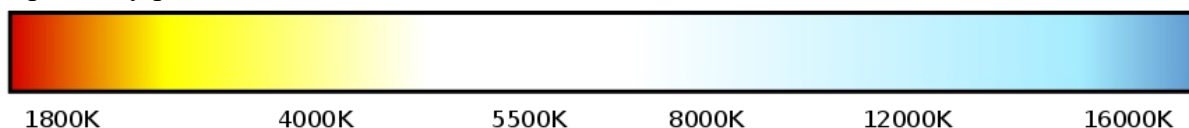


SPŠ a VOŠ technická Brno, Sokolská 1	LABORATORNÍ CVIČENÍ Z ELEKTROTECHNIKY		Třída: L4A
	Jméno a příjmení:		Poř. Číslo:
Název úlohy: Měření teploty chromatičnosti			Číslo úlohy:
Zkoušený předmět:			Skupina:
Datum měření:	Datum odevzdání:	Klasifikace:	

Teorie

(Náhradní) teplota chromatičnosti¹ (též teplota barvy) je fyzikální veličina, jež určuje spektrum takzvaného bílého světla neboli jeho barevný odstín. Jednotka teploty chromatičnosti je kelvin (K). Obecně platí, že čím méně kelvinů, tím je světlo teplejší a tmavší. Např. světlo obyčejné svíčky má 1 900 kelvinů. S přibývajícím počtem kelvinů se světlo začíná zbarvovat do barev studenějších, člověk ho potom vnímá více do bíla až modra. Barva světla na spektru teploty chromatičnosti je odvozená od záření, které by vydávalo černé těleso zahřáté na příslušný počet kelvinů.



Obrázek 1 spektrum teploty chromatičnosti

Teplé bílé světlo (do 3300 K)

Teplé bílé světlo vnímá člověk jako jemně nažloutlé. Jedná se o světlo, které vidíme například při východu a západu slunce. Často je spojováno s pocitem klidu a uvolnění, proto se světelné zdroje s touto teplotou chromatičnosti používají především v místnostech, kde chceme odpočívat a cítit se příjemně (ložnice, obývací a dětské pokoje).

Neutrální bílé světlo (3300 K – 5300 K)

Neutrální bílé světlo naše oko vnímá jako přirozené bílé světlo. Jedná se o světlo obvyklého slunečního dne. Jeho hlavní výhodou je, že osvětlené předměty skoro nezbarvuje. Využívá se proto hojně v [obchodech](#), galeriích či showroomech. V domácnostech je často používán před zrcadla, nebo do chodeb a předsíní, vhodné je taky do kuchyně.

Studené bílé světlo (více než 5300 K)

Studené bílé světlo vnímá člověk jako světlo s lehce namodralým odstínem. Jeho základní výhodou je, že zahání únavu, nabudí organismus a méně se při něm unaví oči. Proto je vhodné do míst, kde se potřebujeme soustředit a být aktivní. V domácnostech se studeným světlem příliš nesetkáme. Je vhodné pro práci s počítačem a hodí se například k pracovnímu stolu, do dílny, garáže, technické místnosti, případně i do kuchyně.

Index podání barev R_a (také CRI – color rendering index) je hodnocení věrnosti barevného vjemu, který vznikne osvětlením z nějakého zdroje, v porovnání s tím, jaký barevný vjem by vznikl ve světle slunce. Čím je R_a vyšší, tím je podání barev při osvětlení nějakého předmětu věrnější. Hodnota indexu R_a se pohybuje v rozmezí 0 -100, za vyhovující se obvykle považuje hodnota větší než 80, ve speciálních případech (např. kožní oddělení nemocnic) větší než 90.

¹ Definice teploty chromatičnosti a náhradní teploty chromatičnosti podle Mezinárodní komise pro osvětlování:

Teplota chromatičnosti (colour temperature) T_c (K) je teplota černého tělesa, jehož záření má stejnou chromatičnost jako daný barevný podnět.

Náhradní teplota chromatičnosti (correlated colour temperature) T_{cp} (K) je teplota černého tělesa, jehož vnímaná barva se co nejvíce podobá vjemu barvy uvažovaného podnětu při stejné jasnosti a za stanovených podmínek pozorování.

