10/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid holmia.

Obenrauchová, M.: PP 11/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Dichroman draselný.

Obenrauchová, M.: PP 12/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Kobalt-nikel.

Obenrauchová, M.: PP 13/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu heterochromatického rozptylu žiarenia pre UV-VIS spektrometriu. Jodid draselný.

Obenrauchová, M.: PP 22/260/01. Prac. postup na kalibráciu optických filtrov pre UV-VIS spektrometriu.

Obenrauchová, M.: PP 23/260/01. Pracovný postup na kalibráciu meradiel spektrálnej transmitancie pre UV-VIS spektrálnu oblasť.

Obenrauchová, M.: PP 26/260/05. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid neodýmu.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Dichroman draselný. Pre laboaratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Kobalt-nikel. Pre laboaratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu heterochromatického rozptylu žiarenia pre UV-VIS spektrometriu. Jodid draselný. Pre laboaratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid holmia. Pre laboaratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid neodýmu. Pre laboratórium RM. Bratislava: SMU, 2005.

Obenrauchová, M.: Návod na kalibráciu absorpčnej stupnice národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 za použitia dvojotvorovej clony v prostredí MS Windows. Bratislava: SMU, 2009.

Obenrauchová, M.: Návod na kalibráciu stupnice vlnovej dĺžky národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 v prostredí MS Windows. Bratislava: SMU, 2010.

Obenrauchová, M.: Návod na kalibráciu rozptýleného žiarenia národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 (nediferenčná metóda v prostredí MS Windows). Bratislava: SMU, 2010.

Francis R.: UV Instruments at work UV-62: Measuring photometric accuracy using the double aperture method, Varian Australia Pty Ltd, November 1993.

Varian Certificate: The Double Aperture primary method of determining photometric accuracy, 1997.

Certifikáty SRM NIST pre UV-VIS spektrometriu: 930D, 931, 932, 935, 2034, 2032 a 2033.

Certifikáty CRM SMU pre UV-VIS spektrometriu: J01, J01a, J02, J03, J04.

Certifikát SRM Varian UV-VIS spektrometriu: Holmium oxide and Didymium filter kit.

Reference Materials for Ultra Violet and Visible Spektrometry Booklet (Reference Set 4UVR and 6UVP), Starna Pty Ltd, Australia, 1980.

Typical Spectra of Spectral Calibration Lamps Booklet, Oriel Instruments (Ultraviolet Products Corporation), Statford, CT USA, 1996.

Varian Certificate of Calibration CRM 1404 Spectrophotometer Calibration Kit, Unit Number 308 (REF-MACAL, USA): CRM 100-Filter 963 (Holmium Oxide Solution/Cuvette Wavelength Standard); CRM 300-Filter 310-327 (Potassium dichromate Solution/ Cuvette Photometric Standard); CRM 400-Filter 410-353, 420-353, 430-353 (Neutral-Density Glass Photometric Standard).

Instruction sheet for the Cary WinUV Rear Beam Attenuator-software ADL series II (Varian).

7 Zoznam metrologických a technických predpisov súvisiacich s národným etalónom

STN 01 0115:1991	Terminológia v metrológii.
STN 01 0130	Zákonné meracie jednotky.
STN 01 1307	Veličiny a jednotky vo fyzikálnej chémii.
TPM 0050:1992	Etalóny. Vyjadrovanie chýb a neistôt.
TPM 0051:1993	Stanovenie neistôt pri meraniach International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology.
NBS SP 330:1986	The international system of units (SI). IUPAC (Names, symbols, definitions and units of quantities in optical spectroscopy) 1985.
ISO 6286:1982(E)	Molecular Absorption spectrometry - Vocabulary -- General - Apparatus. Guide to the expression of uncertainty in measurement (BIPM, OIML,... ISO) 1993.
ISO Guide 30:1992(E)	Terms and definitions used in convection with reference materials.
ISO Guide 35:1989(E)	Certification of reference materials - General and statistical principles.
ISO Guide 34:2000(E)	Quality system guidelines for the production of reference materials.
STN ISO 31-6:1997	Veličiny a jednotky. 6. časť: Svetlo a príbuzné elektromagnetické žiarenia (01 1301).
STN ISO 31-8:1997	Veličiny a jednotky. 8. časť: Fyzikálna chémia a molekulová fyzika (01 1301).

TPM 7330:1994

Molekulové absorpčné spektrometre pre UV-VIS spektrálnu oblasť.
Pracovné meradlá. Metrologické požiadavky.

TPM 7331:1994

Molekulové absorpčné spektrometre pre UV-VIS spektrálnu oblasť.
Pracovné meradlá. Metódy skúšania pri kalibrácii.



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 027/02

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) na základe posúdenia návrhu č. ——— zo dňa ——— na schválenie národného etalónu 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 SPEKTRÁLNEJ TRANSMITANCIE

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

spektrálna transmitancia, $T(\lambda)$ (0,03125 – 1,00000)
absorbancia, $A(\lambda)$ (0,00000 – 1,50515)

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

Osoba zodpovedná za etalón: Ing. Marta Obenrauchová

Dátum schválenia návrhu: 18.12.2001

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávaní etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v súhrnnej správe o etalóne (Obenrauchová, M.: *Primárny etalón spektrálnej transmitancie*. Bratislava: SMU, 2000) a v pravidlách používania a uchovávaní etalónu (Obenrauchová, M.: *Pravidlá používania a uchovávaní etalónu spektrálnej transmitancie*. Bratislava: SMU, 2000).

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, 27.3.2002

prof. Ing. Matej Bílý, DrSc.
generálny riaditeľ

Nadväznosť: na základné jednotky SI

Základné metrologické charakteristiky etalónu:

a) stupnica vlnovej dĺžky pre SŠP 1 nm

Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	Neistoty typu A a B, (nm)				Časová stálosť (nm)		
		u (n = 10)	u_B (1 m)	u_B (6 m)	u_B (4 r)	1 mesiac	6 mesiacov	4 roky
253,651	- 0,057	0,0013	0,0031	0,0075	0,0075	- 0,002	- 0,012	- 0,012
296,728	- 0,056	0,00076	0,0037	0,0060	0,0060	- 0,004	- 0,009	- 0,009
313,155	- 0,045	0,0016	0,0037	0,0045	0,0045	- 0,004	- 0,006	- 0,006
365,016	- 0,040	0,0010	0,0034	0,0070	0,0070	- 0,003	- 0,011	- 0,011
404,657	- 0,062	0,0012	0,0034	0,0045	0,0045	- 0,003	- 0,006	- 0,006
435,834	- 0,043	0,0010	0,0037	0,0041	0,0041	- 0,004	- 0,005	- 0,005
546,075	- 0,037	0,0011	0,0031	0,0037	0,0092	- 0,002	- 0,004	- 0,015
576,960	- 0,048	0,00076	0,0034	0,0034	0,0123	- 0,003	- 0,003	- 0,021
579,066	- 0,046	0,0014	0,0037	0,0037	0,0070	- 0,004	- 0,004	- 0,011

b) transmittančná stupnica pre SŠP 1 nm

λ (nm)	% T(λ)	Systematická chyba	Neistoty typu A a B				Časová stálosť		
			u_A (n=10)	u_B (1 m)	u_B (6 m)	u_B (3 r)	1 mesiac	6 mesiacov	3 roky
565,0	100,000	0,000	-	-	-	-	0,000	0,000	0,000
	50,000	- 0,014	0,00044	0,0022	0,0022	0,0022	+ 0,001	+ 0,001	+ 0,001
	25,000	- 0,014	0,00063	0,0015	0,0015	0,0015	+ 0,001	+ 0,001	+ 0,001
	12,500	- 0,011	0,00057	0,0013	0,0013	0,0013	+ 0,001	+ 0,001	+ 0,001
	6,2500	- 0,0075	0,00041	0,0010	0,0010	0,0010	+ 0,0005	+ 0,0007	+ 0,0007
	3,1250	- 0,0047	0,00025	0,00060	0,00062	0,00062	+ 0,0003	+ 0,0004	+ 0,0004

c) absorbančná stupnica pre SŠP 1 nm

λ (nm)	A(λ)	Systematická chyba	Neistoty typu A a B				Časová stálosť		
			u_A (n=10)	u_B (1 m)	u_B (6 m)	u_B (3 r)	1 mesiac	6 mesiacov	3 roky
565,0	0,00000	0,00000	-	-	-	-	0,00000	0,00000	0,00000
	0,30103	+ 0,00012	0,0000038	0,000019	0,000019	0,000019	- 0,00001	- 0,00001	- 0,00001
	0,60206	+ 0,00024	0,000011	0,000022	0,000022	0,000022	- 0,00001	- 0,00001	- 0,00001
	0,90309	+ 0,00038	0,000020	0,000044	0,000047	0,000047	- 0,00003	- 0,00004	- 0,00004
	1,20412	+ 0,00052	0,000028	0,000067	0,000071	0,000071	- 0,00003	- 0,00005	- 0,00005
	1,50515	+ 0,00065	0,000035	0,000082	0,000086	0,000086	- 0,00004	- 0,00006	- 0,00006

Poznámky:

- údaje v tabuľke b) sú uvedené v % -ách spektrálnej transmittancie (% T = 100T)
- údaje v tabuľke b) a c) sa vzťahujú na vlnové dĺžky v rozsahu (200-800) nm, relatívne k vlnovej dĺžke 565 nm
- výsledná štandardná neistota typu B (u_B), uvedená v tabuľkách a) až c), zahŕňa (okrem iného) zložku štandardnej neistoty vplyvom časovej nestálosti kalibrácie príslušnej stupnice za sledované obdobie

Význam použitých symbolov a skratiek:

λ	vlnová dĺžka žiarenia
SŠP	spektrálna šírka páska žiarenia
u_A	štandardná neistota typu A
u_B	štandardná neistota typu B
T(λ)	spektrálna transmittancia
A(λ)	absorbancia
m (r)	mesiac (rok)

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

Zostava etalónu:

1. základná zostava

- UV-VIS spektrometer Cary 4E od firmy Varian, v.č. EL 96063243
- štandardná pravouhlá spektrometrická kyveta SRM 932 z nefluorescenčného kremenného skla pre ultrafialovú a viditeľnú oblasť spektra, s hrúbkou absorbujúcej vrstvy ($1,00000 \pm 0,00005$) cm od firmy NIST, v.č. 126
- sada termoblokových držiakov pre opticky priepustné kvapalné látky od firmy Varian, v.č. EL 96062002-3
- sada držiakov pre opticky priepustné pevné látky od firmy Varian
- obehový termostat DC3/B3 od firmy HAAKE, typ 003-0357, v.č. 196012594/059
- počítač COMPAQ, v.č. 264(223556-00252)

2. prídavné zariadenia

- ortuťová lampa od firmy Varian, v.č. 0416
- dvojotvorová clona od firmy Varian
- opticky neutrálny zoslabovač žiarenia od firmy Varian, v.č. EL 96053122
- teplotný snímač, od firmy Varian, typ Cary 09-1429, v.č. EL 9909-3583

Prehľad odovzdávania hodnoty (stupnice hodnôt) príslušnej jednotky na ostatné meradlá:**Metrologické charakteristiky súboru CRM na kalibráciu meradiel spektrálnej transmitancie (UV-VIS molekulových absorpčných spektrometrov)**

Typ CRM	Spektrálny rozsah (nm)	SŠP (nm)	Certifikovaná hodnota	Jednotka	Merací rozsah	Rozšírená neistota U (k = 2)
Ho ₂ O ₃ (vlnová dĺžka)	240 - 650	0,1 – 5,0	vlnová dĺžka	nm	240 - 650	0,031 – 0,051
K ₂ Cr ₂ O ₇ (absorbancia)	235 - 350	1,0 – 2,0	absorbancia	1	0,1 – 1,5	0,00016 – 0,0058
Co-Ni (absorbancia)	302 - 678	1,0 – 2,0	absorbancia	1	0,1 – 0,9	0,00036 – 0,0024
KI (rozptyl žiarenia)	260	0,2	špecif. absorpč. koef.	dm ³ .g ⁻¹ .cm ⁻¹	0,261	0,016

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní: CCPR-K6 (BIPM)**Miesto uchovávania a používania etalónu:** Laboratórium Centra chémie č. 319, objekt H
Slovenský metrologický ústav
BRATISLAVA

.....

Ing. Marta Obenrauchová
osoba zodpovedná za etalón

.....

Ing. Viliam Pätoprstý, CSc.
riaditeľ Centra chémie

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



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 027/04, 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 v znení zákona č. 431/2004 Z. z. (ďalej len "zákon") na základe posúdenia Súhrnnej správy pre revíziu národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027/04 zo dňa 19.11.2004 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 SPEKTRÁLNEJ TRANSMITANCIE**

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

spektrálna transmitancia, $T(\lambda)$ (0,03125 – 1,00000)

absorbancia, $A(\lambda)$ (0,00000 – 1,50515)

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

Osoba zodpovedná za etalón: **Ing. Marta Obenrauchová**

Dátum schválenia revízie: **19.11.2004**

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávaní etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v Súhrnnej správe pre revíziu národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027/04.

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. 027/04, Revízia 1, nahrádza v plnom rozsahu certifikát č. 027/02 zo dňa 27.3.2002.

V Bratislave, 15.12.2004

Prof. Ing. Matej Bílý, DrSc.

