

Č.j.: 0313/001/15/Pos.

Vyřizuje: Ing. Miroslav Pospíšil

Telefon: 545 555 135, -131

Český metrologický institut (dále jen „ČMI“), jako orgán věcně a místně příslušný ve věci stanovování metrologických a technických požadavků na stanovené měřidlo a stanovování zkoušek při schvalování typu a při ověřování stanoveného měřidla dle § 14 odst. 1 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o metrologii“), a dle ustanovení § 172 a následujících zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „SprŘ“), zahájil z moci úřední dne 15. 5. 2015 správní řízení dle § 46 SprŘ, a na základě podkladů vydává toto:

I.

OPATŘENÍ OBECNÉ POVAHY

číslo: 0111-OOP-C046-15

č.j. 0313/001/15/Pos.,

kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně zkoušek při schvalování typu a při ověřování stanovených měřidel:

„optické radiometry pro spektrální oblast 400 nm až 2 800 nm a měření vyzařování v rozsahu $10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ až $10^2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ “

1 Základní pojmy

Pro účely tohoto opatření obecné povahy platí termíny a definice podle VIM a VIML¹⁾ a dále uvedené termíny a definice.

1.1

optický radiometr

měřicí přístroj pro měření veličin charakterizujících optické záření

¹⁾ Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM) a Mezinárodní slovník termínů v legální metrologii (VIML) jsou součástí sborníku technické harmonizace „Terminologie v oblasti metrologie“ veřejně dostupného na www.unmz.cz.

1.2

širokopásmový radiometr

radiometr pro měření energetických a výkonových vlastností optického záření v celém měřicím rozsahu od 3×10^{11} Hz do 3×10^{16} Hz, což odpovídá vlnovým délkám od 1×10^{-8} m do 1×10^{-4} m zahrnujícím ultrafialové (UV), viditelné a infračervené (IČ) záření

1.3

filtrovaný (integrální) radiometr

radiometr, který má relativní spektrální responzivitu přizpůsobenu účinnému (aktinickému) spektru konkrétních vlastností; přizpůsobení relativní spektrální responzivity může být realizováno vhodným optickým filtrováním dopadajícího záření

1.4

UV radiometr

radiometr pro měření energetických a výkonových vlastností optického záření v rozsahu od $7,5 \times 10^{14}$ Hz do 4×10^{14} Hz, což odpovídá vlnovým délkám od 1×10^{-9} m do 4×10^{-7} m ve spodní části světelného spektra (pod fialovou barvou)

1.5 Základní charakteristiky optických radiometrů

1.5.1

responzivita R

poměr energie optického záření na vstupu detektoru k měřitelnému signálu na jeho výstupu:

$$R = \frac{Y}{X}$$

kde je

X energie optického záření na vstupu detektoru,

Y měřitelný signál na jeho výstupu detektoru

POZNÁMKA Pojem responzivita vystihuje specifikum optických radiometrů a nahrazuje pojem citlivost, která je obecným pojmem metrologie.

1.5.2

spektrální (monochromatická) responzivita $R(\lambda)$

je definována vztahem:

$$R(\lambda) = \frac{dY(\lambda)}{dX(\lambda)} = \frac{dY(\lambda)}{X_\lambda d\lambda} = \frac{Y_\lambda d\lambda}{X_\lambda d\lambda} = \frac{Y_\lambda}{X_\lambda}$$

kde je

$X(\lambda)$ záření v spektrálním intervalu 0 až λ a jeho derivace je spektrální koncentrací zářivé energie,

$Y(\lambda)$ signál v spektrálním intervalu 0 až λ a jeho derivace je signál spektrální koncentrací zářivé energie

Přizpůsobení relativní spektrální responzivity filtrovaného (integrálního) radiometru je často realizováno vhodným optickým filtrováním dopadajícího záření.

1.5.3

relativní spektrální responzivity $r(\lambda)$

pro danou vlnovou délku λ_0 je definována jako

$$r(\lambda) = \frac{R(\lambda)}{R(\lambda_0)}$$

kde λ_0 je vzažná vlnová délka

POZNÁMKA V případě nelineárních detektorů je relativní spektrální rezponzivita definována jako poměr spektrálních rezponzivit náležících konstantní hodnotě signálu $Y(\lambda)$ v celém uvažovaném spektrálním rozsahu.

1.5.4

linearita

vlastnost detektoru, na jejímž základě je výstupní veličina přímo úměrná vstupní veličině; odchylky od linearity, tj. nelinearity v daném rozsahu vstupní veličiny s maximální hodnotou X_{\max} je popsána charakteristickou funkcí:

$$f_L(Y) = \frac{Y}{Y_{\max}} \times \frac{X_{\max}}{X} - 1$$

kde je

Y_{\max} maximální hodnota signálu na výstupu detektoru resp. radiometru Y ,

X_{\max} maximální hodnota vstupní veličiny X

POZNÁMKA Pokud je detektor charakterizován několika rozsahy s rozdílnými charakteristikami nelinearity, než je nelinearity celého rozsahu, je uvažována charakteristika s maximální hodnotou.