Spektrometr² je zařízení měřící spektrum³ světla a z něj dopočítává také osvětlenost, náhradní teplotu chromatičnosti, index podání barev a mnoho dalších veličin. Spektrometr je drahý přístroj, a proto je důležité se k němu náležitě chovat. Nejkřehčí část spektrometru je jeho snímací čidlo (bílá tečka uprostřed kruhového výstupku). Mimo dobu měření musí být čidlo zakryto příslušnou krytkou, jelikož je čidlo citlivé i na prach v ovzduší. Je proto důležité zacházet se spektrometrem s maximální opatrností. Pokud spektrometr nepoužíváme, odkládáme ho do ochranného obalu.

Zadání

Teplotu chromatičnosti a index podání barev budete zjišťovat u třech LED zdrojů a pro srovnání také u světla zářivky, žárovky, svítilny z mobilu a denního světla (uved'te, jestli bylo např. jasno nebo zataženo). Dále u každého z těchto zdrojů změříte jejich spektrum. K měření použijete spektrometr a jako prostředí pro měření použijete u LED zdrojů a svítilny z mobilu černě nabarvenou kartonovou krabici. Teplotu chromatičnosti rozdělíte do jedné ze tří výše uvedených kategorií. U indexu podání barev rozhodnete, zda zdroj světla vyhovuje kritériu pro běžné použití v interiérech: $R_a > 80$.

1. Příprava pomůcek.

- Připravte si černou kartonovou krabici, stolní lampu se třemi LED zdroji světla, LED diodový panel a spektrometr s jeho nástavcem.
- Do lampy umístěné v krabici zašroubujte jeden z LED zdrojů světla.
- Zapněte lampu a zavřete krabici.
- Na spektrometr opatrně nasad'te nástavec a zvenku ho přiložte k otvoru v krabici. Zkontrolujte, jestli spektrometr správně doléhá k otvoru a zda nejsou na spoji nějaké mezery.
- Lampu vypněte.
- Tlačítkem *MENU* na spektrometru se přepněte do nastavení a šipkami nahoru a dolů vyberte položku *General*. V položce *Time/Date* zkontrolujte, zda je správně nastaveno datum a čas; pokud není, nastavte je a potvrďte tlačítkem *M*. Dalším stiskem *MENU* ukončete nastavení.
- Šipkami doleva a doprava nastavte spektrometr na obrazovku *Spectrum* (názvy obrazovek se zobrazují v horním levém rohu).

2. Měření

- Spektrometr položte na stůl a zmáčknutím velkého tlačítka *M* proved'te zkušební měření. První pípnutí indikuje zahájení měření, druhé pípnutí jeho konec. Všimněte si jména souboru při ukládání dat.
- Opět přiložte spektrometr k otvoru.
- Zapněte lampu v krabici a krabici zavřete.
- Opět stiskněte velké tlačítko *M* na spektrometru (spektrometr indikuje zahájení měření pípnutím), poté co spektrometr podruhé pípne, vypněte lampu.
- Odeberte spektrometr od otvoru.
- Do sešitu si zapište čas, ve který jste měření provedli (čas naleznete v pravém horním rohu spektrometru), spolu s poznámkou, že se jedná o první měření.
- Měření proved'te i s ostatními LED zdroji světla.

3. Zpracování

- Zapněte stolní počítač.
- Na stolním počítači si na disku C: vytvořte novou složku s názvem: LAB_<vaše příjmení>.
- V této vaší složce si vytvořte excelový soubor, do kterého budete kopírovat výsledky měření.
- Pomocí kabelu, který se nachází v krabičce od spektrometru, propojte spektrometr se stolním počítačem (navázání kontaktu může trvat i déle než jednu minutu).
- Otevřete USB flash disk spektrometru a najděte složku *Bedienungsanleitung - User Manual*, z ní zkopírujte soubor s názvem *Auswertung V2.2 Lite.xlsm* do vaší složky.
- Na USB flash disku spektrometru si otevřete složku s dnešním datem. Složka obsahuje všechna měření, která jste během laboratorní práce změřili. Názvy souborů odpovídají časům měření.

² Přesný název tohoto přístroje je spektroradiometr.

