



Ministerstvo životního prostředí

Metodika měření náhradní teploty chromatičnosti veřejného osvětlení

Metodický pokyn

listopad 2020

Zadavatel: Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 1442/65, 100 10 Praha 10

Zhotovitel: ČVUT v Praze, FEL, katedra elektroenergetiky
Ing. Petr Žák, Ph.D., Ing. Marek Bálský, Ph.D., Ing. Michal Kozlok, Ing. Theodor Terrich

Spolupráce: VUT v Brně – Fakulta elektrotechniky a komunikační techniky, Ústav elektroenergetiky
Doc. Ing. Petr Baxant Ph.D., Ing. Jan Škoda, Ph.D., Ing. Martin Motýčka

ČMI, Laboratoře primární metrologie Praha - Oddělení radiometrie a fotometrie
Dr. Ing. Marek Šmíd, Ing. Petr Kliment, Mgr. Kateřina Drbálková, Jan Šmíd

Datum: listopad 2020

1. PŘEDMĚT METODIKY

Předmětem metodiky je popis provozního měření náhradní teploty chromatičnosti resp. teploty chromatičnosti venkovního osvětlení. Metodika je určena pro ověřování nových venkovních osvětlovacích soustav pro případy, kde je taková kontrola požadovaná v rámci právních předpisů, smluvních vztahů nebo podmínek v rámci přidělování dotací (zákon č. 505/1990 Sb.). Tato metodika pro měření náhradní teploty chromatičnosti používá radiometry. Obecné zásady pro měření venkovního osvětlení radiometry jsou uvedeny v samostatné metodice, jejíž požadavky platí v plném rozsahu s požadavky v této metodice. Tato metodika navazuje na metodiku měření spektrálních vlastností venkovního osvětlení radiometry a doplňuje ji o definici kontrolních bodů, postup měření a vyhodnocení naměřených hodnot.

2. PRÁVNÍ PŘEDPISY, TECHNICKÉ NORMY A DOPORUČENÍ

Souvisejí právní předpisy, technické normy a mezinárodní doporučení jsou uvedeny v metodice pro měření spektrálních vlastností venkovního osvětlení radiometry.

3. NÁZVOSLOVÍ, DEFINICE

Názvosloví a definice jsou obsaženy v příslušných normách (ČSN EN 12665, ČSN IEC 50 (845)), v publikacích o metrologické terminologii (TNI 01 0115) a v metodice pro měření spektrálních vlastností venkovního osvětlení radiometry.

4. METROLOGICKÉ MEZE VYUŽITÍ METODY MĚŘENÍ

Metodika měření náhradní teploty chromatičnosti venkovního osvětlení slouží pro terénní měření, není určena pro měření laboratorní. Meze náhradních teplot chromatičnosti, pro které je metodika určena, jsou stanoveny následujícími limitními hodnotami:

dolní rozsah: $T_{cp, \min} = 1\,800\text{ K}$

horní rozsah: $T_{cp, \max} = 6\,500\text{ K}$

Metodika je navržena pro měření náhradní teploty chromatičnosti pomocí radiometrů. Při měření je třeba používat radiometry s rozsahem hodnot náhradních teplot chromatičnosti odpovídající výše uvedenému rozsahu. Odhad rozšířené nejistoty u provozního měření náhradní teploty chromatičnosti je $U \leq 10\%$.

5. PŘÍPRAVA NA MĚŘENÍ

Příprava měření je podrobně popsána v metodice měření spektrálních vlastností venkovního osvětlení radiometry.

6. POSTUP MĚŘENÍ

6.1 Doplnkové měření

Měření teploty

Měření teploty okolí venkovního prostředí se doporučuje provést na začátku a konci měření. Teplota může ovlivňovat nejen náhradní teplotu chromatičnosti světla vyzařovaného svítidly, ale také přesnost radiometru.

Měření napětí

Napětí se měří na svorkách měřeného světelné obvodu osobou s odpovídající kvalifikací (Vyhláška č.50/1978 Sb.) Při měření svítidel s elektronickými předřadníky je toto měření pouze orientační a korekce na napětí není zpravidla třeba neprovádět.

6.2 Stanovení kontrolních bodů

Kontrolní body pro měření náhradní teploty chromatičnosti se umístí podle následujících zásad:

- Kontrolní bod leží v horizontální rovině v průsečíku se svislicí vedené z optického středu svítidla (vztažný směr).
- V případě, že není možné do výše uvedené polohy kontrolní bod umístit, je možné jej umístit uvnitř tolerančního pásma v rámci horizontální roviny, vymezeného kružnicí o poloměru 1 m se středem v původně definovaném kontrolním bodě.
- Výška kontrolního bodu je definovaná osvětleností v kontrolním bodě. Minimální výška radiometru je vymezena minimální osvětleností definovanou výrobcem radiometru.