Nadväznosť: na základné jednotky SI

Základné metrologické charakteristiky etalónu:

a) stupnica vlnovej dĺžky pre SŠP 1 nm

Čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	Neistoty typu A a B (nm)		Rozšírená neistota (nm) U (k = 2)	Časová stálosť za 5 rokov (nm)
			u_A	u_B		
1	253,651	- 0,057	0,0022	0,0086	0,018	- 0,014
2	296,728	- 0,056	0,0015	0,0060	0,012	- 0,009
3	313,155	- 0,045	0,0035	0,011	0,023	- 0,019
4	365,016	- 0,040	0,0014	0,0080	0,016	- 0,013
5	404,657	- 0,062	0,0016	0,0065	0,013	- 0,010
6	435,834	- 0,043	0,0016	0,0060	0,012	+ 0,009
7	546,075	- 0,037	0,0021	0,0092	0,019	- 0,015
8	576,960	- 0,048	0,0019	0,012	0,025	- 0,021
9	579,066	- 0,046	0,0024	0,010	0,021	- 0,017

b) transmittančná stupnica pre SŠP 1 nm

λ (nm)	% T(λ)	Systematická chyba	Neistoty typu A a B		Rozšírená neistota U (k = 2)	Časová stálosť za 5 rokov
			u_A	u_B		
565,0	100,000	0,000	-	-	-	0,000
	50,000	- 0,014	0,0016	0,0022	0,0054	+ 0,001
	25,000	- 0,014	0,0016	0,0015	0,0044	+ 0,001
	12,500	- 0,011	0,0018	0,0013	0,0044	+ 0,001
	6,2500	- 0,0075	0,00089	0,0010	0,0026	+ 0,0007
	3,1250	- 0,0047	0,00065	0,00062	0,0018	+ 0,0004

c) absorbančná stupnica pre SŠP 1 nm

λ (nm)	A(λ)	Systematická chyba	Neistoty typu A a B		Rozšírená neistota U (k = 2)	Časová stálosť za 5 rokov
			u_A	u_B		
565,0	0,00000	0,00000	-	-	-	0,00000
	0,30103	+ 0,00012	0,000015	0,000019	0,000048	- 0,00001
	0,60206	+ 0,00024	0,000028	0,000022	0,000072	- 0,00001
	0,90309	+ 0,00038	0,000051	0,000047	0,00014	- 0,00004
	1,20412	+ 0,00052	0,000063	0,000071	0,00019	- 0,00005
	1,50515	+ 0,00065	0,000086	0,000086	0,00024	- 0,00006

Poznámky:

- údaje v tabuľke b) sú uvedené v % -ách spektrálnej transmittancie (% T = 100T)
- údaje v tabuľke b) a c) sa vzťahujú na vlnové dĺžky v rozsahu (200-800) nm, relatívne k vlnovej dĺžke 565 nm
- výsledná štandardná neistota typu B (u_B) a rozšírená neistota U (k = 2), uvedená v tabuľkách a) až c), zahŕňa (okrem iného) zložku štandardnej neistoty vplyvom časovej stálosti kalibrácie príslušnej stupnice za sledované obdobie 5 rokov (v rámci stanoveného rekaliбраčného intervalu)

Význam použitých symbolov a skratiek:

λ	vlnová dĺžka žiarenia
SŠP	spektrálna šírka pásu žiarenia
u_A	štandardná neistota typu A
u_B	štandardná neistota typu B
U	rozšírená neistota
T(λ)	spektrálna transmittancia
A(λ)	absorbancia

Zostava etalónu:

1. základná zostava

- UV-VIS spektrometer Cary 4E od firmy Varian, v.č. EL 96063243
- štandardná pravouhlá spektrometrická kyveta SRM 932 z nefluorescenčného kremenného skla pre ultrafialovú a viditeľnú oblasť spektra, s hrúbkou absorbujúcej vrstvy $(1,00000 \pm 0,00005)$ cm od firmy NIST, v.č. 126
- sada termoblokových držiakov pre opticky priepustné kvapalné látky od firmy Varian, v.č. EL 96062002-3
- sada držiakov pre opticky priepustné pevné látky od firmy Varian
- obehový termostat DC3/B3 od firmy HAAKE, typ 003-0357, v.č. 196012594/059
- počítač COMPAQ, v.č. 264(223556-00252)

2. prídavné zariadenia

- ortuťová lampa od firmy Varian, v.č. 0416
- dvojtvorová clona od firmy Varian
- opticky neutrálny zoslabovač žiarenia od firmy Varian, v.č. EL 96053122
- teplotný snímač, od firmy Varian, typ Cary 09-1429, v.č. EL 9909-3583

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

Metrologické charakteristiky súboru CRM na kalibráciu meradiel spektrálnej transmitancie (UV-VIS molekulových absorpčných spektrometrov)

Typ CRM	Spektrálny rozsah (nm)	SŠP (nm)	Certifikovaná hodnota	Jednotka	Merací rozsah	Rozšírená neistota U (k = 2)
Ho ₂ O ₃ (vlnová dĺžka)	240 - 650	0,1 – 5,0	vlnová dĺžka	nm	240 - 650	0,031 – 0,083
K ₂ Cr ₂ O ₇ (absorbancia)	235 - 350	1,0 – 2,0	absorbancia	1	0,1 – 1,5	0,00016 – 0,0058
Co-Ni (absorbancia)	302 - 678	1,0 – 2,0	absorbancia	1	0,1 – 0,9	0,00036 – 0,0028
KI (rozptyl žiarenia)	260	0,2	špecif. absorpč. koef.	dm ³ .g ⁻¹ .cm ⁻¹	0,261	0,016

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní: CCPR-K6 (BIPM)

Miesto uchovávanía a používania etalónu: Laboratórium Centra chémie č. 319, objekt H
Slovenský metrologický ústav
BRATISLAVA

.....
Ing. Marta Obenrauchová
osoba zodpovedná za etalón

.....
Ing. Viliam Pätoprstý, PhD.
riaditeľ centra chémie

Tento certifikát môže byť rozmnožovaný len celý a nezmenený.

Rozmnožovať jeho časti možno len s písomným súhlasom Slovenského metrologického ústavu.

Príloha 3 – certifikát NE.sp. transmitancie – návrh 2010



Slovenský metrologický ústav

Karloveská 63, 842 55 Bratislava 4

Certifikovaná organizácia s akreditovanými laboratóriami, nositeľ Národnej ceny SR za kvalitu 2004

Počet strán: 5



CERTIFIKÁT NÁRODNÉHO ETALÓNU

č. 027/10, 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 spektrálnej transmitancie č. 027/10 zo dňa 10.2.2011 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 SPEKTRÁLNEJ TRANSMITANCIE

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

spektrálna transmitancia, $T(\lambda)$ (0,03125 – 1,00000)
absorbancia, $A(\lambda)$ (0,00000 – 1,50515)

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

Osoba zodpovedná za etalón: Ing. Marta Obenrauchová

Dátum schválenia revízie: 10.2.2011

Základné údaje o etalóne a podmienkach používania a uchovávaní etalónu podľa § 1 ods. 2 vyhlášky sú uvedené v Súhrnnej správe pre revíziu národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027/10.

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. 027/10, Revízia 2, nahrádza v plnom rozsahu certifikát č. 027/04, Revízia 1 zo dňa 19.11.2004.

V Bratislave dd. mm. rrrr

Nadväznosť: na základné jednotky SI

Základné metrologické charakteristiky etalónu:

a) stupnica vlnovej dĺžky v spektrálnej oblasti (250÷580) nm pre SŠP 1 nm

Emisná čiara	Čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	Časová stálosť/10r (nm)	u_A (nm)	u_B (nm)	$U(k=2)$ (nm)
Hg	1	253,651	-0,057	-0,014	0,0022	0,0086	0,018
Hg	2	296,728	-0,056	-0,009	0,0015	0,0060	0,012
Hg	3	313,155	-0,045	-0,019	0,0035	0,011	0,024
Hg	4	365,016	-0,040	-0,020	0,0014	0,012	0,024
Hg	5	404,657	-0,062	-0,010	0,0016	0,0065	0,013
Hg	6	435,834	-0,043	+0,009	0,0016	0,0060	0,012
Hg	7	546,075	-0,037	-0,015	0,0021	0,0092	0,019
Hg	8	576,960	-0,048	-0,021	0,0019	0,012	0,025
Hg	9	579,066	-0,046	-0,017	0,0024	0,010	0,021

b) stupnica vlnovej dĺžky v spektrálnej oblasti (595÷850) nm pre SŠP 1 nm

Emisná čiara	Čiara č.	Vlnová dĺžka (nm)	Systematická chyba (nm)	Časová stálosť/5r (nm)	u_A (nm)	u_B (nm)	$U(k=2)$ (nm)
Ne	3	594,483	-0,028	0,024	0,0036	0,0142	0,029
Ne	4	609,616	-0,029	0,021	0,0033	0,0124	0,026
Ne	5	614,306	-0,025	0,012	0,0034	0,0075	0,016
Ne	6	616,359	-0,025	0,012	0,0048	0,0075	0,018
Ne	7	621,728	-0,036	0,017	0,0035	0,0102	0,022
Ne	8	633,443	-0,023	0,006	0,0043	0,0045	0,012
Ne	9	638,299	-0,035	0,023	0,0036	0,0136	0,028
Ne	10	650,653	-0,028	0,023	0,0027	0,0136	0,028
Ne	11	667,828	-0,027	0,012	0,0056	0,0075	0,018
Ne	12	671,704	-0,023	0,004	0,0046	0,0037	0,012
Ne	13	692,947	-0,031	0,017	0,0074	0,0102	0,025
Ar	14	696,543	-0,032	-0,006	0,0035	0,0045	0,012
Ne	15	703,241	-0,044	0,007	0,0040	0,0049	0,013
Ar	16	706,722	-0,039	-0,009	0,0025	0,0060	0,013
Ar	17	714,705	-0,032	0,000	0,0047	0,0029	0,011
Ne	18	717,394	-0,041	0,019	0,0044	0,0114	0,024
Ne	19	724,517	-0,048	0,010	0,0059	0,0065	0,018
Ar	20	727,294	-0,049	-0,010	0,0029	0,0065	0,014
Ar	21	738,398	-0,041	-0,001	0,0021	0,0030	0,007
Ne	22	743,890	-0,059	0,011	0,0034	0,0070	0,016
Ar	23	750,387	-0,050	0,005	0,0055	0,0041	0,014
Ar	24	751,465	-0,050	0,002	0,0021	0,0031	0,0076
Ar	25	763,510	-0,044	0,001	0,0017	0,0030	0,0068
Ar*	26	772,421	-0,056	0,002	0,0132	0,0031	0,027
Ar	27	794,818	-0,051	0,002	0,0028	0,0031	0,0084
Ar	28	811,531	-0,054	0,000	0,0022	0,0029	0,0072
Ar	29	826,453	-0,064	0,002	0,0033	0,0031	0,0090
Ar*	30	852,144	-0,053	0,000	0,0048	0,0029	0,011

* zle rozlíšené čiary

c) transmittančná stupnica pre SŠP 1 nm

λ (nm)	% $T(\lambda)$	Systematická chyba	Časová stálosť/10r	u_A		u_B		$U (k = 2)$
565	100,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-
	50,000	- 0,014	+ 0,002	0,0024	0,0023	0,0066	0,0066	0,0066
	25,000	- 0,014	+ 0,001	0,0024	0,0015	0,0056	0,0056	0,0056
	12,500	- 0,011	+ 0,0006	0,0019	0,0013	0,0047	0,0047	0,0047
	6,2500	- 0,0072	+ 0,0004	0,0014	0,0010	0,0034	0,0034	0,0034
	3,1250	- 0,0045	+ 0,0004	0,00086	0,00062	0,0021	0,0021	0,0021

d) absorbančná stupnica pre SŠP 1 nm

λ (nm)	$A(\lambda)$	Systematická chyba	Časová stálosť/10r	u_A		u_B		$U (k = 2)$
565	0,00000	0,00000	0,00000	-	-	-	-	-
	0,30103	+ 0,00012	-0,00001	0,000021	0,000020	0,000057	0,000057	0,000057
	0,60206	+ 0,00024	-0,00002	0,000042	0,000026	0,000098	0,000098	0,000098
	0,90309	+ 0,00037	0,00002	0,000066	0,000045	0,00016	0,00016	0,00016
	1,20412	+ 0,00050	-0,00003	0,000097	0,000069	0,00024	0,00024	0,00024
	1,50515	+ 0,00063	-0,00006	0,00012	0,000086	0,00029	0,00029	0,00029

Poznámky:

7. údaje v tabuľke c) sú uvedené v % -ách spektrálnej transmittancie (% $T = 100T$)
8. údaje v tabuľke c) a d) sa vzťahujú na vlnové dĺžky v rozsahu (200÷850) nm, relatívne k vlnovej dĺžke 565 nm
9. výsledná štandardná neistota typu B (u_B) a rozšírená neistota $U (k = 2)$, uvedená v tabuľkách a) až d), zahŕňa (okrem iného) zložku štandardnej neistoty vplyvom časovej stálosti kalibrácie príslušnej stupnice za sledované obdobie 5 až 10 rokov (v rámci stanoveného rekaliбраčného intervalu 1x/5rokov)

Význam použitých symbolov a skratiek:

λ	vlnová dĺžka žiarenia
SŠP	spektrálna šírka pásma žiarenia
u_A	štandardná neistota typu A
u_B	štandardná neistota typu B
U	rozšírená neistota
$T(\lambda)$	spektrálna transmittancia
$A(\lambda)$	absorbancia

Zostava etalónu:

1. základná zostava

- UV-VIS spektrometer Cary 4E od firmy Varian, v.č. EL 96063243;
- štandardná pravouhlá spektrometrická kyveta SRM 932 z nefluorescenčného kremenného skla pre ultrafialovú a viditeľnú oblasť spektra s hrúbkou absorbujúcej vrstvy $(1,00000 \pm 0,00005)$ cm od firmy NIST, v.č. 126;
- sada prietokových držiakov pravouhlých 1 cm kyviet pre opticky priepustné kvapalné látky od firmy Varian, v.č. EL 96062002-3;
- sada štandardných držiakov pravouhlých 1 cm kyviet pre opticky priepustné kvapalné látky od firmy Varian;
- sada držiakov pre opticky priepustné pevné látky (napr. sklené filtre, clony) od firmy Varian;
- obehový termostat DC3/B3 od firmy HAAKE, typ 003-0357, v.č. 196012594/059;
- riadiaca jednotka s počítačom COMPAQ, v.č. 369304-003.

2. prídavné zariadenia

- ortuťová kalibračná lampa od firmy Varian v.č. 0416 a 1022;
- neónová kalibračná lampa od firmy Oriol Instruments, v.č. 15011030;
- argónová kalibračná lampa od firmy Oriol Instruments, v.č. 13010286;
- xenónová kalibračná lampa od firmy Oriol Instruments, v.č. 17012085;
- kryptónová kalibračná lampa od firmy Oriol Instruments, v.č. 14011031;
- DC zdroj ku neónovej, argónovej a xenónovej lampe od firmy Oriol Instruments, v.č. 1100;
- dvojotvorová clona od firmy Varian;
- automatizovaná dvojotvorová clona UV0912M304, v.č. 15/1/10;
- opticky neutrálny zoslabovač žiarenia od firmy Varian, v.č. EL 96053122;
- teplotný snímač, od firmy Varian, typ Cary 09-1429, v.č. EL 9909-3583;
- záložný zdroj PS 10N, UPS ON-line, v.č. 211615503002;
- dvojica pravouhlých 1 cm kyviet pre UV-VIS oblasť spektra od firmy Varian, typ 6Q;
- dvojica pravouhlých 5 cm kyviet pre UV-VIS oblasť spektra od firmy Varian, typ 21Q;
- nastaviteľný držiak pre pravouhlé 1 cm kyvety (Varian);
- sada polohovateľných držiakov pravouhlých kyviet do 10 cm (Varian);
- sada univerzálnych držiakov pre kyvety a opt. filtre s rôznou hrúbkou do 10 cm (Varian);
- prietokový držiak pravouhlej 5 cm kyvety (Technocentrum), typ modifikácia Cary pre 1 cm;
- spektrometer Spekol 11 (samostatné prídavné zariadenie) od firmy CZJ, v.č. 831282.