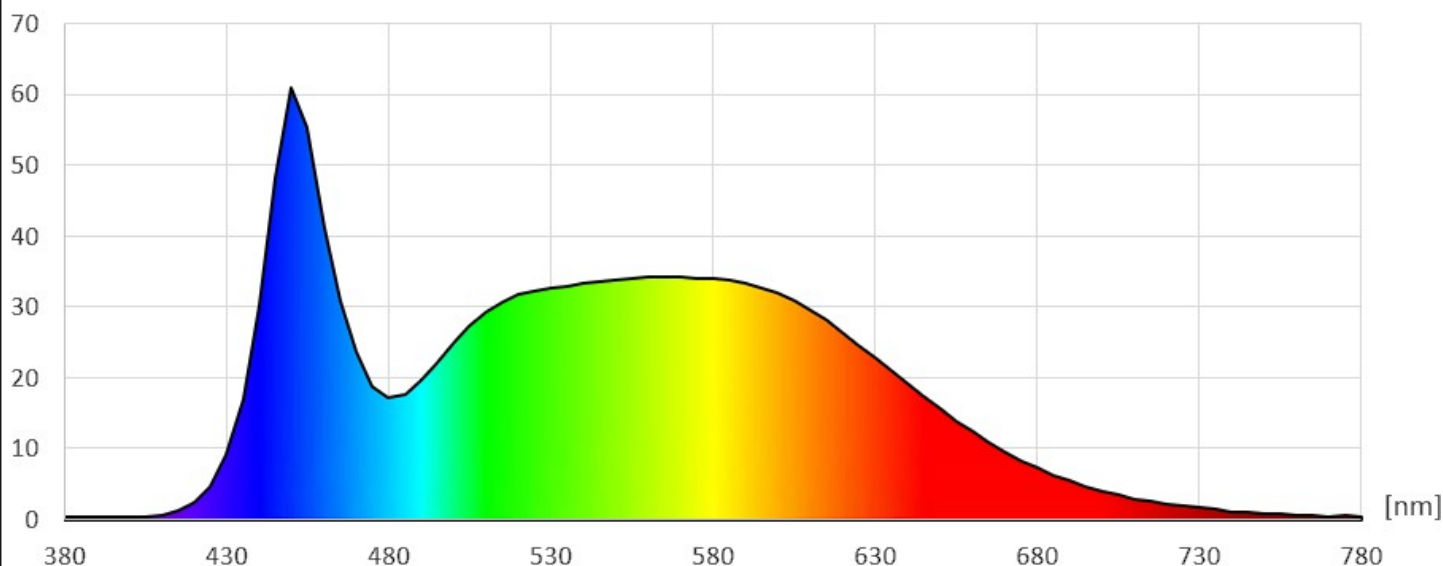
³ Přesně *spectral power distribution* (spektrální rozložení výkonu), viz například anglická wikipedie.

- g. Zkopírujte všechny soubory s provedenými měřeními kromě souboru se zkušebním měřením do vaší složky.
- h. Ve vaší složce otevřete soubor *Auswertung V2.2 Lite.xlsm*. Pomocí tlačítka *Read Measurements* (v pravém horním rohu), vložte do excelu soubor s prvním měřením.
- i. Ze zobrazených hodnot na listu *Protocol 1 (5nm)* a listu *Protocol 2 (native)* do svého excelového souboru okopírujte graf se spektrem světla (černobílý nebo barevný) a hodnotu teploty chromatičnosti (položka *CCT*).
- j. Teplotu chromatičnosti porovnejte s údaji uvedenými na krabičkách od odpovídajících LED zdrojů světla.
- k. Graf spektra i hodnoty teploty chromatičnosti a indexu podání barev budou součástí protokolu.

Vypracování

1. LED zdroj světla cool day light

Graf spektra:
mW/m²/nm



Naměřená hodnota teploty chromatičnosti je 5303K.