1.5.5

aktivita $a(Z)$

citlivost integrální rezponzivity na změnu spektrálního složení vstupní veličiny $S(\lambda)$

$$a(Z) = \frac{\int S(\lambda)_Z \cdot r(\lambda) \cdot d\lambda}{\int S(\lambda)_Z \cdot d\lambda} \times \frac{\int S(\lambda)_N \cdot d\lambda}{\int S(\lambda)_N \cdot r(\lambda) \cdot d\lambda}$$

kde je

$r(\lambda)$ relativní rezponzivita,

N resp. Z spektrální složení záření referenčního resp. neznámého zdroje

1.5.6

kvantová účinnost η

poměr elementárních dějů podílejících se na výstupním signálu k počtu dopadajících fotonů

U fotoelektrických detektorů, jejichž výstupním signálem je elektrický proud, je kvantová účinnost pro danou vlnovou délku λ vypočítána ze spektrální rezponzivity jako:

$$\eta(\lambda) = \frac{R(\lambda)}{\lambda} \times \frac{h \cdot c}{q}$$

kde je

h Planckova konstanta,

c rychlost světla ve vakuu,

q elementární náboj.

POZNÁMKA Pokud je kvantová účinnost vztáhnuta k dopadajícím fotonům, pak jde o externí kvantové účinnosti $\eta(\lambda)$. V případě, že vztažnou hodnotou je počet fotonů, jež jsou detektorem absorbovány, jde o interní kvantové účinnosti $\eta_t(\lambda)$.

1.5.12

doplňkové charakteristiky optických radiometrů

optické radiometry jsou ve smyslu obecné definice rezponzivity dále charakterizovány dalšími parametry, které ovlivňují její hodnotu:

- vliv teploty,
- směrová citlivost,
- polarizační citlivost

1.6 specifické charakteristiky filtrovaných (integrálních) radiometrů

Filtrované (integrální) radiometry vzhledem k definici 1.2 jsou popisovány následujícími charakteristikami.

1.6.1

relativní spektrální responzivita $S^*(\lambda)$

je dána relativní spektrální váhovou funkcí $s(\lambda)_u$ a specifikována v celém spektrálním rozsahu předepsané spektrální váhové funkce, která by měla být tabelována optimálně s krokem 1 nm

V případě, že spektrální krok je větší, je nutné volit vhodnou matematickou formu interpolace. Porovnání aktuální a požadované funkce při zohlednění spektrální charakteristiky zdroje použitého při kalibraci vyjadřuje normalizovaná relativní spektrální responzivita

$$S^*(\lambda) = \frac{\int_0^\infty S_{\lambda,k} \cdot s(\lambda)_u \cdot d\lambda}{\int_0^\infty S_{\lambda,k} \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda} \cdot s(\lambda)$$

kde je

$S_{\lambda,k}$ spektrální rozdělení energie v spektru kalibračního zdroje,

$s(\lambda)_u$ spektrální váhová funkce charakterizující účinek záření,

$s(\lambda)$ relativní spektrální responzivita detektoru.

1.6.2

spektrální korekční koeficient

koriguje nepřizpůsobení relativní spektrální responzivity používaného detektoru k předepsané váhové funkci

V případě, že je známé spektrální rozdělení energie ve spektru kalibračního a měřeného zdroje, relativní responzivita je definována jako

$$a(Z) = \frac{\int_0^\infty S_{\lambda,k} \cdot s(\lambda)_u \cdot d\lambda}{\int_0^\infty S_{\lambda,k} \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda} \cdot \frac{\int_0^\infty S_{\lambda,Z} \cdot s(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_0^\infty S_{\lambda,Z} \cdot s(\lambda)_u \cdot d\lambda}$$

kde je

$S_{\lambda,k}$ spektrální rozdělení energie u kalibračního zdroje,

$S_{\lambda,Z}$ spektrální rozdělení energie u zdroje v dané aplikaci,

$s(\lambda)_u$ spektrální váhová funkce účinku,

$s(\lambda)$ relativní spektrální responzivita detektoru.

Měření zdroje Z provedené radiometrem, který byl kalibrován za pomoci zdroje K, může být korigováno a korigovaná hodnota je

$$Y = \frac{Y_Z}{a(Z)}$$

kde je

Y_Z hodnota měřená pro zdroj,

Z a $a(Z)$ relativní responzivita a její převrácená hodnota,

$1/a(Z)$ spektrální korekční koeficient.