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

Metrologické charakteristiky súboru CRM určených na kalibráciu meradiel spektrálnej transmi-
tancie (UV-VIS molekulových absorpčných spektrometrov)

Typ CRM	Sp. rozsah (nm)	SŠP (nm)	Certifikovaná hodnota	Jednotka	Merací rozsah	Rozšírená neistota U (k = 2)
Ho ₂ O ₃ (vlnová dĺžka)	240 - 650	0,1 – 5,0	vlnová dĺžka	nm	240 - 650	0,031 – 0,083
Nd ₂ O ₃ (vlnová dĺžka)	575 - 865	0,1 – 5,0	vlnová dĺžka	nm	575 - 865	0,049 – 0,075
K ₂ Cr ₂ O ₇ (absorbancia)	235 - 350	1,0 – 2,0	absorbancia	1	0,1 – 1,5	0,0010 – 0,0034
Co-Ni (absorbancia)	302 - 678	1,0 – 2,0	absorbancia	1	0,1 – 0,9	0,0010 – 0,0028
KI (rozptyl žiarenia)	260	0,2	špecif. absorpč. koef.	dm ³ .g ⁻¹ .cm ⁻¹	0,257	0,014

Prehľad kľúčových porovnávacích meraní: CCPR-K6 (BIPM)

Miesto uchovávanía a používania etalónu: Laboratórium Centra chémie č. 319, objekt H
Slovenský metrologický ústav
BRATISLAVA

.....
Ing. Marta Obenrauchová
osoba zodpovedná za etalón

.....
Ing. Róbert Spurný, PhD.
štatutárny zástupca vlastníka etalónu
(námestník GR pre výskum)

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



PRAVIDLÁ POUŽÍVANIA A UCHOVÁVANIA
NÁRODNÉHO ETALÓNU SPEKTRÁLNEJ TRANSMITANCIE
NE č.027

Osoba zodpovedná za etalón

Ing. Marta Obenrauchová

Dátum vydania: november 2010

Spracoval: Ing. Marta Obenrauchová

Preveril: Ing. Viliam Pätoprstý, PhD.

OBSAH

1	VŠEOBECNE	76
1.1	ORGANIZAČNÉ A EKONOMICKÉ ZABEZPEČENIE UCHOVÁVANIA A POUŽÍVANIA ETALÓNU	76
2	ETALÓN	77
2.1	NÁZOV ETALÓNU A JEHO JEDNOZNAČNÁ IDENTIFIKÁCIA	77
2.2	NADVÄZNOŠŤ NA ZÁKLADNÉ JEDNOTKY SI A PRÍRODNÉ KONŠTANTY	77
2.2.1	<i>Veličiny potrebné pre funkciu etalón</i>	78
2.2.2	<i>Kalibráciaetalónu a zariadení používaných v etalóne</i>	79
2.2.3	<i>Podrobný program kalibrácií etalónových zariadení</i>	80
2.2.4	<i>Dodržanie navrhovaného programu</i>	80
2.2.5	<i>Postup pri vzniku poruchy</i>	80
2.3	ÚDRŽBA ZARIADENÍ	81
2.3.1	<i>Preventívna údržba a kontrola technického stavu</i>	81
2.3.2	<i>Údržba, kontrola technického stavu a podmienok uchovávania etalónu</i>	81
2.4	OPRAVY ZARIADENÍ	81
2.5	EVIDENCIA	82
2.6	MEDZINÁRODNÉ POROVNÁVACIE MERANIA	82
3	PRIESTORY A PROSTREDIE	82
3.1	UMIESTNENIE ETALÓNU	82
3.2	POŽADOVANÉ PARAMETRE PROSTREDIA	83
3.3	PODMIENKY ULOŽENIA ETALÓNU	83
4	POUŽÍVANIE ETALÓNOV A ETALÓNOVÝCH ZARIADENÍ	84
4.1	POUŽÍVANIE ETALÓNU JE VYMEDZENÉ NA NASLEDOVNÉ ČINNOSTI	84
4.2	POUŽÍVANIE ETALÓNU OSOBAMI	84
4.3	BEZPEČNOSTNÉ OPATRENIA	84
5	PRENOS JEDNOTKY	85
5.1	MERANIE	85
5.2	DOKLADY	86
5.3	EVIDENCIA A POSTUP PRI VYBAVOVANÍ POŽIADAVIEK NA METROLOGICKÉ SLUŽBY	86
5.4	PREBERANIE A ODOVZDÁVANIE MERADIEL NA KALIBRÁCIU	86
5.5	VYBAVOVANIE SŤAŽNOSTÍ	87
6	ZÁZNAMY	87
7	DOKUMENTÁCIA ETALÓNU	87
7.1	ZÁKLADNÝ OBSAH DOKUMENTÁCIE ETALÓNU	87
7.2	KOMPLEXNOSŤ DOKUMENTÁCIE	87
7.3	ZÁKLADNÁ DOKUMENTÁCIA NÁRODNÉHO ETALÓNU	87
7.4	PODROBNÝ ZOZNAM ZÁKLADNEJ DOKUMENTÁCIE NÁRODNÉHO ETALÓNU	88
8	SYSTÉM KONTROLY	89
8.1	KONTROLA ČINNOSTÍ VYKONÁVANÁ OSOBOU ZODPOVEDNOU ZA ETALÓN	89
8.2	KONTROLA VEDENÍM ÚSTAVU (INTERNÉ AUDITY)	89
8.3	PREVIERKA NÁRODNÉHO ETALÓNU	89
9	PRÍLOHY	90

1 VŠEOBECNE

Cieľom týchto pravidiel je stanoviť zásady uchovávaní a používania národného etalónu spektrálnej transmitancie, ktoré majú vytvárať základ na zabezpečenie jednotnosti a správnosti merania spektrálnej transmitancie v SR. Cieľom činnosti laboratória je vytvorenie podmienok na dlhodobé plnenie funkcie etalónu a zabezpečenie, aby všetky činnosti spojené s realizáciou jednotky spektrálnej transmitancie boli vykonávané v súlade so všeobecnými kritériami na činnosť centra chémie podľa medzinárodných odporúčaní.

Za organizačnú činnosť laboratória v súlade s týmito zásadami, implementáciu základných prvkov systému kvality a udržiavanie schváleného systému tak, aby bola zaručená jeho stála vhodnosť a účinnosť je zodpovedný riaditeľ centra chémie.

1.1 Organizačné a ekonomické zabezpečenie uchovávaní a používania etalónu

Požiadavky na ekonomické zabezpečenie sa vzťahujú najmä na:

- ◆ uchovávanie etalónu z hľadiska zachovania jeho metrologických parametrov na požadovanej úrovni;
- ◆ prenos hodnôt na ostatné etalóny a meradlá;
- ◆ priestory potrebné na uchovávanie a používanie etalónu;
- ◆ obsluhu so zodpovedajúcimi kvalifikačnými predpokladmi.

Objem finančných prostriedkov na zabezpečenie uchovávaní a používania etalónu a na jeho nevyhnutné zdokonaľovanie sú pre dané obdobie stanovené záväznými úlohami ústavu.

Pre odbornú spôsobilosť pracovníkov podieľajúcich sa na zabezpečení uchovávaní a používania etalónu je potrebné vysokoškolské vzdelanie chemického zamerania, najvhodnejšie špecializácie analytická, fyzikálna alebo anorganická chémia; pre odborné riadenie tejto činnosti aspoň dva roky praxe v odbore.

Osoba zodpovedná za etalón zodpovedá za:

- ◆ technický stav a funkčnosť etalónu;
- ◆ kontrolu technického stavu a podmienok uchovávaní etalónu;
- ◆ periodickú kontrolu a vyhodnocovanie metrologických parametrov etalónu;
- ◆ medzinárodné porovnanie etalónu;
- ◆ prenos reprodukovateľných hodnôt na referenčné etalóny;
- ◆ používanie etalónu pri všetkých formách a účeloch z hľadiska zachovania jeho metrologických vlastností;
- ◆ údržbu etalónu;
- ◆ správne používanie etalónu;
- ◆ kompletnosť a správnosť dokumentácie etalónu.

2 ETALÓN

2.1 Názov etalónu a jeho jednoznačná identifikácia

Národný etalón spektrálnej transmitancie, NE č. 027 (UV-VIS molekulový absorpčný spektrometer Cary 4E od fy Varian, v. č. EL 9606324) je zariadenie určené na realizáciu transmittančnej a absorbančnej stupnice v spektrálnom rozsahu vlnovej dĺžky od 180 nm do 900 nm pre spektrálnu šírku pásma žiarenia v rozmedzí od 0,1 nm do 5,0 nm.

Slúži za základ určovania hodnôt spektrálnej transmitancie a odvodených veličín (absorbancie a absorpčného koeficienta) ostatných meradiel spektrálnej transmitancie, prostredníctvom certifikovaných referenčných materiálov (ďalej len CRM).

Meranie na etalóne je založené na princípe priameho korektného merania spektrálnej transmitancie alebo absorbancie pri požadovanej vlnovej dĺžke v súlade s Lambert-Beerovým zákonom (absorpcia žiarenia je úmerná hrúbke absorbujúcej vrstvy a koncentrácii vzorky).

Realizácia stupnice spektrálnej transmitancie/absorbancie (za použitia primárnej metódy s dvojtvorovou clonou, založenej na princípe svetelnej aditívnosti kontinuálne zoslabovaného žiarenia) a prenos jednotky prostredníctvom CRM je v súlade s celosvetovým trendom (najmä však s trendom vedúcich národných metrologických laboratórií NIST a NPL).

2.2 Nadväznosť na základné jednotky SI a prírodné konštanty

Spektrálna transmitancia a jej odvodené veličiny (absorbancia a absorpčný koeficient) sa uplatňujú v opticky priepustných systémoch, kde prebieha fotochemická reakcia vplyvom interakcie elektromagnetického žiarenia s atómami (atómová absorpčná spektrometria) alebo molekulami prípadne iónmi (molekulová absorpčná spektrometria).

Jednotky spektrálnej transmitancie a odvodených veličín umožňujú vyjadrenie množstva absorbovaného žiarenia, ktoré je úmerné hrúbke absorbujúcej vrstvy a koncentrácii analyzovanej látky v súlade s Lambert-Beerovým zákonom.

Jednotka hrúbky absorbujúcej vrstvy a koncentrácie sa neprenáša do výsledku merania pri primárnej metóde svetelnej aditívnosti s dvojtvorovou clonou.

Jednotka hrúbky absorbujúcej vrstvy sa prenáša do výsledku merania pri kalibrácii prenosných CRM vo forme roztokov. Táto je nadviazaná na vnútornú hrúbku štandardnej kvety NIST SRM 932, ktorá je nadviazaná priamo na jednotku dĺžky *meter* (m).

Jednotka koncentrácie (obyčajne hmotnostnej) sa prenáša do výsledku merania pri kalibrácii prenosných CRM len v procese ich prípravy vo forme sady roztokov s odstupňovaným obsahom absorbujúcej zložky, ktorý odpovedá optimálnemu meraciemu rozsahu stupnice spektrálnej transmitancie v rozmedzí (10÷90) %T a meraciemu rozsahu stupnice absorbancie v rozmedzí (0,3÷1,5). Jednotka hmotnostnej koncentrácie $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($\text{kg}\cdot\text{l}^{-1}$, $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$, $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) je nadviazaná na jednotku hmotnosti *kilogram* (kg) a na jednotku objemu (m^3) nadviazanú na jednotku dĺžky *meter* (m).

Definične sú jednotky spektrálnej transmitancie a odvodených veličín nadviazané na základné jednotky SI nasledovne:

- spektrálna transmitancia je bezrozmerná veličina definovaná pomerom prepusteného a dopadajúceho žiarivého toku na opticky priepustnú látku, realizovaná prostredníctvom jednotky veličiny žiarivého toku *watt* ($\text{W} \equiv \text{J}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}$) odvodennej od jednotky veličiny žiarivej energie *joule* ($\text{J} \equiv \text{W}\cdot\text{s}$, $\text{N}\cdot\text{m}$, $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$) a od jednotky času *sekunda* (s);
- absorbancia je bezrozmerná veličina definovaná ako záporný logaritmus spektrálnej transmitancie (relatívne množstvo absorbovaného žiarenia), realizovaná prostredníctvom jednotky bezrozmernej veličiny spektrálnej transmitancie;

- špecifický molárny alebo hmotnostný absorpčný koeficient je definovaný ako absorbanca prepočítaná na jednotku dĺžky dráhy absorbovaného žiarenia (hrúbky absorbujúcej vrstvy) a špecifikovanú jednotku koncentrácie absorbujúcej zložky v roztoku. Jednotka molárneho absorpčného koeficienta $\text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ ($\text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) je realizovaná prostredníctvom jednotky dĺžky *meter* (m) a jednotky koncentrácie látkového množstva $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$), ktorá je nadviazaná na jednotku látkového množstva *mól* (mol) a na jednotku objemu (m^3) nadviazanú na jednotku dĺžky *meter* (m). Jednotka hmotnostného absorpčného koeficienta $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ ($\text{l} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, $\text{dm}^3 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) je realizovaná prostredníctvom jednotky veličiny dĺžky *meter* (m) a jednotky hmotnostnej koncentrácie $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ($\text{kg} \cdot \text{l}^{-1}$, $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$, $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), ktorá je nadviazaná na jednotku hmotnosti *kilogram* (kg) a na jednotku objemu (m^3) nadviazanú na jednotku dĺžky *meter* (m).

2.2.1 Veličiny potrebné pre funkciu etalónu

Pre správnu funkciu etalónu spektrálnej transmitancie je potrebná nadväznosť na nasledovné veličiny (aj keď sa tieto nepodieľajú priamo na tvorbe jednotky spektrálnej transmitancie):

- ◆ **Dĺžka** – používa sa pri nepriamom stanovení špecifického absorpčného koeficienta CRM rozptylu žiarenia (absorbanca prepočítaná na jednotku hrúbky a koncentrácie roztoku); ďalej pri kalibrácii súboru CRM absorbančnej stupnice a prenose jednotky spektrálnej transmitancie/absorbancie a absorpčného koeficienta do praxe. Dĺžka dráhy absorbovaného žiarenia (hrúbka absorbujúcej vrstvy roztoku vymedzená vnútornou hrúbkou kyvety) je nadviazaná na 1 cm štandardnú kyvetu SRM 932 NIST s rozšírenou neistotou $5 \cdot 10^{-4}$ cm, nadviazanou na národný etalón dĺžky USA. Rozšírená neistota prenosu jednotky dĺžky do praxe je $1,1 \cdot 10^{-3}$ cm.
- ◆ **Koncentrácia** (obyčajne hmotnostná) – sa podobne ako dĺžka používa pri nepriamom stanovení špecifického absorpčného koeficienta CRM rozptylu žiarenia a prenose tejto jednotky; ďalej pri príprave sady roztokov CRM absorbančnej stupnice s odstupňovaným obsahom absorbujúcej zložky, ktorý odpovedá optimálnemu meraciemu rozsahu stupnice spektrálnej transmitancie v rozmedzí (10÷90) %T a meraciemu rozsahu stupnice absorbancie v rozmedzí (0,3÷1,5). Odmerné banky sú kalibrované na presný objem gravimetricky s redestilovanou vodou (hustota vody je určená na základe tabuliek BIPM). Váhy sú kalibrované pomocou závaží nadviazaných na NE hmotnosti SMU.
- ◆ **Teplota** – využíva sa ako pomocný parameter pri príprave sady roztokov CRM a pri zabezpečovaní teploty používania a uchovávaní etalónu a CRM, kde sa používa teplomer s rozlíšením 0,1°C až 0,2°C nadviazaný prostredníctvom etalónového odporového snímača teploty Geraberg na NE teplotnej stupnice SMU 020/A s nadväznosťou na medzinárodnú teplotnú stupnicu v zmysle dokumentu ITS90. Teplota sa ďalej využíva pri kalibrácii sady roztokov CRM, optických filtrov a kyviet a pri určovaní teplotných koeficientov prenosných CRM, kde sa používa termostat s rozlíšením 0,1°C nadviazaný prostredníctvom referenčného odporového snímača teploty na NE teplotnej stupnice SMU 020/A a teplotný snímač s rozlíšením 0,01°C nadviazaný prostredníctvom odporového snímača teploty Pt 100 na NE teplotnej stupnice SMU 020/A s nadväznosťou na medzinárodnú teplotnú stupnicu ITS90 v trojitom bode vody (0,0100°C) a pri teplote tuhnutia india (156,5985°C).
- ◆ **Vlnová dĺžka** – je dôležitá pri kalibrácii CRM stupnice vlnovej dĺžky a prenose jednotky vlnovej dĺžky; používa sa pri kalibrácii CRM absorbančnej stupnice a rozptylu žiarenia pri požadovanej vlnovej dĺžke ako významný vplyvový parameter. Stupnica hodnôt vlnovej dĺžky je nadviazaná na presne definované čiarové zdroje žiarenia (Hg, Ne, Ar) s rozšírenou neistou $2,9 \cdot 10^{-2}$ nm. Čiarové zdroje žiarenia sú nadviazané na hodnotu vlnovej dĺžky

605,78021 nm oranžovej čiary izotopu kryptónu, Kr^{86}). Rozšírená neistota prenosu jednotky vlnovej dĺžky do praxe je $3,1 \cdot 10^{-2}$ ($\text{Ho}_2\text{O}_3/\text{Hg}$) a $5,4 \cdot 10^{-2}$ ($\text{Nd}_2\text{O}_3/\text{Ne, Ar}$).