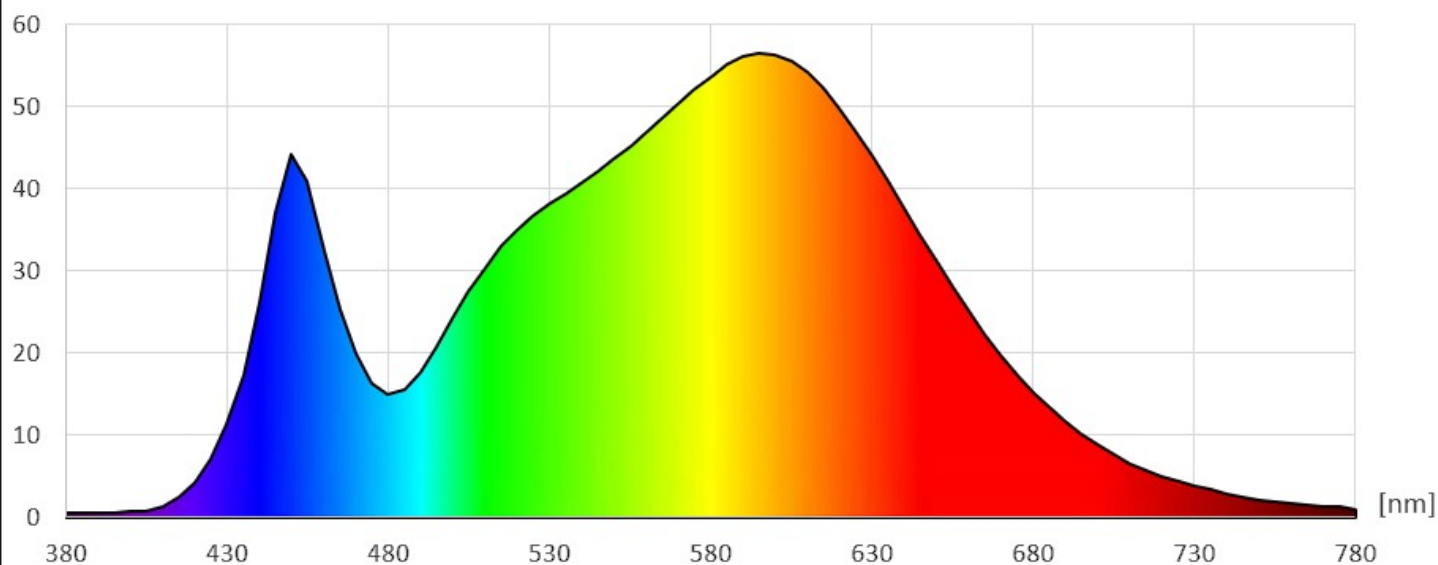
Hodnota uvedená na krabičce je 6500K.

Zdroj vydává studené bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 81,7$ – zdroj vyhovuje.

2. LED zdroj světla cool white

Graf spektra:
mW/m²/nm



Naměřená hodnota teploty chromatičnosti je 3604K.

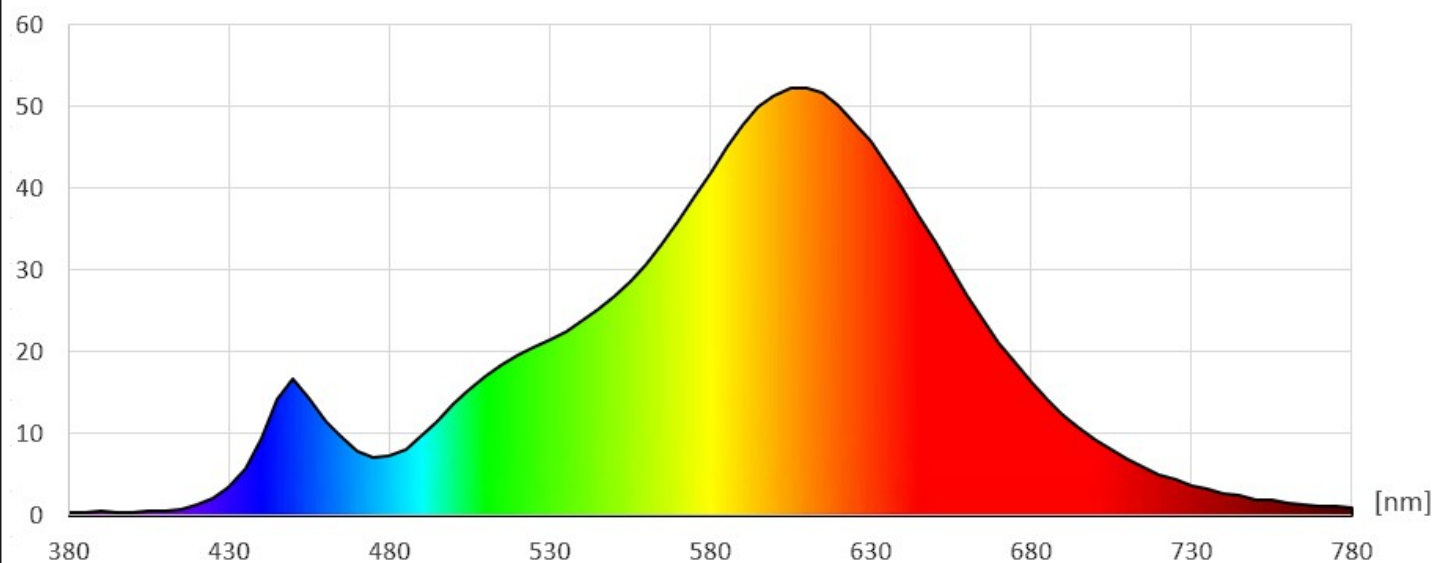
Hodnota uvedená na krabičce je 4000K.