1.7

základní chyba (měřicího přístroje)

chyba měření měřicího přístroje s digitální indikací určená za referenčních podmínek před zahájením zkoušek elektromagnetické kompatibility (EMC)

1.8**závažná chyba (při zkouškách EMC)**

stav zjištěný při zkouškách EMC v případě, kdy rozdíl mezi chybou měření zjištěnou při zkouškách EMC a základní chybou (měřicího přístroje) je větší než $\frac{1}{3}$ největší dovolené chyby optického radiometru s digitální indikací

2 Metrologické požadavky**2.1 Pracovní podmínky**

Pracovní podmínky stanoví výrobce optického radiometru.

2.2 Měřicí rozsah

Širokopásmové radiometry mají měřicí rozsah optického záření od 3×10^{11} Hz do 3×10^{16} Hz.

UV radiometry mají měřicí rozsah optického záření od $7,5 \times 10^{14}$ Hz do $1,5 \times 10^{15}$ Hz. To odpovídá vlnovým délkám 2×10^{-7} až 4×10^{-7} m.

Filtrované (integrální) radiometry mají různou šířku měřicího rozsahu, podle konkrétního aktinického spektra radiometru.

2.3 Přesnost

Požadavky na přesnost optických radiometrů stanoví výrobce podle jejich konkrétní aplikace popř. specifické aktinické funkce.

2.4 Spektrální rezpozivita

2.4.1 Výrobce musí specifikovat spektrální rezpozivitu v celém měřicím rozsahu.

2.4.2 Je-li širokopásmový radiometr založen na aplikaci fotoelektrických detektorů, jejichž výstupním signálem je elektrický proud, lze spektrální rezpozivitu radiometru kvantifikovat jako kvantovou účinnost pro danou vlnovou délku λ vypočítanou ze spektrální rezpozivity.

2.4.3 Výrobce musí pro filtrované radiometry specifikovat přizpůsobení spektrální rezpozivity $s(\lambda)$ příslušné relativní spektrální váhové funkci $s(\lambda)_r$ v celém měřicím rozsahu.

Tato rezpozivita musí být specifikována v celém spektrálním rozsahu předepsané spektrální váhové funkce, která by měla být tabelována optimálně s krokem 1 nm. V případě, že spektrální krok je větší, je nutné volit vhodnou matematickou formu interpolace.

Nepřizpůsobení relativní spektrální rezpozivity používaného detektoru k předepsané váhové funkci je možné kvantifikovat ve formě normalizované spektrální rezpozivity nebo ve formě spektrálního korekčního koeficientu.

2.4.4 U integrálního filtrovaného radiometru musí výrobce specifikovat přizpůsobení relativní spektrální rezpozivity $s(\lambda)$ radiometru příslušné relativní spektrální váhové funkci.

2.4.5 Výrobce musí specifikovat aktinitu širokopásmového radiometru vzhledem k referenčnímu zdroji záření pro případ deklarovaného použití pro měření specifických zdrojů záření.

2.4.6 V případě deklarovaného použití optického radiometru pro měření optického záření na diskretních hodnotách vlnových délek (např. laserový radiometr), může mít radiometr stanovenou spektrální rezpozivitu pouze pro tyto konkrétní vlnové délky.

2.5 Linearita

Výrobce musí specifikovat linearitu optického radiometru ve specifikovaném měřicím rozsahu.

POZNÁMKA V případě použití optického radiometru pro měření signálů proměnných v čase musí výrobce stanovit i dobu odezvy a frekvenční rozsah.

2.6 Doplnkové charakteristiky

2.6.1 Teplotní závislost

Výrobce musí specifikovat teplotní závislost měřidla.

Měření teplotní závislosti se provádí, pokud výrobce nestanoví jinak, porovnáním údaje optického radiometru při teplotě 23 °C a teplotě 35 °C.

2.6.2 Směrová rezpozivita

Výrobce musí specifikovat směrovou citlivost optického radiometru.

Měří se rozdíl údaje optického radiometru při dopadu záření pod úhlem β a hodnotou naměřenou při kolmém dopadu vynásobenou hodnotou $\cos \beta$.

POZNÁMKA Při ověřování optických radiometrů se používá vždy kolmý dopad, a proto se vliv směrové chyby neuplatňuje. V praxi však může světlo na aktivní plochu čidla optického radiometru dopadat pod různými úhly a proto je nutno tento vliv kvantifikovat.

2.6.3 Polarizační rezpozivita

Pokud je radiometr ozařován lineárně polarizovaným zářením a azimutální úhel polarizace se mění, polarizačně citlivý detektor vykazuje změnu signálu Y v souladu s touto změnou azimutálního úhlu polarizace. Pokud se určí maximální a minimální hodnota signálu Y , potom polarizační citlivost je dána:

$$\Delta(\varepsilon) = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{Y_{\max} + Y_{\min}}$$

kde ε je úhel dopadu záření na detektor.

3 Technické požadavky

3.1 Všeobecně

Základními částmi optického radiometru jsou detektor optického záření a převodník, který převádí signál detektoru na měřenou veličinu charakterizující záření dopadající na detektor.