- ◆ **Relatívna vlhkosť** – používa sa ako pomocný parameter pri príprave sady roztokov CRM pre UV-VIS spektrometriu, konkrétne pri vážení; veličina nemá vplyv na meranie.

2.2.2 Kalibrácia etalónu a zariadení používaných v etalóne

Všetky zariadenia, ktoré majú vplyv na výsledky merania musia byť kalibrované, alebo iným vhodným spôsobom zabezpečená kontrola ich metrologických parametrov. V prípade etalónu spektrálnej transmitancie ide o nasledovné zariadenia:

1. UV-VIS spektrometer Cary 4E (NE spektrálnej transmitancie)
2. VIS spektrometer Spekol 11 (samostatné prídavné zariadenie k NE)
3. štandardná kyveta SRM 932 NIST
4. ostatné kyvety
5. kalibračné spektrálne lampy (Hg, Ne, Ar)
6. teplotný snímač
7. sklený teplomer ortuťový
8. analytické váhy
9. odmerné banky

Kalibrácia etalónu sa vykonáva v pravidelných intervaloch 1x/5rokov. Rutinná kontrola etalónu za využitia softwarového kalibračného programu sa robí pred každou samostatnou sériou meraní (CRM, MS, MPM a pod.).

Kalibrácia absorpčnej stupnice etalónu sa vykonáva v súlade s inštrukciou UV Instruments at work (UV-62: Measuring photometric accuracy using the double aperture primary method; Varian Australia Pty Ltd, November 1993). Kalibrácia stupnice vlnovej dĺžky sa vykonáva v súlade s inštrukciami Varian Optical Spectroscopy Instruments (OSI) Accessories/Applications (Mercury Lamp for Cary No 8510092800/95 a 99) a Oriel Instruments (Power Supply Model 6060/6061/96 Operation Instruction; Typical Spectra of Spectral Calibration Lamps). Uvedené inštrukcie sú implementované v návodoch na kalibráciu etalónu v rámci laboratória transmitancie.

Rutinná kontrola etalónu za využitia softwarového kalibračného programu (Instrument Performance Tests-IPT) zahŕňa:

- kontrolu stupnice vlnovej dĺžky na princípe priameho merania a porovnávania polohy a reprodukovateľnosti 2 intenzívnych spektrálnych čiar zabudovanej deutériovej lampy pri 486,0 nm a 656,1 nm;
- kontrolu základnej línie 100 %T (odpovedajúca nulovej absorbančii) s následnou interpoláciou a automatickou korekciou línie pozdĺž meracieho rozsahu stupnice vlnovej dĺžky od 185 nm do 900 nm;
- kontrolu fotometrického šumu pre absorbančnú hladinu 0 pri 500 nm;
- kontrolu rozlišovacej schopnosti pri SŠP = 0,01 nm.

V čase medzi jednotlivými kalibráciami absorpčnej stupnice etalónu sa robí kontrola (ak je to potrebné) prostredníctvom referenčných materiálov absorbančnej stupnice, napr. sada opticky neutrálnych filtrov SRM 930D NIST, sada ND filtrov fotometrickej lineariry Varian, sada ND a modrých filtrov Varian, Starna Spectrometric Reference Set-4UV (Potassium Dichromate Solution, Reference 4) alebo CRM Std. 1404 REFMACAL (pre cekový softvérovo riadený USP test) podľa postupu v príslušnom certifikáte alebo návode na použitie.

Kontrola stupnice vlnovej dĺžky etalónu v čase medzi jednotlivými kalibráciami sa robí (ak je to potrebné) prostredníctvom referenčných materiálov stupnice vlnovej dĺžky, napr. SRM 2034 NIST (Holmium Oxide Solution), Starna Spectrometric Reference Set-4UVR (Samarium Perchlorate Solution, Reference 2), Varian Filter Kit (Holmium Oxide glass filter, Didymium Oxide glass filter) alebo CRM Std. 1404 REFMACAL (pre celkový softvérový riadený USP test) podľa postupu v príslušnom certifikáte alebo návode na použitie.

Stanovenie množstva rozptylu žiarenia etalónu sa v prípade potreby robí prostredníctvom referenčných materiálov pre rozptyl žiarenia, napr. SRM 2032 NIST (Crystalline Potassium Iodide), SRM 2033 NIST (Crystalline Potassium Iodide with Attenuator) alebo Starna Spectrometric Reference Set-4UVR (Saturated Lithium Carbonate Solution, Reference 3) podľa postupu v príslušnom certifikáte alebo návode na použitie.

Kalibrácia samostatného prídavného zariadenia k etalónu (spektrometer Spekol 11) sa vykonáva pred kalibráciou CRM v súlade s príslušnými internými návodmi na kalibráciu.

Kalibráciu vnútornej hrúbky štandardnej kyvety SRM 932 vykonáva výrobca (NIST USA). Kalibráciu vnútornej hrúbky ostatných kyviet vykonáva SMU na NE č. 027 podľa pracovného postupu č. 06/260/00. Kalibrácia vnútornej hrúbky má neobmedzenú platnosť. Kalibrácia čistoty optických okienok sa vykonáva pred každým meraním.

Kalibrácia kalibračných spektrálnych lúčov (vykonaná výrobcom) má neobmedzenú platnosť.

Kalibrácie mimo laboratória etalónu spektrálnej transmitancie (teplotný snímač, teplomer, váhy a odmerné banky) sa robia v stanovených intervaloch (pozri prílohu 1 tohto dokumentu a tab. č. 1-5 Súhrnej správy pre revíziu NE č. 027/10) podľa kalibračných postupov používaných v príslušných laboratóriách. Harmonogram

Všetky návody a postupy na kalibráciu sú zdokumentované v Súhrnej správe k revízii národného etalónu č. 027/10 a v Prílohe 3 tohto dokumentu.

Prehľad údajov o údržbe, nadväznosti, kalibrácii a kontrole NE sp. transmitancie a účasti na medzinárodných porovnávacích meraniach je uvedený v prílohách 3 a 4 tohto dokumentu.

2.2.3 Podrobný program kalibrácií etalónových zariadení

Podrobný program kalibrácií etalónu a etalónových zariadení potrebných pre zabezpečenie činnosti etalónu, s uvedením pracoviska kde sa kalibrácia realizuje, je uvedený v prílohe 1. Prehľad o kalibráciách, kontrolách, poruchách a údržbe je vedený v elektronickej podobe formou samostatnej prílohy ku pravidlám používania a uchovávanania národného etalónu.

2.2.4 Dodržanie navrhovaného programu

Za dodržanie navrhovaného programu kalibrácie etalónových zariadení zodpovedá osoba zodpovedná za etalón.

2.2.5 Postup pri vzniku poruchy

Pri poruche sa etalónové zariadenie odpojí od elektrickej siete a táto skutočnosť sa bezodkladne nahlási riaditeľovi centra chémie a podniknú sa kroky k náprave v súlade s internými smernicami ústavu. Osoba zodpovedná za etalón zabezpečí opravu, výmenu, príp. zaobstaranie náhrady závadného zariadenia v rámci možností laboratória, ústavu alebo dodávateľa zariadenia a skontroluje, či závada nemohla ovplyvniť výsledky predchádzajúcich meraní. Ak výsledky mohli byť ovplyvnené, musia sa považovať len za orientačné.

V prípade, že by pri poruche alebo oprave mohli byť zmenené metrologické parametre ktoréhokoľvek etalónového zariadenia, osoba zodpovedná za etalón určí pravidlá a podmienky mimoriadnej kalibrácie, príp. kontrolného merania alebo kontroly zariadenia.

V prípade poruchy etalónu spektrálnej transmitancie, vyžadujúcej výmenu monochromátora, je nevyhnutná kontrola kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky a množstva rozptýleného žiare-

nia. Výmenu je potrebné zaznamenať v laboratórnom denníku a v samostatnej priebežne doplňanej prílohe v elektronickej forme (prehľad o kalibráciách, kontrolách, poruchách a údržbe).

V prípade poruchy etalónu spektrálnej transmitancie, vyžadujúcej výmenu zdroja UV žiarenia (deutériová lampa) alebo zdroja VIS žiarenia (halogénová lampa) je nevyhnutná rutinná kontrola za využitia softwarového kalibračného programu (pozri časť 2.2.2). Výmenu je potrebné zaznamenať v laboratórnom denníku a v samostatnej priebežne doplňanej prílohe.

V prípade poruchy etalónu spektrálnej transmitancie, vyžadujúcej výmenu fotonásobiča, je nevyhnutná nová kalibrácia transmitančnej/absorbančnej stupnice. Výmenu je potrebné zaznamenať v laboratórnom denníku a v samostatnej priebežne doplňanej prílohe.

2.3 Údržba zariadení

2.3.1 Preventívna údržba a kontrola technického stavu

Súčasťou starostlivosti o etalóny a etalónové zariadenia, ako aj o pomocné zariadenia je ich preventívna údržba a kontrola technického stavu. Súčasťou etalónu poväčšine nevyžadujú údržbu. Funkčnosť zariadenia sa kontroluje zapnutím. Údržbu vykonávajú pracovníci laboratória podľa postupov vypracovaných v súlade s návodmi na používanie zariadení. V prípadoch, ak údržba niektorého zariadenia vyžaduje externého dodávateľa údržby, pri jeho výbere sa postupuje v zmysle schválených organizačných smerníc ústavu. Spôsob a interval údržby a kontroly technického stavu etalónu a jeho súčastí určuje harmonogram.

2.3.2 Údržba, kontrola technického stavu a podmienok uchovávania etalónu

Údržba a kontrola technického stavu etalónu a jeho častí sa vykonáva podľa časového harmonogramu, ktorý spracováva osoba zodpovedná za etalón (Príloha 2). V harmonograme údržby sú definované zariadenia, na ktorých sa pravidelná údržba vykonáva, postup vykonávania údržby, zodpovednosť za vykonanie údržby, rozsah údržby a časový interval opakovania údržby. Spôsob a časový interval údržby etalónu príp. jeho častí je stanovený s ohľadom na používanie príslušnej časti etalónu. Každú činnosť týkajúcu sa údržby a kontroly technického stavu etalónu je potrebné zaznamenať v laboratórnom denníku a v samostatnej priebežne doplňanej prílohe v elektronickej forme (prehľad o kalibráciách, kontrolách, poruchách a údržbe).

Údržba etalónu spočíva v pravidelnom odstraňovaní UV absorbujúcich a ostatných nečistôt z optických častí etalónového zariadenia (napr. z opt. okienok spektrálnych lúčových kytiet, zo vstupných a výstupných okienok svetelného lúča a pod.), v kontrole optickej dráhy svetelného lúča vo vzorkovom priestore etalónu (v závislosti od typu použitého držiaka vzorky) ako aj v čistení ostatných zariadení.

Kontrola technického stavu etalónu sa vykonáva pri každom meraní v súlade s návodom na obsluhu zariadenia. Kontrola podmienok uchovávania etalónu sa vykonáva pri každej kalibrácii a meraní zameraním aktuálnych podmienok pri meraní a ich porovnaním s požiadavkami na prostredie etalónu. V prípade nedodržania požiadaviek na prostredie sa meranie neuskutoční a osoba zodpovedná za etalón zabezpečí nápravu v najkratšom možnom termíne.

2.4 Opravy zariadení

V prípade, ak opravu zariadení vykonávajú pracovníci laboratória, pred začatím opravy sa vypracuje postup opravy, kde musí byť uvedený predpokladaný rozsah opravy, zodpovednosť za jej realizáciu a spôsob následnej kontroly metrologických parametrov. Za vykonanú opravu časti etalónu v podmienkach laboratória zodpovedá osoba zodpovedná za etalón.

V prípadoch, ak oprava niektorého etalónu alebo prístroja vyžaduje externého dodávateľa, pri jeho výbere sa postupuje v zmysle schválených organizačných smerníc ústavu s prihliadnutím na opravárov odporúčaných výrobcom.

Pri opravách, údržbe, vyradovaní meradiel a zariadení z používania, ako aj pri nákupe nových meradiel sa postupuje v zmysle schválených organizačných smerníc ústavu. Návrhy na vybavenie laboratória novou meracou technikou vypracováva osoba zodpovedná za etalón, ktorý zodpovedá za výber vhodných meradiel z hľadiska ich technických a metrologických parametrov.

V kompetencii osoby zodpovednej za etalón je vymeniť časti etalónu, ktorých zmena neovplyvní metrologické parametre etalónu. Po zvážení a analýze môže osoba zodpovedná za etalón nahradiť používané pomocné a prídavné etalónové zariadenia za nové (s lepšími parametrami), pričom musí dodržať predpoklad nezhoršenia pôvodných metrologických parametrov uvádzaných pre toto zariadenie v súhrnnej správe o etalóne prípadne o jeho revízii ako aj v certifikáte etalónu. Každá zmena niektorej časti etalónu aj s jej zdôvodnením a prípadným dokladovaním zistených výsledkov sa musí uviesť v príslušnom denníku etalónu a v samostatnej priebežne doplňanej prílohe v elektronickej forme (prehľad o kalibráciách, kontrolách, poruchách a údržbe) s odkazom na príslušný doklad (napr. servisný výkaz). Konštrukčné zmeny etalónu, ktoré neovplyvnia metrologické parametre etalónu a premiestňovanie etalónu je možné len so súhlasom osoby zodpovednej za etalón. Výmenu niektorej súčasti zostavy, prípadne doplnenie zostavy etalónu ďalším zariadením, pri ktorom je možná zmena parametrov etalónu, posudzuje Vedecká rada SMU.

