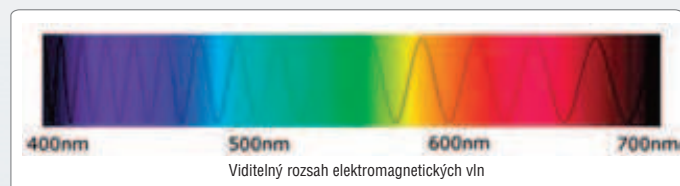


MĚŘENÍ INTENZITY OSVĚTLENÍ

Možnosti vnímání a také psychofyzický stav člověka závisí ve velké míře na prostředí, v jakém aktuálně pobývá. Světelné impulsy jsou rozhodnými činiteli, které mají vliv na psychický komfort – zdrženlivost se v místech s osvětlením pro člověka nepřírovnalým může nejen urychlovat vyvolání pocitu únavy nebo způsobovat oční vady, ale může mít vliv na vznik řady jiných chorob, zdánlivě nespojených s vlivem světla na lidský organismus. Možnost negativního vlivu osvětlení na člověka je zvláště důležitá ve smyslu bezpečnosti či produktivity práce. Vnímání světelných impulsů závisí na individuálních vlastnostech daného člověka, přesto však se různých lidí dotýká, proto také vznikly odpovídající předpisy upravující požadované hodnoty a druhy osvětlení v místech, kde lidé pobývají a pracují.

Světlo, které je pro člověka viditelné, je elektromagnetickou vlnou s délkou od cca 380 do cca 780 nm. Citlivost lidského oka však není za každých podmínek stejná; vyplývá to ze struktury a rozmístění receptorů uvnitř oka a z charakteristiky samotného světla.



Za podmínek denního světla je oko nejvíce citlivé na zelené barvy, avšak v noci nebo při velmi slabém osvětlení se tato citlivost mění ve směru modrých barev (odtud subjektivní pocit, že v noci je všechno šedé) – viz obrázek dole na této straně.

Kromě adaptačních schopností oka v závislosti na osvětlenosti je při měření vyžadováno, aby charakter přístroje odpovídal oku uvklému na světlo. Spektrální křivka odpovídající takové citlivosti se nazývá fotometrická křivka V_λ , která je používána k výpočtu fotometrických hodnot. Při stanovování kritérií volby vlastností osvětlení je nutné zohledňovat jak doporučení Mezinárodní komise pro osvětlení (CIE), která stanovuje optimální podmínky pro osvětlení prostor v závislosti na způsobu jejich využití, tak místní předpisy, v našem případě polské normy.

Polský normalizační výbor je v pozici, kdy nemůže nařizovat, ani bránit uplatňování polských norem, přičemž odvolání normy neznamená zrušení její platnosti a již vůbec ne zákaz používání. Proto je možné při provádění zkoušek osvětlení, kromě platné normy PN-EN 12464-1 „Světelná technika. Osvětlení pracovních míst. Část 1: Pracoviště uvnitř místností“, uplatňovat také předpisy obsažené v normách PN-84/E-02033 „Osvětlení interiérů elektrickým světlem“ (kde jsou obsaženy předpisy týkající se nejnižších požadovaných hodnot intenzity osvětlení typických pracovišť) a také v normách PN-71/E-02034 a PN-84/E-02035; při čemž je nutné si povšimnout, že uváděné hodnoty (rovněž v platné normě) odpovídají minimálním doporučením CIE.

Nicméně norma PN-84/E-02033 doporučovala zvýšit požadované hodnoty pro všechny situace, kdy by chyba způsobená špatným vnímáním mohla způsobit úraz nebo kdy většinu pracovníků tvoří osoby nad 40 let; nebo snižovat tyto hodnoty, pokud např. má práce na daném místě krátkodobý charakter. Doporučení CIE stanovují prahové hodnoty svítivosti pro optimální podmínky vnímání, avšak jelikož je jednodušší měřit hodnoty osvětlenosti, jsou požadavky uváděny právě pro tuto hodnotu. Dodatečně je udávána také doporučená rovnoměrnost intenzity osvětlení v zorném poli, čili jak může být exponováno místo, kde se nachází pracovní předmět. Nadměrná nerovnoměrnost osvětlení (např. nezacloněný zdroj světla v zorném poli) může vést k oslnění, které může snížit schopnost rozpoznávat detaily nebo způsobovat pocit nepohodlí.

Rovnoměrnost intenzity osvětlení musí být rovněž zachována v čase, vzhledem ke stanovenému času přizpůsobení oka změnám. Proto je důležitá úroveň pulsování a s tím související blikání světla.