Optické radiometry musí mít pevnou konstrukci a musí být vyrobeny z materiálů odpovídající stability a pevnosti, aby bez poruchy činnosti a nežádoucích časových změn svých metrologických parametrů odolávaly běžným podmínkám použití a prostředí, jimž jsou vystaveny.

Na zvyšování měřicího rozsahu optických radiometrů je možné použít nástavce s kalibrovanými šedými filtry nebo opticko-mechanickými clonami, které se nasadí na detektorovou část radiometrů.

Vlnový rozsah optického radiometru musí být deklarovaný.

Optický radiometr musí po dobu alespoň 10 min odolat bez poškození 100% překročení měřicího rozsahu a trvale 20% překročení měřicího rozsahu.

3.2 Detektor optického záření

Konstrukční provedení detektoru musí splňovat tyto požadavky:

- snadné a stabilní upevnění při měření (upevňovací závit nebo rovinná plocha),
- musí být opatřeny ochranným krytem (pro ochranu opticky aktivní plochy před mechanickým poškozením),
- neodstranitelná značka orientace detektoru (jen u polarizačně závislých senzorů),

- indikace funkce teploty detektoru,
- přívodní šňůra detektoru, pokud jí je vybaven, nesmí bránit prostorové manipulaci s detektorem při měření,
- snadné upevnění nástavce s kalibrovanými šedými filtry nebo opticko-mechanickými clonami (při potřebném zvyšování měřicího rozsahu optických radiometrů).

3.3 Indikační zařízení

Digitální indikační zařízení musí mít k optickému detektoru odpovídající rozlišitelnost. Výška číslic musí být větší než 4 mm. Indikační zařízení musí umožnit nastavení nuly.

3.4 Přídavná zařízení

Přídavná zařízení optických radiometrů jsou tato:

- speciální optické filtry upravující aktivity detektoru,
- optické clony,
- stabilní termočlánky upravující pracovní teplotu detektoru,
- speciální zdroje světla s potřebnými stabilními zdroji napájení,
- záznamové zařízení pro dlouhodobá měření ve spojitě (analogové) nebo digitální formě,
- standardní datové rozhraní pro další zpracování naměřených hodnot.

3.5 Software

K optickým radiometrům s datovým rozhraním musí výrobce dodat k měřidlu program pro vyhodnocení dat na PC. Software musí být zabezpečen před náhodným nebo úmyslným ovlivněním případně poškozením a musí odpovídat návodovému dokumentu WELMEC 7.2²⁾.

3.6 Napájení

Optické radiometry mohou být napájeny ze sítě pomocí adaptéru nebo z nezávislého zdroje. Napájení ze sítě musí být realizováno střídavým napětím U_N v mezích $U_N - 15\%$ a $U_N + 10\%$, kde U_N je jmenovité napájecí napětí specifikované výrobcem měřidla s kmitočtem $f_N \pm 2\%$.

Pro referenční účely se použije napětí $U_N \pm 2\%$ a kmitočet $f_N \pm 0,4\%$.

Nezávislý napájecí zdroj (baterie) musí být definován ve specifikaci výrobce. Indikační zařízení optického radiometru musí signalizovat potřebu nového nabití takového zdroje nebo jeho výměny a zablokovat se nebo vypnout při poklesu zdrojového napětí pod mez stanovenou výrobcem.

U bateriových optických radiometrů musí být možnost indikace stavu baterie.

3.7 Odolnost proti vlivům vnějšího prostředí

3.7.1 Mezní teploty

Optický radiometr a všechny jeho části musí odolat bez poškození a bez zhoršení metrologických vlastností mezním teplotám -30 °C a $+70\text{ °C}$.

3.7.2 Stupeň ochrany krytem

Stupeň ochrany krytem musí být u optických radiometrů minimálně IP 40 nebo lepší. Výjimku tvoří měřidla určená k laboratorním měřením, s důrazem na přesnost.

²⁾ WELMEC 7.2 Software Guide; veřejně dostupný na www.welmec.org

3.8 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)

Optické radiometry nesmí být ovlivněny elektrickým ani elektromagnetickým rušením, nebo na ně musí definovaným způsobem reagovat (například ohlášením chyby, zablokováním měření a podobně). Nesmí ani vyzařovat nežádoucí elektromagnetické pole.

Pro všechny optické radiometry je definována třída elektromagnetického prostředí E1 (tj. prostředí obytných či obchodních prostor nebo prostředí provozů lehkého průmyslu).

3.9 Odolnost proti neoprávněné manipulaci

Optické radiometry nesmí mít vlastnosti, které by usnadňovaly podvodné použití, přičemž možnosti jejich neúmyslného chybného použití musí být minimální. Komponenty, které uživatel nesmí rozebírat nebo justovat, musí být proti takovým činnostem zabezpečeny.

Nastavovací prvky radiometru musí být zajištěny tak, aby při běžné manipulaci nemohlo dojít ke změně nastavení bez poškození úředních značek.