Zdroj vydává neutrální bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 81,7$ – zdroj vyhovuje.

3. LED zdroj světla warm white

Graf spektra:
mW/m²/nm



Naměřená hodnota teploty chromatičnosti je 2569K.

Hodnota uvedená na krabičce je 2700K.

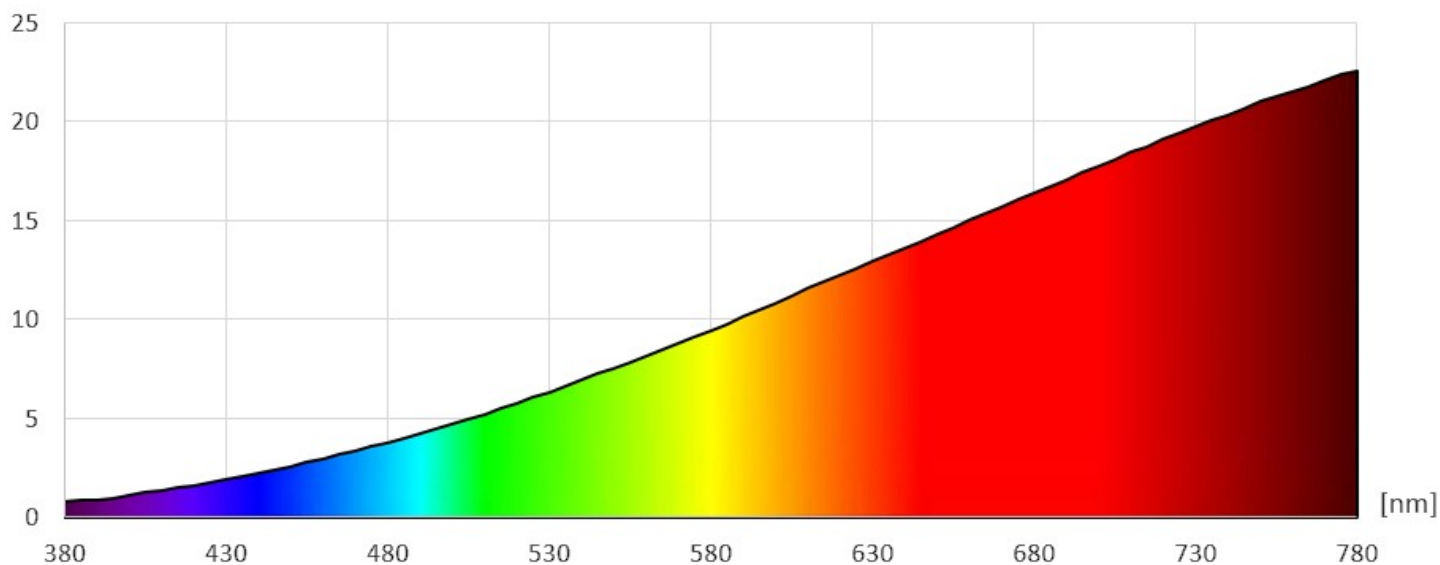
Zdroj vydává teplé bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 82,8$ – zdroj vyhovuje.