2.5 Evidencia

Laboratórium zaznamenáva základné informácie o etalóne a jeho súčastiach a ich používaní. Záznamy vo forme evidenčnej karty sú v laboratóriu vedené v elektronickej forme (pozri tiež Prílohu 3). Za aktualizáciu týchto záznamov je zodpovedný garant etalónu.

2.6 Medzinárodné porovnávacie merania

Základným kritériom pre medzinárodnú akceptovateľnosť etalónu a potvrdenie jeho metrologických parametrov sú výsledky dosiahnuté v rámci medzinárodných porovnávacích meraní. Osoba zodpovedná za etalón zodpovedá za účasť na vhodných medzinárodných porovnávacích meraniach, ktoré budú realizované v rámci činnosti CCQM, EUROMET, COOMET, resp. dohodnuté v rámci dvojstrannej spolupráce s niektorými zahraničnými metrologickými ústavmi. Časové intervaly týchto porovnaní budeme vyberať tak, aby bol podľa možnosti dodržaný interval porovnaní neprekračujúci 5 rokov.

3 PRIESTORY A PROSTREDIE

3.1 Umiestnenie etalónu

Národný etalón spektrálnej transmitancie je umiestnený v SMU v laboratóriu č. H-319 (základná zostava a prídavné zariadenia), príp. aj v laboratóriách č. H-308 a I-228 (zariadenia na čistenie vody, elektrická pec, sušiareň, termostat, váhy a závažia).

Do laboratória musí byť zavedená elektrická sieť s napätím $225\text{V} \pm 10\text{V}$, ktorá je nevyhnutná pre činnosť etalónu.

Etalón si vyžaduje umiestnenie v bezprašnom prostredí (klimatizované laboratórium bez okien, s umývateľnou podlahou) na pevnom prístrojovom stole, ktorý zabezpečuje etalón pred

možnými vibráciami a otrasmi. Etalón je počas uloženia zakrytý plášt'om, ktorý ho chráni pred prípadnou prašnosťou alebo záplavou.

Výrobca zariadenia neuvádza žiadne informácie o prípustnej hladine radiácie (elektromagnetického žiarenia), infrazvuku a hluku v akustickom pásme, prípadne ultrazvuku a spôsoby ochrany zariadenia voči týmto vplyvom.

V laboratóriu sa nesmú prechovávať horľavé, agresívne a toxické látky, spôsobujúce koróziu optických častí etalónu.

Z hľadiska bezpečnosti a opatrení, ktoré majú zabrániť poškodeniu etalónu počas jeho používania a uchovávanía, je laboratórium vybavené detektormi pre prípad požiaru.

Vzhľadom na to, že laboratórium je bez okien, je nutná sústavná výmena vzduchu klimatizačnou technikou.

3.2 Požadované parametre prostredia

Počas používania etalónu musí byť v laboratóriu zabezpečené udržiavanie teploty v rozmedzí $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Počas uchovávanía etalónu musí byť v laboratóriu zabezpečené udržiavanie teploty v rozsahu od 15°C do 30°C .

Pred ďalším používaním etalónu pri meraní je potrebné zabezpečiť udržiavanie teploty v rozmedzí $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, minimálne 1 deň.

V prípade, že teplota nie je v požadovanom intervale, je povolené robiť len orientačné výskumné merania.

Teplota sa meria skleným teplomerom a zaznamenáva sa do poznámky pri meraní.

Relatívna vlhkosť $(50 \pm 30)\%$, rovnako ako tlak vzduchu neovplyvňuje výsledky merania.

3.3 Podmienky uloženia etalónu

Prídavné zariadenie pre kontrolu spektrometrickej linearít'y a správnosti absorpčnej stupnice etalónu vo forme dvojotvorovej clony, sa vkladá medzi výstupnú štrbinu monochromátora a vstupnú štrbinu fotodetektora do optickej dráhy vzorkového lúča, len v čase skúšania. V ostatnom čase sa prechováva v originálnom puzdre, v skrini.

Prídavné zariadenie pre nastavenie požadovanej intenzít'y žiarenia (opticky neutrálny zoslabovač žiarenia) vo forme cirkulačného disku je pri kontrole spektrometrickej linearít'y a správnosti absorpčnej stupnice etalónu (príp. pri iných meraniach vyžadujúcich zoslabenie intenzít'y žiarenia, napr. pri meraní veľmi nízkych hodnôt spektrálnej transmitancie) umiestnený medzi výstupnou štrbinou monochromátora a vstupnou štrbinou fotodetektora, v optickej dráhe referenčného lúča, len v čase uvedených skúšok a meraní. V ostatnom čase sa prechováva v originálnom puzdre v skrini (príp. ostane v základnej neutrálnej pozícii).

Štandardná spektrometrická kyveta SRM 932 NIST, ako integrálna časť etalónu, sa používa len pri meraniach súvisiacich s kalibráciou roztokov CRM pre UV-VIS spektrometriu, pri medzinárodných porovnávacích meraniach národných etalónov prostredníctvom roztokov CRM pre UV-VIS spektrometriu, pri kalibrácii pracovných kyviet a pri ostatných meraniach vyžadujúcich vysokú metrologickú úroveň. Kyveta slúži len ako "držiak" vzorky. Pri manipulácii s kyvetou je potrebné vyhýbať sa styku s vonkajšími stenami optických okienok kvôli ich znečisteniu a mechanickému poškodeniu (škrabance). Kyveta sa počas merania, i po ňom musí udržiavať v čistom stave. Po každej sérii meraní sa kyveta čistí 5-minútovým pôsobením etanolu pre UV kvôli odstráneniu UV- absorbujúcich nečistôt, vymytím teplou (60°C) a na-

koniec studenou redestilovanou vodou. Opticky čistá a suchá kyveta sa v čase mimo prevádzky uchováva v originálnom puzdre v skrini.

4 POUŽÍVÁNIE ETALÓNŮ A ETALÓNOVÝCH ZARIADENÍ

4.1 Používání etalónu je vymedzené na nasledovné činnosti

- ◆ medzinárodné porovnávacie merania;
- ◆ prenos hodnoty príslušnej veličiny na certifikované referenčné materiály;
- ◆ experimentálne merania v súlade so schváleným plánom úloh;
- ◆ merania slúžiace ako základ pre zdokonaľovanie reťazcov nadväznosti a na všetky experimentálne práce (podľa potreby laboratória);
- ◆ sledovanie metrologických parametrov etalónu, CRM, optických filtrov a kyviet.

Každé meranie je potrebné zaznačiť v laboratórnom denníku etalónu. Všetky kroky a podmienky merania musia byť zaznamenané vo forme meracieho záznamu a/alebo protokolu. Výsledkom merania v prípade kalibrácie etalónu, optických filtrov a kyviet je vyhotovenie certifikátu o kalibrácii. Výsledkom merania v prípade kalibrácie certifikovaných referenčných materiálov je vyhotovenie certifikátu CRM. Výsledkom merania v prípade medzinárodných porovnávacích meraní je vyhotovenie reportu (správy o výsledkoch merania).

4.2 Používání etalónu osobami

Do laboratória transmitancie (H-319) môže samostatne vstupovať len osoba zodpovedná za etalón, vedúci oddelenia optochémie a pracovník zaškolený na prácu s etalónom spektrálnej transmitancie. Prístup iných osôb je možný len v sprievode osoby zodpovednej za etalón.

Etalón spektrálnej transmitancie môže používať iba osoba zodpovedná za etalón (kvalifikovaná osoba s VŠ vzdelaním chemického zamerania, minimálnou praxou 3 roky v danom odbore), prípadne iná kvalifikovaná osoba (s VŠ vzdelaním alebo SŠ vzdelaním a minimálnou praxou 1 rok v danom odbore) zaškolená a poverená na určitú činnosť osobou zodpovednou za etalón a môže sa používať iba na stanovenom mieste a v stanovenom prostredí. Na ostatných zariadeniach môžu s vedomím osoby zodpovednej za etalón pracovať len osoby, ktoré plnia povinnosti súvisiace s prípravou certifikovaných referenčných materiálov alebo s vykonávaním metrologických služieb a sú zodpovední za správny chod používaného zariadenia ako aj za deklarované výsledky merania.

Terajšia osoba zodpovedná za etalón, Ing. Marta Obenrauchová, je absolventkou CHTF SVŠT (odbor Analytická chémia). Má odbornú prax 25 rokov v danom odbore a je vyškolená v oblasti všeobecnej metrologie a metrologických predpisov. Záznamy o dosiahnutej kvalifikácii sú súčasťou Príručky kvality Centra chémie.

4.3 Bezpečnostné opatrenia

Z hľadiska bezpečnosti a zachovania metrologických vlastností etalónu nie je dovolené jeho premiestňovanie, a to ani v rámci laboratória. Ak jeho premiestnenie je nutné, musí sa robiť až po odbornom zaistení monochromátora a ostatných optických častí voči možným nárazom a otrasom (po odpojení od elektrickej siete a počítača) servisným technikom. Akékoľvek premiestňovanie etalónu je potrebné zaznačiť v laboratórnom denníku.

Z hľadiska bezpečnosti a zachovania metrologických vlastností etalónu sa rovnako vyžaduje aj jeho umiestnenie v bezprašnom prostredí (klimatizované laboratórium bez okien, s umývateľnou podlahou) na pevnom prístrojovom stole, ktorý zabezpečuje etalón pred mož-

nými vibráciami a otrasmi. Počas uloženia je zakrytý plášt'om, ktorý ho chráni pred prípadnou prašnosťou alebo záplavou.

Aby sa zabránilo poškodeniu etalónu počas jeho používania a uchovávanía, je laboratórium vybavené detektormi pre prípad požiaru.

Pri núdzovom transporte v prípade ohrozenia je potrebné rozpojiť všetky hadice od termostatu. Musia sa rozpojiť aj prepojenia medzi zariadeniami navzájom a prepojenia počítača. Spektrometrická kyveta sa musí vybrať so vzorkového priestoru etalónu a prenášať oddelene od ostatných zariadení v originálnom puzdre. Je potrebné zaistiť optické časti voči možným nárazom a otrasom, a otvor vzorkového priestoru pred otvorením.

V prípade dlhotrvajúceho výpadku elektrického prúdu v laboratóriu počas merania sa meranie ukončí a vypnú sa hlavné vypínače na súčastiach etalónového zariadenia. Po opätovnom zapojení sa merania zopakujú (po teplotnej stabilizácii a nastavení meracích parametrov etalónu, v súlade s návodom na jeho obsluhu). Náhly výpadok elektrického prúdu neovplyvňuje metrologické vlastnosti etalónu (napojenie na záložný zdroj).

Pred mechanickým poškodením je zariadenie chránené svojou konštrukciou. Zvláštnu pozornosť treba pri manipulácii venovať skleneným kvetám pre nebezpečenstvo rozbitia i rozliatia obsahu. Prípadné vytečené chemikálie sa likvidujú podľa platných bezpečnostných predpisov.

5 PRENOS JEDNOTKY

5.1 Meranie

Metódy a postupy merania pri práci s etalónom v procese opakovanej prípravy a kalibrácie referenčných materiálov pre UV-VIS spektrometriu sú bližšie uvedené v príslušných pracovných postupoch:

- | | |
|--------------|--|
| PP 10/260/00 | Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky. Oxid holmia. |
| PP 11/260/00 | Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu absorbančnej stupnice. Dichroman draselný. |
| PP 12/260/00 | Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu absorbančnej stupnice. Kobalt-nikel. |
| PP 13/260/00 | Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu heterochromatického rozptylu žiarenia. Jodid draselný. |
| PP 26/260/05 | Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky. Oxid neodýmu. |

Metódy a postupy merania pri práci s etalónom v procese kalibrácie optických filtrov a kyviet pre UV-VIS spektrometriu v rámci metrologických služieb sú bližšie uvedené v príslušných pracovných postupoch:

- | | |
|--------------|---|
| PP 06/260/00 | Pracovný postup na kalibráciu spektrometrických kyviet. |
| PP 22/260/01 | Pracovný postup na kalibráciu optických filtrov. |

Metódy a postupy merania pri práci s etalónom v procese jeho vlastnej kalibrácie sú bližšie uvedené v príslušných návodoch laboratória transmitancie.

Pri každom meraní sa vykonáva kontrola technického stavu etalónu. Kontrola podmienok uchovávanía etalónu sa vykonáva pri meraní porovnaním aktuálnych podmienok s požia-

davkami na prostredie etalónu. V prípade nesúlady sa meranie neuskutoční a osoba zodpovedná za etalón zabezpečí nápravu v najkratšom možnom termíne.

Prehľad údajov o kalibráciách, kontrolách, poruchách a údržbe je vedený v laboratórnom denníku a elektronicky vo forme samostatnej prílohy ku pravidlám používania a uchovávanía národného etalónu.

5.2 Doklady

Doklady o kalibrácii obsahujú základné údaje podľa OS 02 (Certifikáty a dokumenty vydávané SMU). Vzor je súčasťou príslušného prac. postupu alebo návodu. Všetky vydané doklady o kalibrácii etalónu, CRM a požadovaných meradiel (optické filtre a kyvety) sú v laboratóriu evidované a kópie týchto dokladov sú archivované.

V certifikáte o kalibrácii meradla okrem iného je uvedená presná identifikácia laboratória; adresa zákazníka; presne popísané kalibrované meradlo (výrobca, typ, v.č.); stručný popis použitej metódy kalibrácie; etalóny a zariadenia, ktoré boli použité pri kalibrácii s deklarovaním ich nadväznosti a štandardných neistôt. Výsledky kalibrácie sú uvedené s ich neistotami; podmienky kalibrácie s toleranciami a ďalšie dôležité údaje.

V certifikáte CRM okrem iného je uvedený názov a adresa výrobcu; názov CRM, jeho kód a číslo šarže; certifikované hodnoty s príslušnými neistotami; metóda získania hodnôt; vyhlásenie o ich nadväznosti; doba platnosti certifikátu; údaj o balení alebo veľkosti jednotky; očakávané použitie; návod na použitie; podmienky skladovania.

Certifikát národného etalónu okrem relevantných údajov uvedených v OS 02 (bod 4.2.1) musí obsahovať názov a sídlo vlastníka etalónu, logo ústavu, štátny znak, názov etalónu, hodnotu jednotky, príp. stupnice hodnôt reprodukovanej etalónom, meno osoby zodpovednej za etalón, údaj o nadväznosti etalónu, základné metrologické charakteristiky etalónu, miesto uchovávanía a používania etalónu, prístrojovú zostavu etalónu, prehľad odovzdávania hodnôt príslušnej jednotky (stupnice) na ostatné meradlá, prehľad kľúčových porovnávacích meraní, dátum schválenia návrhu.

Všetky kalibračné certifikáty CRM sú v centre evidované v elektronickej forme, a kópie vystavených certifikátov sú archivované v miestnosti H-324.

Kalibračné certifikáty z metrologických služieb sú v centre evidované v elektronickej forme, a kópie vystavených certifikátov sú archivované v laboratóriu H-319.

Certifikáty z kalibrácie etalónu sú v centre evidované v elektronickej forme, a kópie vystavených certifikátov sú archivované v miestnosti H-322.