4 Značení měřidla

4.1 Všeobecně

Veškeré nápisy a značky musí být za běžných podmínek snadno viditelné, čitelné a nesmazatelné.

Každý optický radiometr by měl být opatřen minimálně těmito údaji:

- název výrobce,
- označení typu,
- výrobní číslo měřidla i detektoru, jsou-li odnímatelná,
- měřicí rozsahy a použitá měřicí jednotka,
- elektrické napájení,
- značka schválení typu.

4.2 Označení úředními značkami

Na měřidle musí být konstrukčně připravena vhodná místa pro umístění značky schválení typu a úřední značky (úředních značek) splňující následující požadavky:

- značení je umístěno na neoddělitelné součásti měřidla,
- nezakrývá jiná značení na měřidle,
- místo, kde nemůže být štítek poškozen běžným užíváním přístroje.

Je-li optický radiometr vybaven otvorem pro přístup k justačním prvkům ovlivňujícím základní parametry měřidla, musí existovat možnost překrytí tohoto otvoru přelepením značkou. Stejně tak musí existovat možnost překrytí přelepením značkou pro minimálně jeden šroub krytu přístroje, po jehož sejmutí je možný přístup k justačním prvkům.

5 Schvalování typu měřidla

5.1 Všeobecně

Proces schvalování typu se skládá z následujících zkoušek:

- vnější prohlídka,
- předběžná funkční zkouška,
- zkouška přesnosti,

- zkouška linearity,
- zkouška spektrální rezpozivity,
- zkouška teplotní závislosti,
- zkouška směrové závislosti,
- zkoušky odolnosti proti vnějším vlivům:
 - zkouška odolnosti proti mezním teplotám,
 - zkouška ochrany proti průsaku vody a cizím částicím (stupeň ochrany krytem),
- zkoušky odolnosti proti mezním hodnotám napájecího napětí:
 - zkouška odolnosti proti mezním hodnotám střídavého napájecího napětí,
 - zkouška odolnosti proti změnám kmitočtu střídavého napětí,
 - zkouška odolnosti proti mezním hodnotám stejnosměrného napájecího napětí,
- zkoušky elektromagnetické kompatibility (EMC):
 - zkouška odolnosti proti vyzařovanému vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli,
 - zkouška odolnosti proti elektrostatickému výboji.

5.2 Vnější prohlídka

Při vnější prohlídce optického radiometru se posuzuje:

- úplnost předepsané technické dokumentace,
- shoda metrologických a technických charakteristik specifikovaných výrobcem v dokumentaci s požadavky tohoto předpisu uvedenými v člancích 2, 3 a 4,
- úplnost a stav optického radiometru podle předepsané technické dokumentace,
- shodnost verze software optického radiometru s verzí specifikovanou výrobcem.

5.3 Předběžná funkční zkouška

Optický radiometr musí být umístěn do teplotně stabilizované laboratoře dostatečně dlouhou dobu před měřením z důvodu vyrovnání teploty.

Detektor optického záření se upevní do držáku v optické nule a indikační zařízení se umístí do předepsané polohy.

V nezatemněné radiometrické laboratoři se provede zběžná kontrola funkce optického radiometru měřením světelného pozadí v prostředí laboratoře.

Po zatemnění detektoru se zkontroluje, případně nastaví nulová indikace měřidla.

5.4 Zkouška přesnosti

5.4.1 Požadavky na zkušební zařízení

Při zkouškách optických radiometrů jsou potřebná následující měřidla se zajištěnou metrologickou návazností a další pomůcky

- etalony spektrální rezpozivity – etalonové detektory s kalibrovanými hodnotami spektrální rezpozivity a linearity,
- optická sestava dvojitého monochromátoru s vhodným zdrojem světla pokrývajícím daný spektrální rozsah. Monochromátor musí mít nastavitelnou šířku vstupních a výstupních štěrbin s možností nastavení spektrálního rozlišení (1 až 15) nm. Stupnice vlnových délek monochromátoru musí být kalibrovaná s maximální rozšířenou nejistotou $\pm 0,2$ nm v celém uva-

žovaném spektrálním rozsahu (pro $k = 2$). Stupeň potlačení vlivu rozptýleného světla na spektrální rezponzivity nesmí přesáhnout hodnotu 1×10^{-4} relativně,

- reflexní nebo transmisní optická zobrazovací sestava zajišťující tvarování výstupního svazku záření monochromátoru,
- otočný stolek s úhloměrnou stupnicí s hodnotou dílku 1° . Stolek musí umožňovat upevnění detektorové hlavy radiometru pro zkoušky úhlové citlivosti,
- teploměr s měřicím rozsahem (15 – 40) °C,
- měřič foto-proudu (nanoampérmetr nebo převodník proudu na napětí) s citlivostí a vstupní impedancí přizpůsobenou parametrům etalonových detektorů spektrální rezponzivity.