4. Žárovka

Graf spektra:

$\text{mW/m}^2/\text{nm}$



Naměřená hodnota teploty chromatičnosti žárovky je 2486K.

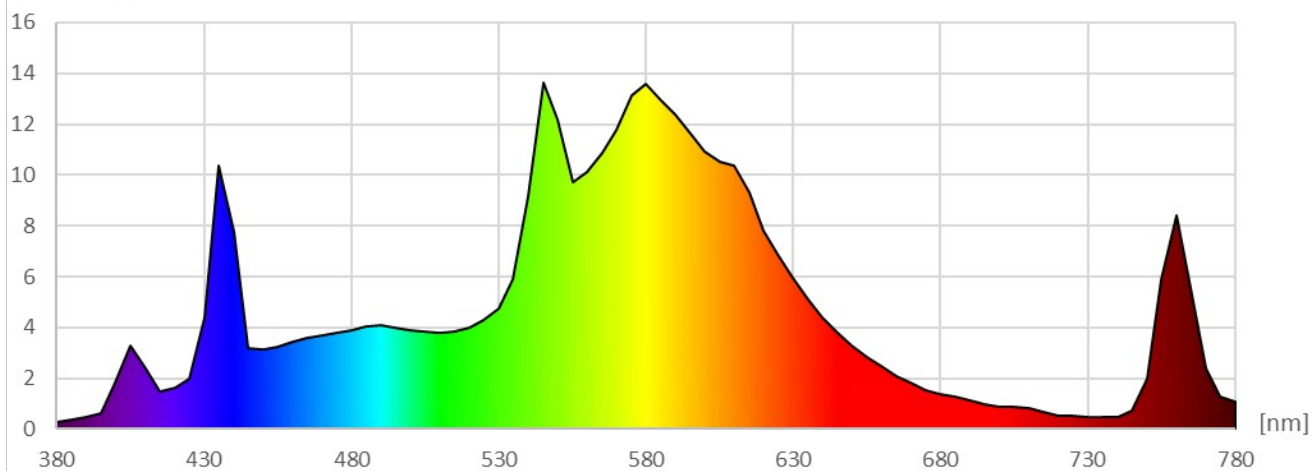
Žárovka vydává teplé bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 99,7$ – zdroj vyhovuje.

5. Zářivka

Graf spektra:

$\text{mW/m}^2/\text{nm}$



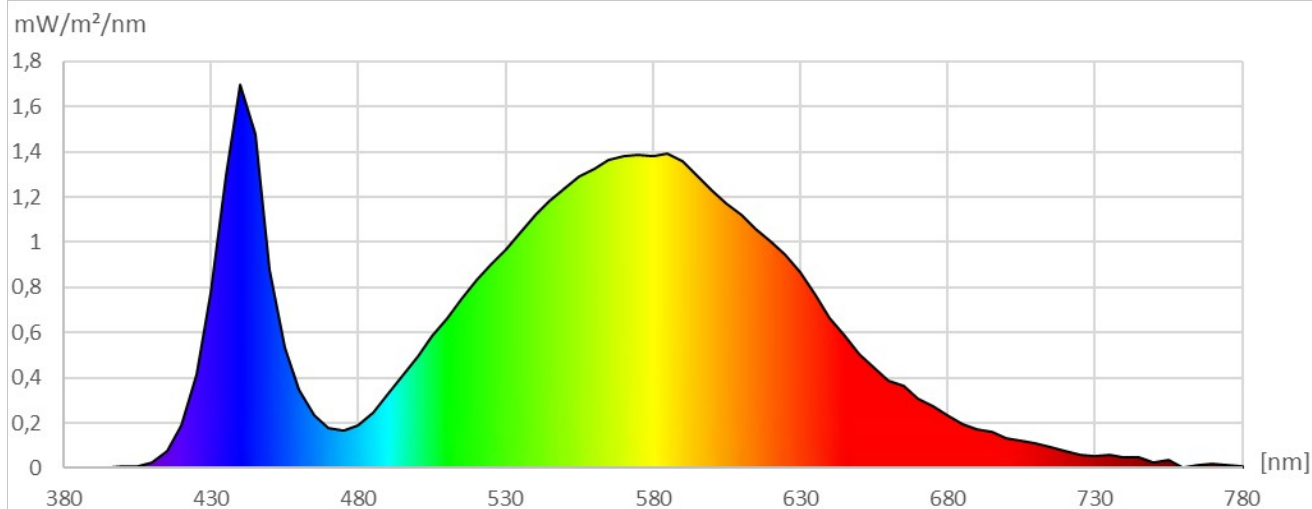
Naměřená hodnota teploty chromatičnosti zářivky je 3732 K.