Všetky prvotné meracie záznamy sú evidované v elektronickej forme v laboratóriu H-319 (kópie sú archivované v miestnosti H-322). Všetky záznamy a protokoly o meraní sú evidované v elektronickej forme v miestnosti H-322 (kópie sú archivované v miestnosti H-319).

5.3 Evidencia a postup pri vybavovaní požiadaviek na metrologické služby

Požiadavky na metrologické služby v nadväznosti na etalón spektrálnej transmitancie sú centrálné evidované v SMU. Pri ich vybavovaní v laboratóriu (cez príjem materiálu na kalibráciu, vlastnú kalibráciu, zhodnotenie výsledkov a neistôt s následným vyhotovením kalibračného certifikátu) až po vystavenie faktúry za prácu v ekonomickom úseku SMU sa riadime podľa schválených organizačných smerníc ústavu a príslušných rozhodnutí riaditeľa ústavu.

5.4 Preberanie a odovzdávanie meradiel na kalibráciu

Postup pri preberaní meradiel na kalibráciu a ich odovzdanie po kalibrácii sa riadi schválenými organizačnými smernicami ústavu.

RM SMU na kalibráciu a/alebo meradlá na kalibráciu od zákazníkov sa po vystavení preberacieho protokolu umiestnia do laboratória H-319 do priestorov na to určených.

5.5 Vybavovanie sťažností

Postup vybavovania sťažností sa riadi schválenými organizačnými smernicami zaoberajúcimi sa touto problematikou.

6 ZÁZNAMY

Technické záznamy a interné protokoly, týkajúce sa meraní vykonaných v laboratóriu obsahujú všetky údaje a informácie potrebné na to, aby bolo možné zopakovať meranie. Záznamy sú robené v súlade s STN EN 45001 a ISO 17025.

Základné náležitosti a spôsoby vedenia interných protokolov a tech. záznamov, uchovávanie, ochrana a archivovanie sú definované v organizačnej smernici OS25 Záznamy o meraní.

O všetkých vykonávaných meraniach sa uchováva záznam v súbore d:\Varian1\CaryWinuv\DataFiles2*.*, kde je uvedený dátum a čas merania i názov a cesta výsledkového súboru.

7 DOKUMENTÁCIA ETALÓNU

7.1 Základný obsah dokumentácie etalónu

Účelom dokumentácie etalónu, ktorá obsahuje dokumentáciu etalónu a jeho zložiek je poskytnutie celkových relevantných informácií o etalóne a jeho častiach. Jej hlavnými časťami sú základné technické a metrologické charakteristiky etalónu (vrátane charakteristík zariadení patriacich k etalónu), pravidlá uchovávania a používania etalónu a pravidlá príp. postupy pri medzinárodnom porovnávaní etalónu prípadne niektorých jeho vybraných hodnôt.

7.2 Komplexnosť dokumentácie

Dokumentácia etalónu je spracovaná s ohľadom na konkretizáciu činnosti etalónu s cieľom v dokumentovanom rozsahu zabezpečiť jednotnosť a správnosť meraní vo vzťahu k uchovávanej a realizovanej jednotke spektrálnej transmitancie. Za komplexnosť a správnosť údajov v dokumentácii etalónu zodpovedá osoba zodpovedná za etalón.

7.3 Základná dokumentácia národného etalónu

Základnú dokumentáciu národného etalónu spektrálnej transmitancie tvorí:

- ◆ Súhrnná správa o etalóne (zahrňujúca technické a metrologické parametre);
- ◆ Správy o výsledkoch periodickej kontroly (revízie) etalónu;
- ◆ Pravidlá používania a uchovávania etalónu;
- ◆ Prílohy dokladujúce metrologické parametre etalónu a jeho medzinárodnú akceptovateľnosť;
- ◆ Osvedčenie (certifikát) o národnom etalóne;
- ◆ Zápis zo záverečného rokovania komisie o návrhu, posudky posudzovateľov;
- ◆ Podklady o zabezpečení systému kvality SMU a centra chémie;
- ◆ Interné protokoly a záznamy o vykonaných kontrolách meradiel a zariadení;
- ◆ Správy o medzinárodných porovnávaní etalónov;
- ◆ Pracovné postupy a/alebo návody pre všetky formy použitia etalónu a jeho sledovania:
 - údržba etalónu a zariadení,
 - kalibrácia a technická kontrola zariadení,

- merania,
- návody na obsluhu,
- pri vzniku poruchy, strate metrologických parametrov a následný návrh nápravy,
- zahrňujúce spôsob zabezpečenia následnej kontroly zariadení po vzniku poruchy.
- ◆ Záznam porovnávacích meraní, kalibrácií, kontroly a údržby etalónu a zariadení;
- ◆ Laboratórny denník etalónu (záznamy o používaní etalónu);
- ◆ Ostatné dokumenty nezahrnuté v predchádzajúcej dokumentácii (časti výskumných správ súvisiace s uchovávaním a sledovaním etalónu, výsledky experimentálnych meraní, výsledky výskumu na etalóne príp. jeho častiach, a pod.).

7.4 Podrobný zoznam základnej dokumentácie národného etalónu

- ◆ Výskumná (vedecká) správa o etalóne z roku 1999;
- ◆ Súhrnná správa o etalóne z roku 2000;
- ◆ Súhrnná správa k revízii etalónu z roku 2004;
- ◆ Súhrnná správa k revízii etalónu z roku 2010;
- ◆ Pravidlá používania a uchovávanía etalónu;
- ◆ Meracie záznamy, protokoly a certifikáty z kalibrácie a kontroly meradiel a zariadení:
 - národný etalón spektrálnej transmitancie č. 027 (UV-VIS spektrometer Cary 4E);
 - samostatné prídavné zariadenie k NE (VIS spektrometer Spekol 11);
 - spektrometrická kyveta (integrálna časť spektrometra);
 - certifikované referenčné materiály;
 - teplotný snímač;
 - termostat;
 - sklený teplomer ortuťový;
 - analytické váhy;
 - odmerné banky.
- ◆ Správy o medzinárodných porovnávacích meraniach:
 - bilaterálne porovnávacie merania s LNE (Francúzsko);
 - porovnávacie merania v rámci projektu COOMEET 138/SK/96;
 - kľúčové porovnávacie merania v rámci projektu CCPR K-6;
 - kľúčové porovnávacie merania v rámci projektu EURAMET-PR-K6.
- ◆ Interné návody na kalibráciu národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 (stupnica vlnovej dĺžky, absorbančná/transmitančná stupnica, rozptyl žiarenia);
- ◆ Pracovné postupy na kalibráciu súboru CRM pre UV-VIS spektrometriu (PP 10/260/00; PP 11/260/00; PP 12/260/00; PP 13/260/00; PP 26/260/05), kyviet (PP 06/260/00), optických filtrov (PP 22/260/01) a UV-VIS spektrometrov (PP 23/260/01);
- ◆ Návody na obsluhu národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 (UV-VIS spektrometer Cary 4E) a jeho prídavných a pomocných zariadení (záložný zdroj, dvojotvorová clona, zoslabovač žiarenia, ortuťová príp. neónová, argónová, xenónová a kryptónová kalibračná lampa so samostatným napäťovým DC zdrojom; teplotný snímač, termostat, súbor RM na rutinnú kontrolu parametrov etalónu analytické váhy AE 240S a AG 285; predvážky PM 6100) a samostatné prídavné zariadenie k NE č. 027 (VIS spektrometer Spekol 11) a jeho prídavných a pomocných zariadení (ortuťová kalibračná lampa, analytické váhy Mettler AE 240S a Mettler AG 285; predvážky Mettler PM 6100, CRM stupnice vlnovej dĺžky SMU J01, CRM absorbančnej stupnice SMU J03 a NIST SRM 930);
- ◆ Laboratórny denník etalónu (záznamy o používaní etalónu);
- ◆ Záznamy s výsledkami experimentálnych meraní.

8 SYSTÉM KONTROLY

Kontrola činností súvisiacich s používaním a uchovávaním národného etalónu spektrálnej transmitancie je zabezpečovaná na troch úrovniach. Na prvej úrovni je to kontrola činností priamo zabezpečovaná osobou zodpovednou za etalón, na druhej je to kontrola organizovaná vedením ústavu (prostredníctvom auditorov k tomu určených) a na najvyššej úrovni je to previerka vyhlásených národných etalónov, ktorú vykonáva Vedecká rada ústavu.

8.1 Kontrola činností vykonávaná osobou zodpovednou za etalón

Za vykonávanie komplexnej kontroly vo všetkých oblastiach technických činností s národným etalónom spektrálnej transmitancie zodpovedá osoba zodpovedná za etalón. Zložkami tejto kontroly sú všetky činnosti zamerané na zachovanie metrologických parametrov etalónu, ako aj činnosti súvisiace s prenosom jednotky spektrálnej transmitancie a jej stupnice na referenčné materiály a meradlá hierarchicky postavené nižšie. V prípade zistenia nedostatkov osoba zodpovedná za etalón musí okamžite prijať opatrenia na realizáciu nápravy.

Celková kontrola etalónu vykonávaná osobou zodpovednou za etalón sa realizuje v súlade s programom kontrol stavu etalónu a zabezpečenia jeho uchovávania. V programe, ktorý je prílohou č. 1 pravidiel používania a uchovávania, je uvedený spôsob vykonávania jednotlivých kontrol, ich intervaly a zodpovednosť za jednotlivé etapy kontroly. Za vypracovanie programu kontrol stavu etalónu je zodpovedná osoba zodpovedná za etalón.

8.2 Kontrola vedením ústavu (interné audity)

Činnosť laboratória súvisiaca s národným etalónom spektrálnej transmitancie je periodicke kontrolovaná v rámci interného auditu, ktorý má dopredu stanovený program. Cieľom tejto kontroly je zistiť, či činnosť súvisiaca s národnými etalónmi je vykonávaná v súlade so všeobecnými kritériami na činnosť skúšobných a kalibračných laboratórií, stanovenými v STN EN 45 001, ISO 17025, STN ISO 9001.

Postup pri vykonávaní interných auditov, kontrolované činnosti, spôsob a náležitosti záznamov o zisteniach a nápravných opatreniach, postup a spôsob vykonávania nápravných činností a následná kontrola ich vykonania, požiadavky na auditorov, kritéria na zloženie posudzovacích skupín, kompetencie a zodpovednosť zamestnancov ústavu sú definované v organizačnej smernici SMU.

Za realizáciu náprav v zmysle nápravných opatrení vyplývajúcich z interného auditu laboratória je zodpovedný riaditeľ centra.

8.3 Previerka národného etalónu

Previerku národných etalónov vykonáva Vedecká rada Slovenského metrologického ústavu, v súlade s Pokynom predsedu Úradu č. 1/1995 a Štatútom Vedeckej rady SMU. Cieľom previerky je preveriť najmä zachovanie metrologických parametrov etalónu na požadovanej medzinárodnej úrovni, technický stav etalónu, dodržanie podmienok uchovávania a používania etalónu, kvalifikáciu personálu pracujúceho s etalónom, zabezpečenie prenosu reprodukováných hodnôt na ostatné meradlá. Súčasťou previerky je aj kontrola správnosti a kompletnosti dokumentácie o etalóne a záznamov o používaní etalónu.

Návrh na vykonanie previerky národného etalónu predkladá predseda VR SMU na jej zasadnutí spolu s harmonogramom, ktorým sa stanovuje časový a vecný rozsah previerky.

Po vykonaní previerky sa robí zápis, obsahujúci najdôležitejšie informácie o priebehu previerky, zistených nezhodách a posúdenie ich povahy. Súčasťou zápisu je návrh na vykona-

nie náprav. Zápis z preverky predkladá predseda komisie VR SMU, ktorý rozhodne o jej zaradení na jej najbližšom zasadnutí.

Na základe zistených skutočností navrhuje VR SMU potrebné opatrenia na predĺženie, pozastavenie, obnovenie, zrušenie, rozšírenie alebo zúženie platnosti Osvedčenia (certifikátu) o národnom etalóne.

9 Prílohy

- 1) Program kalibrácie a kontrol meradiel
- 2) Harmonogram údržby meradiel
- 3) Evidenčná karta meradla
- 4) Údaje o nadväznosti, kalibrácii a kontrole meradla
- 5) Prehľad o kalibrácii, kontrolách, poruchách a údržbe meradla
(samostatná príloha v elektronickej forme)

PROGRAM KALIBRÁCIE MERADIEL

Príloha 1 ku PPaU

Názov meradla	Identifikácia	Spôsob „kontroly“	Zodpovednosť	Pracovný postup	Interval kontrol	Posledná kontrola	Následná kontrola
NE č. 027 (UV-VIS spektrometer)	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	kalibrácia stupnice vlnovej dĺžky (λ) a absorpčnej stupnice (A/T)	Obenrauchová SMU/ lab. transmittancie SMU	Interné návody na kalibráciu etalónu nezávislými m. za použitia kalibračných lúčok (Hg, Ar, Ne) a dvojtvorovej clony (D.A.M.)	5 rokov (λ) 5 rokov(A/T)	06/2008 (λ) -Hg 10/2010 (λ) -Ne/Ar 04/2009 (A/T) -DAM	06/2013 10/2015 04/2014
spektrometrická kyveta UV-VIS (1 cm hrúbka)	NIST SRM 932 v.č. 126 (opt. okienka z kremenného skla)	kontrola optickej čistoty	Obenrauchová/ lab. transmittancie SMU	priame meranie, nezávislé na použití RM: TPM7330-1/94 PP06/260/00	pri meraní	pri meraní	pri meraní
sklený teplomer	Labortherm-N (+15 až +65) ^o C delenie 0,2 ^o C	kalibrácia	Obenrauchová SMU/ lab. teploty SMU	PP8/270/00 (porovnanie s etalónom)	3 roky	03/2010	03/2013
teplotný snímač	Varian Cary 09-1429 v.č.EL 99093583	kalibrácia	Obenrauchová SMU/ lab. teploty SMU	PP9 až 11/270/00 (porovnanie s etalónom)	5 rokov	04/2008	04/2013
analytické váhy elektronické	Mettler Toledo AG285 v.č. 1122131984	kalibrácia	Máriássy SMU/ Centrum hmotnosti a tlaku SMU	PP05/220/00 (porovnanie s etalónovým závažím)	3 roky (justáž pri meraní)	09/2009	09/2012
analytické váhy	Mettler AE240S v.č. G 23051	kalibrácia	Hudec SMU/ Centrum hmotnosti a tlaku SMU	PP05/220/00 (porovnanie s etalónovým závažím)	2 roky (justáž pri meraní)	03/2010	03/2012
predvážky (el váhy II. triedy presnosti)	Mettler PM 6100 v.č. M 63552	kalibrácia	Hudec SMU/ Centrum hmotnosti a tlaku SMU	PP05/220/00 (porovnanie s etalónovým závažím)	2 roky (justáž pri meraní)	03/2010	03/2012
odmerné banky	100 mL	kalibrácia	Obenrauchová SMU/ Centrum hmotnosti	I-13 10 gravimetricky	neobmedzený	03/2006	-
muflová pec	LM 212.11 v.č. 792 a	kalibrácia	Máriássy SMU/ lab. teploty SMU	PP10/270/00	8 rokov	04/2010	04/2018
muflová pec	LM 212.11 v.č. 004	kalibrácia	Hudec SMU/ lab. teploty SMU	PP10/270/00	5 rokov	02/2007	02/2012
termostat obehový	Haake DC3/B3 003-0357 v.č.196012594/05	kalibrácia	Obenrauchová SMU/ lab. teploty SMU	PP04/270/00	5 rokov	02/2007	02/2012
VIS spektrometer	Spekol 11, CZJ v.č. 831282	kalibrácia (λ) orientačná kontrola (A/T)	Obenrauchová SMU/ lab. transmittancie SMU	m. závislé na použití RM, v súlade s certifikátom	5 rokov príp. pred kalibráciou CRM	02/2004 (λ) 06/2004 (A/T-informatívne)	pred kalibráciou CRM
spektrometrická kyveta VIS	Glas-Kleinkuvette,CZJ (opt. sklo, 1cm)	a) kontrola optickej čistoty b) kalibrácia vnútornej hrúbky	Obenrauchová SMU/ lab. transmittancie SMU	a) priame meranie b) porovnávacie meranie s kyvetou NIST SRM 932 TPM7330-1/94 PP06/260/00	a) pri meraní b) neobmedzený	a) pri meraní b) 02-06/04	a) pri meraní b) neobmedzene