6.3 Hlavní měření

- U radiometrů s kalibrací na tmu se tato kalibrace provede na začátku a konci každého měření.
- Radiometr se postupně umísťuje do stanovených kontrolních bodů a odečtené hodnoty se zaznamenávají.
- Při umísťování radiometru do kontrolních bodů je třeba dodržet správnou polohu, výšku a orientaci fotočlánku. Pro zajištění dostatečné přesnosti je možné pro upevnění radiometru použít stativ.
- Pro ověření náhradní teploty chromatičnosti jednoho typu svítidla se provede měření u třech vybraných svítidel jednoho typu se shodným nastavením provozního režimu a sklonem.
- U každého svítidla se v kontrolním bodě provede 5 kontrolních měření, aby se eliminovaly možné náhodné rušivé vlivy.
- Z naměřených hodnot pro jeden typ svítidla (15 hodnot) se stanoví průměrná hodnota $T_{cp,ave, 0,0}$.
- Při měření je třeba eliminovat veškeré parazitní zdroje světla (denní osvětlení, světlo ze světlometů automobilů, reklam apod.), které by ovlivňovaly měření.
- Při měření je třeba zajistit, aby nedocházelo k clonění světla, dopadajícího z osvětlovací soustavy do kontrolních bodů (překážky, osoba provádějící měření);
- V případě, že je osvětlovací soustava vybavena řídicím systémem osvětlení, nastaví se hladina osvětlenosti, pokud je to možné, na maximální hodnotu.
- V případě, že soustava pracuje v různých provozních režimech (např. normální a adaptivní osvětlení u pozemních komunikací) provádí se měření spektrálních vlastností v normálním provozním režimu.
- V případě, že jsou svítidla osazena barevně laditelnými LED, provede se měření náhradní teploty chromatičnosti pro obě mezní náhradní teploty chromatičnosti.

7. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Naměřené hodnoty, které jsou hodnotami nekorigovanými, je třeba upravit podle vlastností měřících přístrojů na základě údajů výrobce, podle výsledků kalibrace přístrojů, podle vlastností měřeného prostoru a podmínek měření všemi podstatnými korekčními činiteli tak, aby se co nejvíce omezily chyby měření a aby se výsledky co nejvíce přiblížily skutečnosti (spektrální chyba, směrová chyba, chyba linearity, vliv teploty atd.).

Z ověřovacího listu radiometru (kolorimetru) se stanoví korekční činitel pro rozsah K_{2856i} a korekční činitel světelného zdroje K_{dj} pokud je měřený světelný zdroj jiný než teplotní zdroj, při kterém byl radiometr ověřován. Pokud se teplota okolí výrazně liší od teploty laboratorní, při které se stanovují parametry spektrálních a elektrických veličin, určí se korekční činitel teploty K_T . Naměřené nekorigované hodnoty náhradní teploty chromatičnosti se vynásobí příslušnými korekčními činiteli a získají se korigované hodnoty podle vztahu

$$T_{cp,0,0,k} = K_{2856i} \cdot K_{dj} \cdot K_T \cdot T_{cp,0,0} \quad (K) \quad (1)$$

kde je:

$K_{2856i,i}$ korekční činitel pro daný rozsah osvětlenosti radiometru (-);

K_{dj} korekční činitel na měřený světelný zdroj (-);

K_T korekční činitel teploty (-);

$T_{cp,0,0}$ nekorigovaná náhradní teplota chromatičnosti v kontrolním bodě ve vztažném směru (lx);

$T_{cp,0,0,k}$ korigovaná náhradní teplota chromatičnosti v kontrolním bodě ve vztažném směru (K);

V následujícím kroku se provede korekce související s rozdílem mezi hodnotami náhradních teplot chromatičnosti ve vztažném směru v kontrolním bodě a celkovou váženou průměrnou náhradní teplotou chromatičnosti světelného zdroje nebo svítidla.

$$T_{cp,lum,k} = 0,95 \cdot T_{cp,0,0,k} \quad (K) \quad (2)$$

Následně se stanoví nejistoty měření. Postup stanovení nejistot je uveden v metodice měření spektrálních vlastností venkovního osvětlení radiometry. Rozšířená nejistota se přepočítá z procent na náhradní teplotu chromatičnosti a připojí se k výsledným korigovaným hodnotám. Například pokud korigovaná hodnota náhradní teploty chromatičnosti bude 2 750 K a rozšířená nejistota $U = \pm 10 \%$, pak výsledný tvar zápisu bude:

$$T_{cp,lum} = (2\,750 \pm 275) \, K$$

Naměřené hodnoty s nejistotami se porovnají s požadavky technických norem, právních předpisů, případně projektu. Podle výsledků měření mohou nastat čtyři následující situace:

- a) Pokud je zjištěná hodnota i s intervalem rozšířené nejistoty ($\pm U$) sledovaného parametru v požadované toleranci, považuje se to za vyhovující stav.
- b) Pokud je zjištěná hodnota i s intervalem rozšířené nejistoty ($\pm U$) sledovaného parametru mimo požadovanou toleranci, považuje se to za nevyhovující stav.
- c) Vyskytne-li se případ, že hodnota sledovaného parametru je v toleranci, ale horní mez intervalu rozšířené nejistoty je mimo toleranci, nelze tvrdit, že stav je vyhovující.
- d) Vyskytne-li se případ, že hodnota sledovaného parametru je mimo toleranci, ale dolní mez intervalu rozšířené nejistoty je v toleranci, nelze tvrdit, že stav je nevyhovující.

Na závěr vyhodnocení se uvede, zda podmínky osvětlení zjištěné měřením vyhovují hodnotám požadovaným právními předpisy a technickými normami, popřípadě zda odpovídají projektu.

8. PROTOKOL O MĚŘENÍ

Obsah protokol o provozním měření náhradní teploty chromatičnosti je uveden v metodice měření spektrálních vlastností venkovního osvětlení radiometry.