Zářivka vydává neutrální bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 68,1$ – zdroj **ne**vyhovuje.

6. Svítidla z mobilu

Graf spektra:



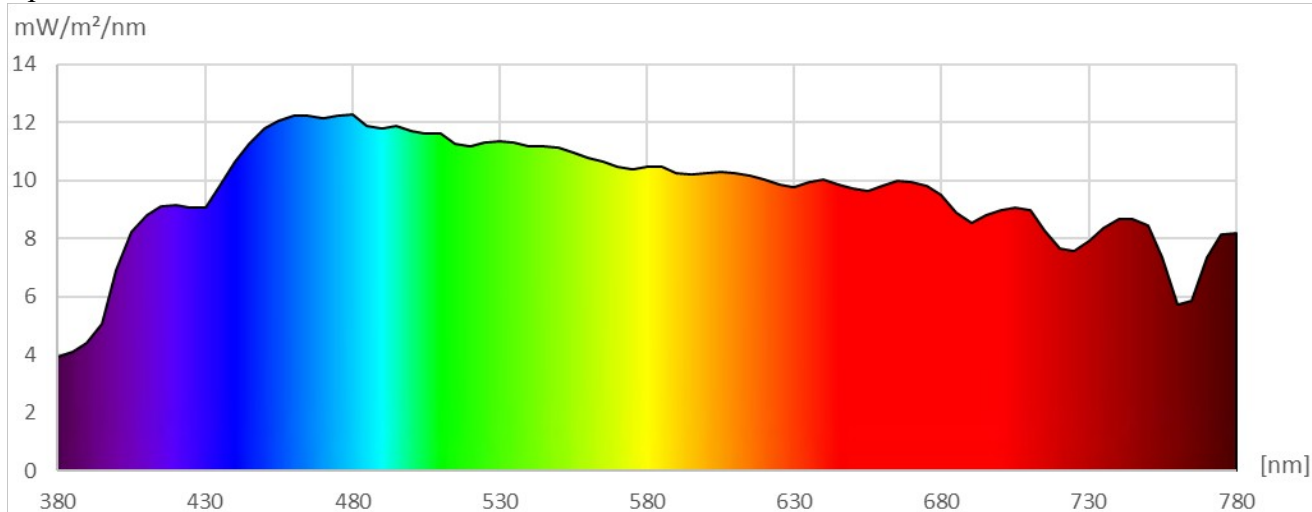
Naměřená hodnota teploty chromatičnosti svítidla je 4157 K.

Svítidlo vydává neutrální bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 67,5$ – zdroj **nevyhovuje**.

7. Denní světlo – pod mrakem

Graf spektra:



Naměřená hodnota teploty chromatičnosti zářivky je 5981 K.

Denní světlo pod mrakem má teplotu chromatičnosti jako studené bílé světlo.

Změřená hodnota indexu podání barev $R_a = 98,7$ – zdroj vyhovuje :-).

Závěr

Měření laboratorní práce proběhlo hladce. Podařilo se změřit spektra, index podání barev i teplotu chromatičnosti u všech zadaných zdrojů světla. Na měření překvapil znatelný rozdíl hodnot udávaných na krabičkách LED zdrojů světla od naměřených hodnot. Rozdíl hodnot se zvětšoval s rostoucím počtem kelvinů.

	Přístroj – pomůcka	Typ	Rozsah (pouze analogové)	Poznámka
1.	Světelně izolovaná krabice			
2.	Stolní lampa			
3.	Spektrometr Gossen Mavospec Lite			
4.	Nádstavec na spektrometr			
5.	3x LED zdroj světla			
6.	žárovka			