HARMONOGRAM ÚDRŽBY MERADIEL

Príloha 2 ku PPaU

Názov zariadenia	Identifikácia	Popis údržby	Zodpovednosť	Interval údržby	Dátum poslednej údržby	Dátum následnej údržby
odmerné banky	100 mL	odmastenie	Obenrauchová, SMU	podľa potreby	05/2010	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	čistenie opt. okienok spektrálnych lúčov	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2010	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	čistenie opt. okienok v opt. dráhe lúča vo vzorkovom priestore	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2010	podľa potreby
UV-VIS Spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	čistenie povrchu optiky	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2010	podľa potreby
spektrometrická kyveta	Starna (obdoba NIST) č. 1, 2, 3, 4 (S-9.97, 9.98, 9.98, 10.00)	čistenie optických okienok kyvety	Obenrauchová, SMU	podľa potreby	04/2010	podľa potreby
obehový termostat	Haake DC3/B3 003-0357 v.č. 196012594/059	vyčistenie usadenín, doplnenie kvapaliny	Obenrauchová, SMU	podľa potreby	07/2010	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	čistenie zoslabovača, žiarenia RBA, vo vzorkovom priestore	Obenrauchová, SMU	podľa potreby	03/2009	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	centrovanie optickej dráhy svet. lúča na vstupe do vzorky	Obenrauchová, SMU	po výmene držiakov vzorky	08/2006	po výmene držiakov vzorky
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	výmena/nastavenie Q halogénovej (WI) spektrálnej lampy	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2003	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	inštalácia teplotného snímača	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2003	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	výmena/nastavenie deutériovej (D ₂ E) spektrálnej lampy	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2010	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	výmena data komunikačnej riadiacej jednotky (softvér, PC s CD mechanikou a farebná tlačiareň OKI C110)	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	03/2010	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	inštalácia konečnej verzie robeného ADL meracieho programu absorbančie pre viacero vln dĺžok súčasne s voľbou SAT, SŠP a počtu opakovaných meraní	Ing. K. Kovacs, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	11/2004	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	nastavenie a úprava držíaka sp. lúčov (blokované otáčania odstránené)	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	11/2009	podľa potreby
Sp. kyveta	NISTSRM932; Varian Cary 4E	čistenie optických okienok kyvety	Obenrauchová, SMU	podľa potreby	07/2010	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	výmena ulomeného náhr. dielu pohonu vlnovej dĺžky	Ing. K. Kovacs, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	11/2004	podľa potreby
UV-VIS spektrometer	Varian Cary 4E v.č. EL 96063243	výmena ulomeného náhr. dielu SLIT pohonu (štrbiny)	Ing. D. Čontoš, Servis prístrojov fy AMEDIS, Ba	podľa potreby	11/2009	podľa potreby

EVIDENČNÁ KARTA MERADLA

Príloha 3 ku PPaU, str. 1

NÁRODNÝ ETALÓN SPEKTRÁLNEJ TRANSMITANCIE č. 027: UV-VIS spektrometer			
Typové označenie	CARY 4E	Dátum prevzatia	2.8.1996
Výrobca	Varian	Dátum uvedenia do prevádzky	7.8.-12.9.1996
Výrobné číslo	EL 96063243	Stav pri prevzatí	nový
Inventárne číslo	III-07237	Iné relevantné údaje	
Umiestnenie meradla	objekt H, laboratórium č. 319		
Odborný garant etalónu	Slovenský metrologický ústav, Bratislava		
Osoba zodpovedná za meradlo	Ing. Marta Obenrauchová		
Metrologické charakteristiky a technické parametre meradla (zariadenia)			
Spektrálny rozsah	(185÷900) nm		
Menovitá hodnota		Časová stálosť/11 r	
spektrálna transmitancia	(0÷100) %T	sp. transmitancia	(0,0004÷0,002) %T
absorbancia	(0÷1,5)	absorbancia	-0,00001÷(-0,00006)
Korekcia hodnoty		Rozlíšenie	
spektrálna transmitancia	0,0045÷0,014 %T	sp. transmitancia	0,00001 % T
absorbancia	-0,00012÷(-0,00065)	absorbancia	
Neistota kalibrácie (k=2)		Iné relevantné údaje	neistota kalibrácie zahŕňa (okrem iného) zložku štandardnej neistoty, prislúchajúcu časovej stálosti kalibrácie
spektrálna transmitancia	(0,0021÷0,0066) %T		
absorbancia	(0,000057÷0,00029)		
Časti UV-VIS spektrometra CARY 4E:			
<ul style="list-style-type: none"> - základná zostava (štandardné vybavenie) etalónu; - systémové prídavné zariadenia (používané pri kalibrácii etalónu); - ostatné prídavné a náhradné zariadenia (používané pri meraní a rutínnej kontrole etalónu). 			
Podrobné informácie o jednotlivých častiach etalónu sú uvedené ďalej v prílohe 3.			
Zoznam základnej súvisiacej dokumentácie:			
<ul style="list-style-type: none"> - Výskumná správa úlohy 200330 z roku 1999; - Súhrnná správa o etalóne z roku 2000; - Súhrnná správa pre revíziu národného etalónu sp. transmitancie z roku 2004; - Súhrnná správa pre revíziu národného etalónu sp. transmitancie z roku 2010. 			
Kompletný zoznam súvisiacej dokumentácie je uvedený ďalej v prílohe 3.			

Časti UV-VIS spektrometra CARY 4E**Základná zostava (štandardné vybavenie) etalónu (dátum prevzatia: 2.8.1996)**

- štandardné zdroje žiarenia (deutériová D₂E lampa so spojitým spektrom v ultrafialovej oblasti a halogénová QI lampa so spojitým spektrom vo viditeľnej oblasti);
- disperzný systém (dvojitý Littrowov mriežkový monochromátor žiarenia s filtrovým predispenzátorom);
- optický systém (dvojlúčový);
- separačný lúčový systém (elektrický prerušovač lúča);
- teplotne stabilizovaný spektrometrický systém, prepojený s termostatom HAAKE DC3/B3 (štandardná pravouhlá kyveta NIST SRM 932 pre UV-VIS oblasť spektra s hrúbkou (1,00000±0,00005) cm; 2 1 cm kalibrované kyvety Varian 6Q pre UV-VIS oblasť; sada štandardných, pohovateľných a prietokových (v. č. EL 96062002-3) držiakov Varian pre opticky priepustné kvapalné látky);
- elektronický systém (fotoelektrický detektor žiarenia R928 PMT, zosilňovač, signálové systémy, potenciometer);
- odčítací, ovládací, vyhodnocovací a riadiaci (počítač COMPAQ, monitor, tlačiareň).

Systémové zariadenia používané pri kalibrácii etalónu

- ortuťová kalibračná lampa (Varian/Jelight Company Inc., v. č. 0416) - systém pre kontrolu stupnice vlnovej dĺžky a stupnice spektrálnej šírky pásma žiarenia (dátum prevzatia: 2.8.1996);
- dvojotvorová clona (Varian) - systém pre kontrolu spektr. linearity a správnosti absorpčnej stupnice (dátum prevzatia: 11.10.1997);
- automatizovaná dvojotvorová clona UV 0912M304 (Varian, v. č. 15/1/10) - systém pre kontrolu spektrometrickej linearity a správnosti transmitančnej a absorbančnej stupnic (dátum prevzatia: 22.2.2010);
- opticky neutrálny zoslabovač žiarenia (Varian, v. č. EL96053122) - systém pre nastavenie požadovanej intenzity žiarivého toku pri meraní (dátum prevzatia: 2.8.1996);
- sada držiakov pre opticky priepustné pevné látky s koncovým nosičom, Varian (dátum prevzatia: 12.7.1999);
- teplotný snímač Cary 09-1429 (Varian, v. č. EL99093583) na meranie a kontrolu teploty vzoriek, (dátum prevzatia: 11.10.1999);
- sada štandardných spektrometrických kyviet Varian, z kremenného skla, 1 cm (dátum prevzatia: 11.10.1999);

Ostatné prídavné a náhradné zariadenia používané pri meraní a rutínnej kontrole etalónu

- sada RM STARNA 4UVR pre kontrolu parametrov etalónu (dátum prevzatia: 2.8.1996);
- ortuťová kalibračná lampa (Varian/Jelight Company Inc.), v. č. 1022 (dátum prevzatia: 3.7.2000);
- deutériová D₂E lampa - zdroj UV žiarenia (dátum prevzatia: 3.7.2000);
- halogénová QI lampa - zdroj VIS žiarenia (dátum prevzatia: 3.7.2000);
- prietokový držiak pravouhlých 5 cm kyviet pre kvapalné látky, výrobca Technocentrum (dátum prevzatia: 2001);
- magnetický držiak pre opticky priepustné pevné látky (dátum prevzatia: 17.10.2001);
- sada štandard. spektrometrických kyviet Varian, z kremenného skla, 5 cm (dátum prevzatia: 17.10.2001);
- záložný zdroj (stabilizátor napätia) ON-LINE PS10N (dátum prevzatia: 6.11.2001);
- argónová (v. č. 13010286) a neónová (v. č. 15011030) kalibračná lampa, LOT/Oriel Instruments (dátum prevzatia: 16.11.2001);
- DC zdroj a držiak pre kalibračné lampy (dátum prevzatia: 16.11.2001);
- xenónová (v. č. 17012085) a kryptónová (v. č. 14011031) kalibračná lampa, LOT/Oriel Instruments (dátum dodania: 26.6.2002);
- optické filtre – krátkovlnný, dlhovlnný prevodový, sklený ochranný (dátum dodania: 26.6.2002);
- halogénová QI lampa - zdroj VIS žiarenia (dátum prevzatia: 7.5.2003);
- univerzálny držiak pre kyvety a opt. filtre s rôznou hrúbkou absorbujúcej vrstvy do 10 cm (dátum prevzatia: 7.5.2003);
- spojovací diel pre pohon motora vln. dĺžky – Coupling Helical flexible Fix Kit for motor drive board (dátum prevzatia: 26.11.2004);
- spojovací diel pre pohon motora štrbiny – Coupling Helical flexible Fix Kit for motor drive board (dátum prevzatia: 25.11.2009);
- halogénová QI lampa - zdroj VIS žiarenia (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- deutériová D₂E lampa - zdroj UV žiarenia (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- zdrojová doska pre ortuťovú lampu - PWB Hg Lamp Supply Cary 4/5LIB 100/200 (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- doska pre primárne zdroje žiarenia - Assy PWB MTOR DRIVE (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- sada ND filtrov Varian z opt. skla NG na kontrolu fotometr. linearity s držiakom (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- sada ND a modrých filtrov Varian s držiakom (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- ortuťová kalibračná lampa (Varian/Jelight Company Inc.), v. séria B3682 (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- nastaviteľný držiak pre pravouhlé 1 cm kyvety s regulovateľnosťou zvislej pozície (dátum prevzatia: 30.12.2009);
- certifikovaný RM Std 1404 (Varian) pre USP validation test etalónu (dátum prevzatia: 22.10.2010);
- zásobník (kazeta) - Film holder 160 mm (dátum prevzatia: 22.10.2010);
- náhradný prietokový držiak Varian pre pravouhlé 1 cm kyvetu s temperovat. plášťom (dátum prevzatia: 22.10.2010);
- riadiaca jednotka Cary 4E (odčítací, vyhodnocovací a riadiaci systém) s počítačom (dátum prevzatia: 22.2.2010);

Software:

- S/W CARY WIN EASY UV SCAN PKG (dátum prevzatia: 17.10.2001);
- ADL Cary 100-500 RBA Series II-Accessory controller upgrade kit (dátum prevzatia: 6.10.2010).

Samostatné prídavné spektrometrické zariadenie ku UV-VIS spektrometra CARY 4E:

- VIS spektrometer Spekol 11 s príslušenstvom, VEB Carl Zeiss Jena (dátum prevzatia: 9.4.2004/DL:22.4.2004).

(Ktoré nie sú samostatne evidované. Zdroje, detektory, snímače, prídavné zariadenia, softvér – názov a identifikácia)

Meradlá sú súčasťou meracieho systému: **národný etalón spektrálnej transmitancie č. 027**

Zoznam súvisiacej dokumentácie:**Kompletná dokumentácia k vyhláseniu národného etalónu**Vedeckovýskumné správy

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (záverečná výskumná správa úlohy č. 200 330 pre vedeckú oponentúru), vrátane samostatnej Prílohy, Bratislava, SMU, január 1999.

Obenrauchová, M.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie .Súhrnná správa o etalóne, Bratislava, SMU, február 2000.

Obenrauchová, M.: Pravidlá používania a uchovávanía etalónu spektrálnej transmitancie, Bratislava, SMU, december 2000.

Obenrauchová, M.: Certifikát národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027/02 (konečná verzia), Bratislava, SMU, marec 2003.

Obenrauchová, M.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie. Nadväznosť na jednotky SI, Bratislava, SMU, september 2000.

Obenrauchová, M.: Ekonomické zabezpečenie používania a uchovávanía primárneho etalónu spektrálnej transmitancie, Bratislava, SMU, september 2000.

Články

Obenrauchová, M.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie. In: *Metrológia a skúšobníctvo*, roč. 4, 1999, č. 6, s. 2 – 10.

Súhrnné správy z medzinárodných porovnávacích meraní

Obenrauchová, M.: Report CCPR-K6 Key Comparison Spectral Regular Transmittance, Bratislava, SMU, November 2000.

Obenrauchová, M.: Report COOMET No 138/SK/96 Comparison of spectral transmittance standards, Bratislava, SMU, April 2000.

Obenrauchová, M.: Report International Comparison of LNE and SMU spectral transmittance standard equipments by means CRMs, Bratislava, SMU, October 1998.

Cédric R., Marschal A.: Report International Comparison of LNE and SMU spectral transmittance standard equipments by means CRMs, Paris, LNE, July 2000.