5.4.2 Montáž měřicí sestavy - aparatury

Provede se sestavení měřicích i měřených přístrojů tak, aby byly splněny podmínky uvedené v kapitole 2. Přitom se dbá na takové umístění aktivních prvků (čidel), aby nedošlo během celého měření ke změně jejich vzájemné polohy (prostorového umístění). Vlastní měření optických radiometrů se provádí pomocí referenčního radiometru na dvojitým monochromátoru s vhodným zdrojem světla pokrývajícím daný spektrální rozsah. Monochromátor slouží jako laditelný zdroj kvazi-monochromatického záření. Optické záření o zvolené vlnové délce je formou optického svazku střídavě aplikováno na aktivní plochu ověřovaného optického radiometru a etalonového radiometru. Monochromátorová aparatura se skládá z monochromátoru, vhodného zdroje světla, opto-mechanické měřicí sestavy umístěné ve světlotěsném krytí na výstupní straně monochromátoru, měřicích a řídicích přístrojů a počítače s příslušným softwarovým, vybavením. Systém je doplněn monitorem okolní teploty s automatickým ukládáním hodnot během měření. Celý systém je plně automatizován pro časově náročné úlohy s trváním několika hodin.

5.4.3 Zkoušení přesnosti

Zkoušení přesnosti optického radiometru se provádí vzájemným porovnáním signálů referenčního a zkoušeného detektoru. Do měřicího svazku se střídavě vkládají etalonový a poté zkoušený detektor. Pro oba detektory se zaznamenávají úrovně výstupního signálu při dopadu optického svazku a po jeho ztlonění. Pro celý proces měření se využívá řídicí software aparatury, který provede automatické měření a uložení naměřených výsledků.

Chyby měření při zkoušce nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.5 Zkouška linearity

Zkouška linearity optických radiometrů se provádí metodou superpozice v rozsahu výkonu specifikovaným výrobcem. Případně lze provést zkoušku přímým porovnáním s etalonovým detektorem linearity na několika definovaných úrovních optického výkonu.

Chyby měření při zkoušce nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.6 Zkouška spektrální rezponzivity

Zkouška rezponzivity ověřovaného optického radiometru se provede na sestavě popsané v článku 5.4.3 podle vztahu popsaného v článku 1.5.1.

Následně se stanoví korekční součinitel jako poměr mezi hodnotou výkonu naměřenou etalonovým optickým radiometrem P_{ref} a hodnotou naměřenou zkoušeným radiometrem P_{DUT} .

$$CF = \frac{P_{\text{ref}}}{P_{\text{DUT}}}$$

Vynásobením hodnoty naměřené zkoušeným měřidlem korekčním koeficientem se získá její korigovaná hodnota.

Chyby měření při zkoušce nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.7 Zkouška teplotní závislosti

Detektor optického záření (snímač) se umístí do vhodné klimatické komory umístěné na posuvném vozíku v světlotěsné komoře. Při teplotě 23 °C se do uzavřené světlotěsné komory pustí paprsek z monochromátoru (odpovídajícího zdroje záření) a změří se hodnoty signálu detektoru.

Poté se teplota v klimatické komoře zvýší na 35 °C a po době 30 min ustálení se opět pustí paprsek z monochromátoru na detektor v světlotěsné komoře. Chyby měření při zkoušce nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.8 Měření směrové závislosti optického radiometru

Při této zkoušce je snímač připevněn na otočném stolku na posuvném vozíku ve světlotěsné komoře. Snímač se nastaví tak, aby osa otočného stolku procházela středem citlivé plochy snímače a byla kolmá na optickou osu fotometrické lavice. Směrová závislost se měří v rozsahu od 5° do 85° s krokem 5°, resp. menším podle požadavků výrobce.

Směrovou závislost je možné měřit dvěma způsoby:

- při konstantní vzdálenosti detektoru od zdroje záření se provede kompletní měření směrové závislosti pootáčením snímače,
- při konstantním úhlu β se nastavují konkrétní hodnoty intenzity zdroje změnou apertury (clony) v optické cestě.

POZNÁMKA Měření při konstantní vzdálenosti je jednodušší, ale uplatňují se při něm chyby linearity radiometrické stupnice detektoru optického záření. Měření při proměnné intenzitě zdroje eliminuje vliv nelinearity radiometrické stupnice na prováděná měření.

Chyby měření při zkoušce nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.9 Zkouška odolnosti proti mezním teplotám

Kompletní optický radiometr ve vypnutém stavu musí být umístěn v klimatické komoře po dobu tří hodin při mezních teplotách -30 °C a +70 °C a při rychlosti změny teploty 1 °C/min při přechodu z jedné mezní teploty na druhou. Provede se 5 cyklů.

Bezprostředně po ukončení zkoušky se kontrolují změny vzhledu. Měřidlo nesmí změnit svůj vzhled, materiál a povrch nesmí být popraskaný, s puchýři nebo se změněnou barvou.