Barva světla je dalším faktorem, který má závažný vliv na rozpození osob pobývajících v prostorách. Neoptimálnější osvětlení je takové, jehož spektrální složení se nejvíce přibližuje dennímu světlu. Světelné zdroje se dělí podle barevné teploty na světlo teplé, bílé a chladné. Je doporučováno, aby u menší osvětlenosti (do 300-500 lx) byl používán zdroj světla s teplou barvou. Barevnou teplotu lze stanovit na základě indexu podání barev (Ra), který odráží barevný rozdíl předmětu osvětleného světlem přirozeným a zkoumaným. Zdroje s relativně velkým součinitelem Ra jsou např. obvykle žárovky.

Ve většině výrobních prostor lze používat zářivky s indexem nad 70. Zdroje s indexem nižším než 70 (rtuťové, sodíkové lampy) jsou používány všude tam, kde má rozlišování barev druhofadý význam (osvětlení chodeb, skladů atd.)

Měření parametrů, které umožňují ohodnotit podmínky osvětlení, musí být provedena při předání nových osvětlovacích zařízení, v průběhu modernizace stávajících, nebo pravidelně každých 5 let. Je doporučeno provádět zkoušky ne déle než každé dva roky. Měření osvětlovacích zařízení v místnostech musí být prováděno při úplném zabránění přístupu venkovního osvětlení, se zcela zastíněnými okny, a pokud je to možné, v noci. Silueta měřící osoby nemůže mít vliv na výsledek, proto osoba provádějící měření musí mít tmavé oblečení a při měření je nutné, aby se postavila co nejdále od bodu provádění měření. Optimálním měřicím přístrojem je zařízení, které má možnost co největšího oddálení senzoru. Měření musí být prováděna v úkolové rovině (např. plocha kanceláře), kdy je senzor umístěn bezprostředně na rovinu pod úhlem, pod kterým je ona umístěna. Pokud jsou jako světelné zdroje použity výbojky, musí být zapnuty minimálně půl hodiny před měřením. Výbojky nemohou být nové, musí být před měřeními v provozu nejméně 100 hodin (pro žárovky a halogenové osvětlení je to pouze hodina a měření lze provádět ihned po zapnutí osvětlení).

Protože norma PN-EN 12464-1 určuje pouze rozsah ověřovacích postupů, při stanovení podrobností měření si lze pomoci odvolanými normami PN-84/E-02033 a PN-84/E04040.03. V prostorech s konkrétními pracovišti jsou měřicí body stanovovány bezprostředně na každém pracovišti (převážně 4-9 bodů). V malých místnostech jsou měření prováděna každý 1 m (na diagram lze nanést pomocnou mřížku). Pro větší místnosti bude vhodné použít vzor z normy PN-84/E-02033, který umožňuje vypočítat minimální počet měřicích bodů pro danou místnost v závislosti na rozměrech a výšce zavěšení světelných zdrojů. Na základě měření lze vypočítat **rovnoměrnost osvětlení** pro dané místo (pracovní plochy, komunikační tah).

Pro měření osvětlení interiérů denním světlem je nutné provést měření, které umožní stanovit index denního světla. Za tímto účelem, s použitím dvou luxmetrů provádíme měření zároveň uvnitř i vně místností osvětlených okny nebo světlíky (usnadněním tu bude ukazatel skutečného času použitý v luxmetrech, např. u modelu LXP-1).

Dále v průběhu **měření nouzového osvětlení** máme co do činění s velmi malými hodnotami osvětlenosti, použitý přístroj musí mít možnost měřit takové hodnoty. Podobně tomu je v pásmech vysokého rizika, kde je nutná kontrola rovnoměrnosti intenzity osvětlení s velmi velkým rozlišením.

Vybíráme-li přístroj, je nutné **věnovat pozornost tomu, zda má osvědčení o kalibraci, neboť fotoelektrický článek, který tvoří senzor, časem stárne**, proto je nutné provádět pravidelnou metrologickou kontrolu. Rozhodně lepší volbou bude přístroj, ve kterém je použit křemíkový článek, vyžadující kalibraci každé 2 roky (selenové články každého půl roku). Senzor musí mít korekci na kosý dopad světla (hodnota kosinus). **Hodnota spektrální citlivosti V_λ** musí být přizpůsobena požadavkům **křivky CIE**.