Súhrnné správy z medzinárodných porovnávacích meraní po roku 2004 (po revízii NE)

Obein, G. - Bastie, J. - Obenrauchová, M. ai: Report on the CCPR Key Comparison K6 : Spectral regular transmittance. INM-LNE/CNAM, 2008, 106 s. Abstrakt publikovaný elektronicky: IoP electronic journals, Metrologia 46, Technical Supplement 2009, 02002.

(návody na obsluhu, pracovné postupy na kalibráciu, údržbu, kontrolu meradla (zariadenia), denníky, a pod.

Zoznam súvisiacej dokumentácie (pokračovanie):**Súvisiace vedeckovýskumné správy**

Obenrauchová, M.: Certifikovaný referenčný materiál CRM 10.7.M03, kobalt-nikel. Správa o príprave a certifikácii 1. a 2. výr. série RM absorpcie pre UV- VIS spektrometriu. Bratislava: SMU, 1994.

Obenrauchová, M.: Certifikovaný referenčný materiál CRM 10.7.M02, dichroman draselný. Správa o príprave a certifikácii 1. výr. série RM absorpcie pre UV-VIS spektrometriu. Bratislava: SMU, 1994.

Máriássy, M., Mathiasová, A., Vyskočil, L.: Dichroman draselný. Správa o príprave a certifikácii RM zloženia. Bratislava: SMU, 1994.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V., Przewczek, B., Veselská, E.: Primárna etalonáž spektrometrie UV-VIS (správa úlohy č. 200047). CRM pre rozptyl žiarenia, jodid draselný (príprava a certifikácia 2. výr. série). CRM absorpcie, dichroman draselný (recertifikácia 2. výr. série). CRM absorpcie kobalt-nikel (príprava a certifikácia 3. výr. série). Bratislava: SMU, 1996.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Realizácia etalonáže v spektrálnych metódach. Primárna etalonáž v oblasti UV-VIS spektrometrie (správa úlohy č. 200033, časť B). Bratislava: SMU, 1997, s.17-65.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 200330). Bratislava: SMU, január 1999.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (pokračovanie správy úlohy č. 200330). Bratislava: SMU, december 1999.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 200303). Bratislava: SMU, 2000.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie a zdokonaľovanie etalónu spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 200064). Bratislava: SMU, 2001.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Primárny etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 260064). Bratislava: SMU, 2002.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie a zdokonaľovanie etalónu spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 260063). Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Národný etalón spektrálnej transmitancie (správa úlohy č. 260064). Bratislava: SMU, 2004.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 260320). Bratislava: SMU, 2005.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, indexu lomu a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 260320). Bratislava: SMU, 2006.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, indexu lomu a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 260320). Bratislava: SMU, 2007.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie a vývoj, príprava a certifikácia RM (správa úlohy č. 26320-0). Bratislava: SMU, 2008.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov sp. transmitancie, refraktometrie, vybudovanie etalónu vlhkosti tuhých látok a vývoj a certifikácia RM (správa úlohy č. 26320-0). Bratislava: SMU, 2009.

Obenrauchová, M., Pätoprstý, V.: Uchovávanie, zdokonaľovanie a rozvoj etalónov spektrálnej transmitancie, refraktometrie a vývoj a certifikácia RM (správa úlohy č. 26320-0). Bratislava: SMU, 2010.

Súhrnné správy pre revíziu národného etalónu

Obenrauchová, M.: Národný etalón spektrálnej transmitancie: Súhrnná správa pre revíziu národného etalónu spektrálnej transmitancie. Číslo etalónu 027. Bratislava : SMU, október 2004. 40 s., prílohy.

Obenrauchová, M.: Národný etalón spektrálnej transmitancie: Súhrnná správa pre revíziu národného etalónu spektrálnej transmitancie. Číslo etalónu 027. Bratislava : SMU, október 2010. 54 s., prílohy.

Zoznam súvisiacej dokumentácie (pokračovanie):**Návody na obsluhu a použitie**

Varian CARY UV-VIS Operation Manual N_o 8510137500: Cary spectrophotometer-Hardware operation manual N_o 85101375/95; Spectra Grafics Application N_o 8510093300/92; Cary WinUV software manual N_o 8510162500/97; Cary OS/2 system N_o 8510124900/96; Expert System N_o 8510101800/92; Cary FITF software N_o 8510137600/95 (Instalation, Getting started, ADL, Training experiments, Test procedures, Editors).
 Varian CARY SERIES UV-VIS ADL News; Newsletters N_o 8510097100.

Varian OPTICAL SPECTROSCOPY INSTRUMENTS (OSI) Accessories/Applications: Dual Thermostatable Rectangular Cell Holders N_o 8510080100/92; Dual Thermostatable Cylindrical Cell Holders N_o 8510079600/90; Rear Beam Attenuator N_o 8510079200/95; Double Aperture Accessory N_o 8510095500/95; Accessory Controller Board N_o 8510078600/95; Extended Sample Compartment N_o 8510091400/92; Mercury Lamp N_o 8510092800/95 a 8510092800/99; Automated Double Aperture Accessory N_o 8510212800/04.

Varian CARY Quick Reference Card N_o 85 101070 00: ADL; Editor.

Varian CARY CUSTOMER TRAINING, Houten, February 11-13, 1997.

Elteco návod na obsluhu záložného zdroja PS 10N, 15N a 20N: NS-PS 10-20N SN01001117 (ISO9001).

Oriel Instruments Power Supply Model 6060/6061/96 Operation Instruction.

VEB CZJ prospekt Spekolu 11 Nr. 32-311-1 (vrátane návodu na obsluhu a opt. schémy 32-G 311).

Pracovné postupy a návody, inštrukcie, certifikáty, brožúry

Obenrauchová, M.: PP 06/260/00. Pracovný postup na kalibráciu spektrometrických kyviet.

Obenrauchová, M.: PP 10/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid holmia.

Obenrauchová, M.: PP 11/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Dichroman draselný.

Obenrauchová, M.: PP 12/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Kobalt-nikel.

Obenrauchová, M.: PP 13/260/00. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu heterochromatického rozptylu žiarenia pre UV-VIS spektrometriu. Jodid draselný.

Obenrauchová, M.: PP 22/260/01. Prac. postup na kalibráciu optických filtrov pre UV-VIS spektrometriu.

Obenrauchová, M.: PP 23/260/01. Pracovný postup na kalibráciu meradiel spektrálnej transmitancie pre UV-VIS spektrálnu oblasť.

Obenrauchová, M.: PP 26/260/05. Pracovný postup na prípravu a kalibráciu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid neodýmu.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Dichroman draselný. Pre laboratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu absorbančnej stupnice pre UV-VIS spektrometriu. Kobalt-nikel. Pre laboratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu heterochromatického rozptylu žiarenia pre UV-VIS spektrometriu. Jodid draselný. Pre laboratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid holmia. Pre laboratórium RM. Bratislava: SMU, 2003.

Obenrauchová, M.: Návod na prípravu referenčného materiálu stupnice vlnovej dĺžky pre UV-VIS spektrometriu. Oxid neodýmu. Pre laboratórium RM. Bratislava: SMU, 2005.

Obenrauchová, M.: Návod na kalibráciu absorpčnej stupnice národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 za použitia dvojotvorovej clony v prostredí MS Windows. Bratislava: SMU, 2009.

Zoznam súvisiacej dokumentácie (pokračovanie):**Pracovné postupy a návody, inštrukcie, certifikáty, brožúry**

Obenrauchová, M.: Návod na kalibráciu stupnice vlnovej dĺžky národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 v prostredí MS Windows. Bratislava: SMU, 2010.

Obenrauchová, M.: Návod na kalibráciu rozptýleného žiarenia národného etalónu spektrálnej transmitancie č. 027 (nediferenčná metóda v prostredí MS Windows). Bratislava: SMU, 2010.

Francis R.: UV Instruments at work UV-62: Measuring photometric accuracy using the double aperture method, Varian Australia Pty Ltd, November 1993.

Varian Certificate: The Double Aperture primary method of determining photometric accuracy, 1997.

Certifikáty SRM NIST pre UV-VIS spektrometriu: 930D, 931, 932, 935, 2034, 2032 a 2033.

Certifikáty CRM SMU pre UV-VIS spektrometriu: J01, J01a, J02, J03, J04.

Certifikát SRM Varian UV-VIS spektrometriu: Holmium oxide and Didymium filter kit.

Reference Materials for Ultra Violet and Visible Spectrometry Booklet (Reference Set 4UVR and 6UVP), Starna Pty Ltd, Australia, 1980.

Typical Spectra of Spectral Calibration Lamps Booklet, Oriel Instruments (Ultraviolet Products Corporation), Stamford, CT USA, 1996.

Varian Certificate of Calibration CRM 1404 Spectrophotometer Calibration Kit, Unit Number 308 (REF-MACAL, USA): CRM 100-Filter 963 (Holmium Oxide Solution/Cuvette Wavelength Standard); CRM 300-Filter 310-327 (Potassium dichromate Solution/ Cuvette Photometric Standard); CRM 400-Filter 410-353, 420-353, 430-353 (Neutral-Density Glass Photometric Standard).

Instruction sheet for the Cary WinUV Rear Beam Attenuator-software ADL series II (Varian).

Zoznam metrologických a technických predpisov súvisiacich s národným etalónom

STN 01 0115:1991	Terminológia v metrológii.
STN 01 0130	Zákonné meracie jednotky.
STN 01 1307	Veličiny a jednotky vo fyzikálnej chémii.
TPM 0050:1992	Etalóny. Vyjadrovanie chýb a neistôt.
TPM 0051:1993	Stanovenie neistôt pri meraniach.
	International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology.
NBS SP 330:1986	The international system of units (SI).
	IUPAC (Names, symbols, definitions and units of quantities in optical spectroscopy) 1985.
ISO 6286:1982(E)	Molecular Absorption spectrometry - Vocabulary -- General - Apparatus.
	Guide to the expression of uncertainty in measurement (BIPM, OIML,... ISO) 1993.
ISO Guide 30:1992(E)	Terms and definitions used in connection with reference materials.
ISO Guide 35:1989(E)	Certification of reference materials - General and statistical principles.
ISO Guide 34:2000(E)	Quality system guidelines for the production of reference materials.
STN ISO 31-6:1997	Veličiny a jednotky.
	6. časť: Svetlo a príbuzné elektromagnetické žiarenia (01 1301).
STN ISO 31-8:1997	Veličiny a jednotky.
	8. časť: Fyzikálna chémia a molekulová fyzika (01 1301).
TPM 7330:1994	Molekulové absorpčné spektrometre pre UV-VIS spektrálnu oblasť.
	Pracovné meradlá. Metrologické požiadavky.
TPM 7331:1994	Molekulové absorpčné spektrometre pre UV-VIS spektrálnu oblasť.
	Pracovné meradlá. Metódy skúšania pri kalibrácii.

Údaje o nadväznosti, kalibrácii a kontrole meradla

Príloha 3 ku PPaU

(národný etalón spektrálnej transmitancie č. 027, UV-VIS spektrometer Varian Cary 4E)

Por. č.	Spôsob „kontroly“	Zodpovednosť	Pracovný postup	Doklad	Dátum/-Interval
1	Interná kalibrácia a kontrola časovej stálosti kalibrácie spektrometrickej linearity a správnosti transmitančnej a absorbančnej stupnice etalónu	M. Obenrauchová	Primárna certifikovaná nezávislá double aperture metóda (DAM), v súlade s postupom v: - inštrukcii UV Instruments at work UV-62: Measuring photometric accuracy using the double aperture method, Varian Australia Pty Ltd, november 1993; - výskumnej správe č. 200330 (SMU Bratislava, január 1999); - internom návode na kalibráciu etalónu nezávislou metódou za použitia dvojotvorovej clony(DAM).	Dátový súbor (prvotný merací záznam); Záznam (protokol) o meraní (prípadne výskumná správa č. 200330/01/99); Certifikáty NE č. 027 z rokov: 2002, 2004 a 2010; Certifikáty o kalibrácii č. 608/260/36/08 (z 15.9.2009).	5 rokov
2	Interná kalibrácia a kontrola časovej stálosti kalibrácie stupnice vlnovej dĺžky etalónu	M. Obenrauchová	Metóda priameho merania a porovnávania spektrálnej polohy emisných čiar Hg, Ne a Ar kalibračných lúčov, v súlade s postupom v: - manuáli Varian OSI Accessories/Application: Mercury Lamp No 85100 928 00/95; - operačnom manuáli spektrál. lúčov Oriol Instruments; - výskumných správach č. 200330, SMU Bratislava, január 1999 a č. 260320, SMU Bratislava, december 2005; - internom návode na kalibráciu etalónu nezávislou metódou za použitia spektrálnych kalibračných lúčov (Hg, Ar, Ne).	Dátový súbor (prvotný merací záznam); Záznam (protokol) o meraní (prípadne výskumné správy č. 200330/01/99 č. 260320/12/05); Certifikáty NE č. 027 z rokov: 2002, 2004 a 2010; Certifikáty o kalibrácii: č. 607/260/36/08-Hg (z 30.6.2008); č. 297/260/36/10-NeAr (z 30.6.2008).	5 rokov
3	Interná kalibrácia (kontrola čistoty opt. okienok štandardnej spektrometrickej kyvety SRM 932 NIST(integrál. časť etalónu)	M. Obenrauchová	PP 06/260/00 Pracovný postup na kalibráciu spektrometrických kyviet	Dátový súbor (prvotný merací záznam); Certifikát NIST SRM 932	pred každou sériou meraní
4	Medzinárodné porovnávacie meranie v rámci projektu COOMET No.138/SK/96 (organizované SMU)	M. Obenrauchová	V súlade s návodom na použitie v certifikáte použitého CRM SMU absorbančnej stupnice: - sada roztokov dichromanu draselného; - sada roztokov zmesi iónov kobalt-nikel.	Certifikáty použitých CRM SMU; Reporty zúčastnených krajín; Súhrnný report SMU.	06/1998 1998-2000 29.6.2000
5	Bilaterálne medzinárodné porovnávacie meranie medzi SMU a LNE	M. Obenrauchová	V súlade s návodom na použitie v certifikáte použitého CRM SMU a CRM LNE absorbančnej stupnice: - sada roztokov dichromanu draselného; - sada roztokov zmesi iónov kobalt-nikel.	Certifikáty použitých CRM SMU; Certifikáty použitých CRM LNE; Report SMU a LNE; Report SMU a LNE;	06/1998 06/1995 20.10.1998 6.06.2000
5	Kľúčové medzinárodné porovnávacie meranie v rámci projektu BIPM CCPR-K6 (organizované BNM-INM/CNAM)	M. Obenrauchová	V súlade s inštrukciami v technickom protokole pre meranie spektrálnej transmitancie sady štandardných filtrov	Dátový súbor (prvotný merací záznam); Report SMU	07-09/2000 27.11.2000
	Kalibrácia akreditovaným laboratóriom, „interná“ kalibrácia, medzinárodné porovnanie	Meno zamestnanca, resp. názov organizácie	Názov a identifikácia pracovného postupu, príslušného predpisu	Certifikát, správa, interný protokol, a pod.	Doba, počet meraní