Po uplynutí dvou hodin od ukončení zkoušky musí být optický radiometr plně funkční bez změn vlastností deklarovaných výrobcem.

5.10 Zkouška ochrany proti průsaku vody a cizím částicím (stupeň ochrany krytem)

Při zkoušce se přezkouší, zda měřidlo odpovídá specifikovanému stupni ochrany podle článku 3.7.2.

POZNÁMKA Krytem se rozumí kryt přístroje v pracovní poloze, tj. včetně konektorů (s možnými závěry, těsněním nebo jiným příslušenstvím).

5.11 Zkouška odolnosti proti mezním hodnotám napájecího napětí

5.11.1 Zkouška odolnosti proti mezním hodnotám střídavého napájecího napětí

Odolnost proti mezním hodnotám střídavého napájecího napětí se zkouší na optickém radiometru v zapnutém stavu při mezních hodnotách napětí $U_N - 15\%$ a $U_N + 10\%$, kde U_N je jmenovité napájecí napětí specifikované výrobcem měřidla. Pokud je napájecí napětí určeno v rozsahu hodnot jmenovitého napětí, pak je zkouška provedena na nejnižším a nejvyšším napětí rozsahu.

Chyby měření při mezních hodnotách napájecího napětí nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.11.2 Zkouška odolnosti proti změnám kmitočtu střídavého napětí

Odolnost proti změnám kmitočtu napájecího napětí se zkouší na optickém radiometru v zapnutém stavu při mezních kmitočtech $f_N \pm 2\%$, kde f_N je jmenovitý kmitočet napájecího napětí.

Chyby měření při mezních hodnotách kmitočtu napájecího napětí nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.11.3 Zkouška odolnosti proti mezním hodnotám stejnosměrného napájecího napětí

Odolnost proti mezním hodnotám stejnosměrného napájecího napětí se zkouší na optickém radiometru v zapnutém stavu při mezních hodnotách napětí U_{\min} a U_{\max} , kde U_{\min} a U_{\max} jsou mezní hodnoty napájecího napětí specifikované výrobcem měřidla.

Chyby měření při mezních hodnotách kmitočtu napájecího napětí nesmí překročit největší dovolené chyby specifikované výrobcem.

5.12 Zkoušky elektromagnetické kompatibility (EMC)

5.12.1 Odolnost proti elektrostatickému výboji

Odolnost proti elektrostatickému výboji se zkouší na optickém radiometru v zapnutém stavu přednostně napětím ± 6 kV pro kontaktní výboj a ± 8 kV pro výboj vzduchem, pokud nelze použít kontaktní výboj. Výboje se aplikují na kryt optického radiometru a do vazebních desek v blízkosti optického radiometru.

Při této zkoušce musí optický radiometr vykazovat normální funkci v mezích největší dovolené chyby specifikované výrobcem nebo musí zjistit závažnou chybu a reagovat na ni definovaným způsobem.

5.12.2 Odolnost proti vyzařovanému vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli

Odolnost proti vyzařovanému vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli se zkouší na optických radiometrech v zapnutém stavu v těchto kmitočtových pásmech a při těchto intenzitách zkušební pole:

- kmitočet 80 MHz až 800 MHz, intenzita 3 V/m,
- kmitočet 800 MHz až 960 MHz, intenzita 10 V/m,
- kmitočet 960 MHz až 1 400 MHz, intenzita 3 V/m,
- kmitočet 1 400 MHz až 2 000 MHz, intenzita 10 V/m.

Uvedené hodnoty intenzity zkušební pole platí pro měření bez modulace. Zkušební pole je amplitudově modulováno s hloubkou 80 %, modulační signál má sinusový průběh s modulačním kmitočtem 1 kHz. Kmitočtový krok při rozmitání kmitočtu zkušební pole je nejvýše 1 %. Doba prodlevy na každém kmitočtu nesmí být kratší než doba nezbytná pro odzkoušení teploměru včetně jeho schopnosti reagovat na rušení. V žádném případě však nesmí být kratší než 0,5 s. Zkušební pole se aplikuje na všechny strany krytu přístroje optického radiometru.

Při této zkoušce musí optický radiometr teploměr vykazovat normální funkci v mezích největší dovolené chyby deklarované výrobcem, nebo musí zjistit závažnou chybu a reagovat na ni definovaným způsobem.

6 Prvotní ověření

6.1 Všeobecně

Proces prvotního ověřování se skládá z následujících zkoušek:

- vizuální prohlídka,
- předběžná funkční zkouška,

- zkouška přesnosti,
- zkouška linearity,
- zkouška spektrální responzivity.

6.2 Vizualní prohlídka

Při vizualní prohlídce se kontroluje, zda se optický radiometr předložený k ověření shoduje, včetně verze software, se schváleným typem. Pozornost musí být věnována kontrole správnosti označení ve smyslu článku 4.1 a jeho čitelnosti.

