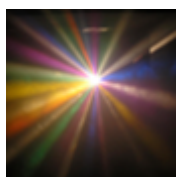


Teplota chromatickosti denného svetla a možnosti jej výpočtu

Rusnák Anton · Elektrotechnika

05.12.2011



Príspevok prezentuje známe metódy hodnotenia teploty chromatickosti ako jedného z dôležitých parametrov v oblasti kolorimetrie denného svetla. Naznačené sú inverzné algoritmy a základné parametre výpočtu teploty chromatickosti pre štandardizované zdroje svetla D podľa CIE.

Cieľom práce je poukázať na presnosť jednotlivých algoritmov výpočtu chromatickosti pre vybrané fázy denného svetla.

1. Úvod

Denné svetlo ako dôležitá súčasť života je popísané mnohými matematickými vyjadreniami. V svetelnej technike, kde poznáme viacero hľadísk, najčastejšie vyjadrujeme denné svetlo žiarivými a fotometrickými veličinami. Svetlo z pohľadu fotometrie môžeme vyjadriť ako spektrálnu charakteristiku, ktorá vyjadruje energiu prislúchajúcich vlnových dĺžok. Zo spektrálnych charakteristík je možné okrem iného vyjadriť aj kolorimetrické parametre.

Článok prezentuje metódy výpočtu teploty chromatickosti denného svetla pri použití vstupných kolorimetrických údajov štandardizovaných zdrojov. Výsledky naznačujú odlišný prístup k výpočtu teploty chromatickosti, pričom ani jedna z uvádzaných metód nekalkuluje teplotu chromatickosti v identickej zhode s referenčnými hodnotami podľa CIE.

2. Teplota chromatickosti a jej vlastnosti

Teplota chromatickosti T je opísaná čiarou teplotného žiariča, ktorá zodpovedá žiareniu absolútne čierneho telesa pri rôznych teplotách. Jednotkou je Kelvin [K] alebo Mired [μrd]. Pre absolútne čierne teleso platí Planckov zákon

$$M_{e,\lambda}(\lambda, t) = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{\left(\frac{c_2}{\lambda T} - 1 \right)} \quad (1)$$

ktorý vyjadruje závislosť spektrálnej intenzity vyžarovania $M_{e,\lambda}$ absolútne čierneho telesa od teploty T [K] a vlnovej dĺžky λ [nm]. Konštanty c_1 a c_2 sú pevne definované. Náhradnou teplotou chromatickosti T_{cp} sú opísané svetelné zdroje, ktorých spektrálny priebeh nezodpovedá spektrálnemu zloženiu teplotných žiaričov. Teplotu chromatickosti je možné priradiť svetlu, ktoré vyjadruje buď chromatickosť umelého

zdroja alebo denného svetla. Pri svetelných zdrojoch sa využíva T ako rozlišovací prvok pre farby svetla s rôznym farebným tónom, obr. 1.



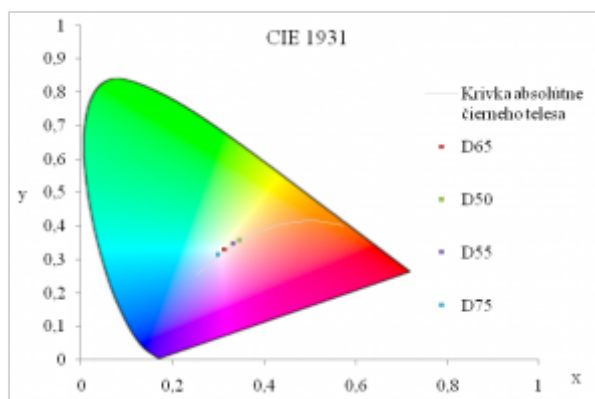
Obr.1 Znárodnenie teploty chromatickosti pre rôzne zdroje a farebné tóny.

Farbu vieme opísať kolorimetrickými sústavami. Zakladajú sa na tom, že ľubovoľný farebný podnet vieme nahradiť zmesou troch vhodne zvolených merných podnetov. Bežne používané kolorimetrické sústavy sú RGB, CIE XYZ, CIE LUV, CIE LAB apod., ktoré prezentujú farbu svetla matematicko - fyzikálnymi modelmi.

Denné svetlo predstavuje zmes priameho a difúzneho slnečného žiarenia, ktoré je ohraňované pásmom vlnových dĺžok cca 380 nm až 780 nm pri spektrálnom vyjadrení. V tab. 1 sa nachádzajú štandardizované zdroje denného svetla. Tie opisujú určité spektrálne charakteristiky, a je nimi možné popísať stav denného svetla, napr. D65 vyjadruje zamračenú oblohu, [1]. Súradnice chromatickosti x_D , y_D denného svetla sú v diagrame chromatickosti ležiace na krivke denného svetla, ktorá je posunutá vzhľadom na krivku absolútne čierneho žiariča, obr. 2. V diagramoch chromatickosti CIE (International commission on illumination - Medzinárodná komisia pre osvetlenie) je možné zobraziť teplotu chromatickosti do hodnoty cca 10₅ Kelvinov.

Tab 1. Kolorimetrické parametre zdrojov pre 2° kolorimetrického pozorovateľa.

Zdroj	D50		D55		D65		D75	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Chromatické súradnice	0,3457	0,3585	0,3324	0,3474	0,3127	0,3290	0,2990	0,3149
Teplota chromatickosti	5002.78 K		5503.06 K		6503.62 K		7504.17 K	



Obr. 2. Diagram chromatickosti s vybranými zdrojmi reprezentujúcimi denné svetlo.

3. Metódy pre výpočet teploty chromatickosti denného svetla

V kolorimetrii denného svetla existuje mnoho empirických vzťahov pre výpočet teploty chromatickosti. Metódy výpočtu sú založené na interpolácii, iterácii a konvergencii hodnôt teploty chromatickosti. V nasledujúcom texte budú prezentované: Robertsonova metóda, MacCamyho vzťah a Hernández - Andréssov vzťah. Pre porovnanie bol zaradený aj internetový kalkulátor kolorimetrických parametrov,

autorom je Lindbloom, [2]. Verifikovaným parametrom je teplota chromatickosti T na základe vstupného údaju vo forme chromatických súradníc (x,y).

3.1 Robertsonova metóda

Robertsonova metóda je jedna z najstarších metód na výpočet teploty chromatickosti a využívala sa v dobe bez osobných počítačov. Metóda je založená na lineárnej interpolácii hodnôt T z izotermálnych čiar v kolorimetrickom diagrame CIE 1960 UCS, [5]. Výpočet je odporúčané počítať podľa daného vzťahu

$$\frac{1}{T_C} = \frac{1}{T_i} + \frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_2} \left(\frac{1}{T_{i+1}} - \frac{1}{T_i} \right) \quad (2)$$

kde T_{i+1} predstavuje teplotu chromatickosti hľadaných izoterm s podmienkou T_i