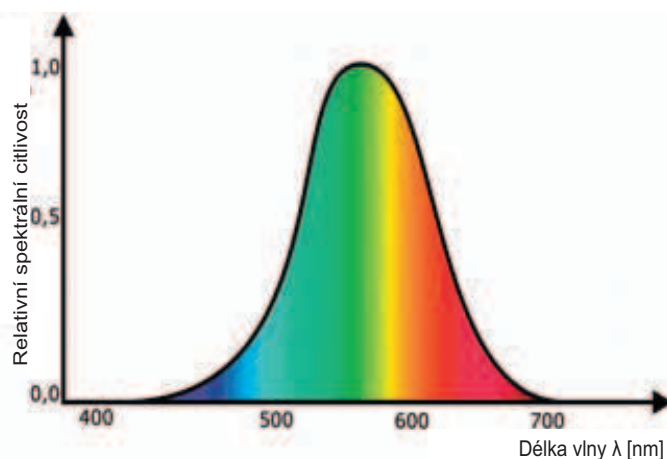


Diagram spektrální citlivosti pro vidění ve dne.

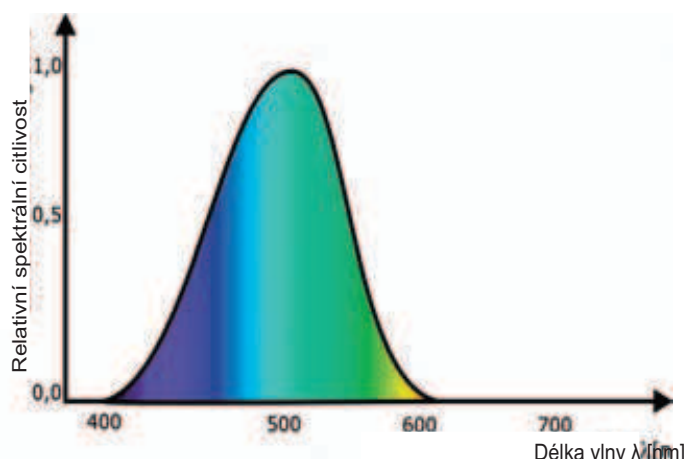


Diagram spektrální citlivosti pro vidění ve dne

Luxmetr

LXP-1

Index: WMXXLXP1

**Standardní vybavení luxmetru LXP-1:**

- kabel USB
- program „Light Meter“ k ovládání měřicího přístroje a k zobrazení dat
- osvědčení o kalibraci
- kufřík
- baterie 9 V (1 ks)

WAPRZUSBMN15

kufřík

Rozsah zobrazení	Spektrální nejistota	Přesnost
400,0 lx 40,00 FC	Funkce $f1' \pm 6\%$	$\pm(3\% \text{ m.h.} + 0.5\% \text{ r.})$ ($<10,000 \text{ lx}$)
4000 lx 400,0 FC		
40,00 klx 4000 FC		
400,0 klx 40,00 kFC		$\pm(4\% \text{ m.h.} + 10 \text{ digitů})$ ($>10,000 \text{ lx}$)

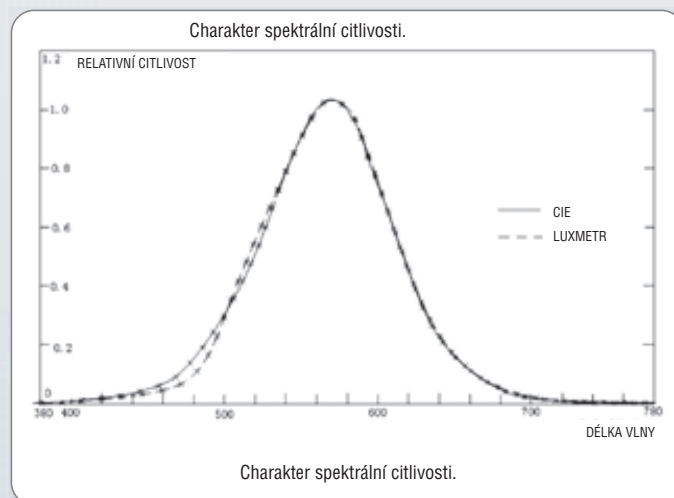
POZOR: 1klx=1000lx; 1kFC=1000FC

Zkratka „z.“ označuje „plný rozsah“.

Zkratka „m.h.“ označuje „vzorovou měřenou hodnotu“.

Charakter spektrální citlivosti

Použitá fotodioda s filtry způsobuje, že charakter spektrální citlivosti je dobře přizpůsoben požadavkům křivky C.I.E. (INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION). Charakter citlivosti $V(\lambda)$ je uveden na diagramu níže.