Dále se kontroluje, zda optický radiometr není mechanicky poškozen a zda u optického radiometru s elektronickým displejem jsou po připojení do sítě viditelné všechny znaky na displeji.

Optické radiometry, které se neshodují se schváleným typem a poškozené optické radiometry se dále nezkouší.

6.3 Předběžná funkční zkouška

Předběžná funkční zkouška se provede podle článku 5.3.

6.4 Zkouška přesnosti

Zkouška přesnosti se provede podle článku 5.4.

6.5 Zkouška linearity

Zkouška linearity ověřovaného optického radiometru se provede podle článku 5.5.

6.6 Zkouška spektrální responzivity

Zkouška spektrální responzivity ověřovaného optického radiometru se provede podle článku 5.6.

7 Následné ověření

Postup následného ověření je shodný s postupem při prvotním ověřování dle kapitoly 6.

8 Oznámené normy

ČMI oznámí pro účely specifikace metrologických a technických požadavků na měřidla a pro účely specifikace metod zkoušení při schvalování jejich typu a ověřování, vyplývajících z tohoto opatření obecné povahy, české technické normy, další technické normy nebo technické dokumenty mezinárodních popřípadě zahraničních organizací, nebo jiné technické dokumenty obsahující podrobnější technické požadavky (dále jen „oznámené normy“). Seznam těchto oznámených norem s přiřazením k příslušnému opatření oznámí ČMI společně s opatřením obecné povahy veřejně dostupným způsobem (na webových stránkách www.cmi.cz).

Splnění oznámených norem nebo splnění jejich částí se považuje, v rozsahu a za podmínek stanovených opatřením obecné povahy, za splnění těch požadavků stanovených tímto opatřením, k nimž se tyto normy nebo jejich části vztahují.

II.

ODŮVODNĚNÍ

ČMI vydává podle § 14 odst. 1 písmeno j) zákona o metrologii k provedení § 6 odst. 1, § 9 odst. 1, § 9 odst. 9 a § 11a odst. 3 zákona o metrologii toto opatření obecné povahy, kterým se stanovují metrolo-

gické a technické požadavky na stanovená měřidla a zkoušky při schvalování typu a při ověřování těchto stanovených měřidel.

Vyhláška č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů, zařazuje v příloze Druhový seznam stanovených měřidel pod položkou 5.1.1 optické radiometry pro spektrální oblast 400 nm až 2 800 nm a měření vyzařování v rozsahu $10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ až $10^2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ mezi měřidla podléhající schvalování typu a ověřování stanovených měřidel.

ČMI tedy k provedení § 6 odst. 1, § 9 odst. 1, § 9 odst. 9 a § 11a odst. 3 zákona o metrologii pro tento konkrétní druh měřidel „optické radiometry pro spektrální oblast 400 nm až 2 800 nm a měření vyzařování v rozsahu $10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ až $10^2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ “ vydává toto opatření obecné povahy, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky pro optické radiometry pro spektrální oblast 400 nm až 2 800 nm a měření vyzařování v rozsahu $10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ až $10^2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ a zkoušky při schvalování typu a při ověřování těchto stanovených měřidel.

Tento předpis (Opatření obecné povahy) předpis byl oznámen v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2015/1535 ze dne 9. září 2015 o postupu při poskytování informací v oblasti technických předpisů a předpisů pro služby informační společnosti.

III. P O U Č E N Í


Proti opatření obecné povahy nelze podat opravný prostředek § 173 odst.2 SprŘ.

Dle ustanovení § 172 odst. 5 SprŘ se proti rozhodnutí o námitkách nelze odvolat ani podat rozklad.

Soulad opatření obecné povahy s právními předpisy lze posoudit v přezkumném řízení dle ust. § 94 až § 96 SprŘ. Účastník může dát podnět k provedení přezkumného řízení ke správnímu orgánu, který toto opatření obecné povahy vydal. Jestliže správní orgán neshledá důvody k zahájení přezkumného řízení, sdělí tuto skutečnost s uvedením důvodů do třiceti dnů podateli. Usnesení o zahájení přezkumného řízení lze dle ust. § 174 odst. 2 SprŘ vydat do tří let od účinnosti opatření obecné povahy.

**IV.
ÚČINNOST**

Toto opatření obecné povahy nabývá účinnost patnáctým dnem ode dne jeho uveřejnění (§ 24d zákona o metrologii).


RNDr. Pavel Klenovský
generální ředitel

Za správnost vyhotovení: Ing. Miroslav Pospíšil 

Vyvěšeno dne: 13. 1. 2016

Podpis oprávněné osoby, potvrzující vyvěšení: 

Sejmuto dne: 29.1.2016

Podpis oprávněné osoby, potvrzující sejmutí: 

Účinnost: 1.3.2016

Podpis oprávněné osoby, vyznačující účinnost: 