**Základní funkce měřicího přístroje:**

- rozlišení měření osvětlenosti v rozsahu od 0,1 lx... 0,1 klx (0,01 FC...0,01 kFC),
- vysoká přesnost a krátká doba reakce,
- funkce DATA-HOLD sloužící k zadržení zobrazovaných měřicích hodnot na displeji,
- automatické vynulování,
- korekční faktor nemusí být pro nestandardní světelné zdroje vypočítáván ručně,
- krátké doby reakce na změnu intenzity osvětlení,
- funkce zadržení vrcholové hodnoty (PEAK-HOLD) umožňující měření špičkového signálu světelného impulsu s dobou trvání kratší než 10 μs ,
- automatické vypínání napájení po 15 minutách (možnost vypnutí funkce),
- měření maximálních a minimálních hodnot,
- relativní odchylky,
- velký a pro čtení jednoduchý podsvícený displej,
- porty USB umožňující připojení zařízení k počítači,
- čtyři měřicí rozsahy,
- uložení 99 měření do paměti, které mohou být v měřicím přístroji zobrazeny,
- uložení 16.000 měření do paměti záznamníku.



**LPX-1 má záznamník
s regulovanou dobou diskretizace.**

Další technické údaje:

- displej.....3 1/2 digitu, LCD s 40segmentovým bargrafem
- překročení rozsahu.....symbol „OL“
- opakovatelnost..... $\pm 3\%$
- spektrální citlivost.....fotometrická CIE (křivka citlivosti lidského oka CIE)
- korigovaný kosinus($f2'$)..... $\pm 2\%$
- diskretizace.....1,3krát/s
- zdroj napájení.....baterie 9 V
- fotodetektor.....jedna křemíková fotodioda a filtr spektrální křivky
- délka kabelu fotodetektoru.....approx. 150 cm
- rozměry fotodetektoru.....115×60×20 mm
- rozměry měřicího přístroje.....170×80×40 mm
- hmotnost.....390 g
- záruka.....24 měsíců

Nominální podmínky užívání:

- provozní teplota a vlhkost 0...40 °C
- a relativní vlhkost..... 0...80%
- skladovací teplota a vlhkost.....-10...50 °C
- a relativní vlhkost..... 0...70%





PROGRAM FOTON 12464

Index: WAPROFOTON

Vlastnosti programu FOTON 12464:

- vytváření zápisu o měření parametrů osvětlení podle normy PN-EN 12464:
 - automatický výpočet průměrné měrné hodnoty,
 - automatický výpočet rovnoměrnosti osvětlení,
 - analýza intenzity osvětlení na pracovišti,
 - formulář umožňující zpracování zápisu o měření intenzity obecného osvětlení,
 - formulář umožňující zpracování zápisu o měření intenzity nouzového osvětlení,
 - formulář umožňující zpracování zápisu o měření intenzity osvětlení na pracovištích,
- databáze klasifikací místností umístěná v normě PN-EN 12464,
- analýza dat na základě norem:
 - „PN-EN 12464 Světlo a osvětlení. Osvětlení pracovišť. Část 1: Pracoviště v interiérech“ – pro zkoušky osvětlení pracovišť,
 - „PN-EN 1838:2005 Použití osvětlení. Nouzové osvětlení“ – pro zkoušky nouzového osvětlení,
- stromová struktura zápisu – odráží rozložení místností v objektu,
- 3 druhy zkoušek určené pro místnosti (obecné, nouzové, na pracovištích),
- definování druhu místnosti v souladu s klasifikací stanovenou v normě PN-EN-12464-1 – automatický výběr kritérií hodnocení pro vybraný druh místnosti,
- komunikace a shromažďování dat uložených v měřicím přístroji LXP-1,
- možnost ručního zánášení údajů,
- průběžně vypočítávaný průměr intenzity osvětlení a rovnoměrnosti a jiné nezbytné činitele,
- funkce urychlující vytváření dokumentace:
 - kopírování místností,
 - zápis mnoha měřicích bodů jedním kliknutím,
 - výpočet minimálního počtu bodů v dané místnosti,
 - sériové vyplňování názvů měřicích bodů,
- tisk protokolu po částech:
 - titulní strana, kde jsou uvedeny informace o zhotoviteli, místu měření, druhích zkoušek, podmínkách měření,
 - obsah spolu se soupisem všech místností,
 - teorie měření, kde jsou uvedeny základní definice spojené s měřením osvětlení a jsou vysvětlena označení použitá v programu,
 - shrnutí, kde jsou uvedeny informace o osobách provádějících zkoušky, použitých měřicích přístrojích a kde je uvedeno vyjádření o pozitivním nebo negativním výsledku zkoušek,
- data přechovávaná v souborech (dokumentech), díky čemuž mohou být lehce archivována na libovolném nosiči a přeposílána internetovou poštou,
- možnost tisku zápisu v podobě souboru PDF,
- stálá aktualizace z internetu,
- demoverze dostupná na stránkách www.en.sonel.pl.

