

Konzervační praktikum 2020

Pracovní list na téma: světlo

Jméno:

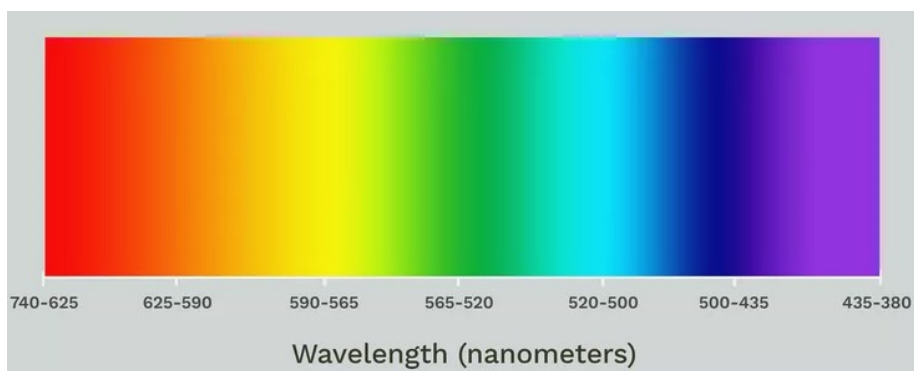
UČO:

Teorie

Co je světlo a jak se dělí:

Světlo je elektromagnetické vlnění, proud částic – fotonů. Podle vlnové délky se dělí na:

- UV světlo (100-380 nm)
- Viditelné světlo (VIS, 380-780 nm)
- Infračervené záření (IR, 780 – 10 000 nm)



Jak světlo poškozuje sbírkové předměty:

S klesající vlnovou délkou záření roste jeho energie, která napomáhá degradačním procesům. Citlivé jsou zejm. organické materiály (dřevo, papír, textil, useň, plasty), které nejvíce poškozuje UV světlo.

Příklady poškození světlem: blednutí barev, žloutnutí plastů a papíru, křídovatění nátěrů, rozpad materiálů. Při působení IR dochází k praskání a tvarovým změnám (působení tepla).

Novinový papír po 3 dnech expozice na slunci (levá strana), zdroj: ICCROM



Světlo – pojmy:

Intenzita ozáření: světelná energie dopadající na plochu, jednotka: W/m^2

Intenzita osvětlení (E): plošná hustota světelného toku dopadající na jednotku plochy, jednotka: $\text{lm}/\text{m}^2 = \text{lx}$ (lux). Intenzita osvětlení klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje:

$$E_d = \frac{E}{d^2}$$

(E – intenzita zdroje, d – vzdálenost od zdroje, E_d – intenzita ve vzdálenosti od zdroje)

Př.: ve vzdálenosti 1 m od zdroje naměříme hodnotu 100 lx, ve vzdálenosti 2 m pak 25 lx $\left(\frac{100 \text{ lx}}{(2\text{m})^2}\right)$.

Z toho plyne, že by předměty měly být nasvětleny zešikma (prodlouží se vzdálenost od zdroje). Intenzita osvětlení se měří **luxmetry**.



Světelná expozice: působení světla (intenzita světla E) v čase, jednotka: $\text{lx}\cdot\text{h}$. Platí, že pro dodržení stejné světelné expozice může při nižší intenzitě osvětlení působit delší doba. To znamená, že při nižší intenzitě osvětlení lze předměty déle vystavovat. Lze sledovat pomocí indikačních kuponů (**Light check**), které dle doby osvitů blednou.



Př.: světelná expozice 1500 lxh – při intenzitě 300 lx po dobu 5 hod, při 150 lx po dobu 10 hodin

Roční světelná expozice: světelná expozice za rok, jednotka: **lx.h/rok**, často v Mlx.h/rok.

Př.: jaká je roční světelná expozice, pokud působí osvětlení s $E = 100$ lx po dobu 8 hodin denně?

Roční $E = 100$ lx . 8 hod . 365 dní = 292 klxh/rok

Podíl UV záření (relativní U_R): podíl energie UV záření ve světelném toku viditelného světla, jednotka: **$\mu\text{W/lm}$** . Pro sbírkové předměty je podíl UV do $10 \mu\text{W/lm}$, pro velmi citlivé materiály $0 \mu\text{W/lm}$. Měří se UV metry. Některé přístroje pracují s hodnotou absolutního podílu UV (**UV_{Ab}**), jehož jednotkou je **mW/m^2** . Pro přepočítání jednotek je nutné změřit intenzitu osvětlení a přepočítání probíhá dle vzorce:

$$UV_{Ab} = \frac{UV_R * E}{1000}$$



Teplota chromatičnosti (T_c): charakterizuje světelné spektrum, jednotka: **K**

Podle T_c se pak udává pojem teplé (nižší T_c) a studené světlo (vyšší T_c). Hranice mezi nimi je $T_c = 6000$ K (vlnová délka 550 nm). Pro muzejní sbírky vhodné teplé světlo s T_c cca 2 800 K.



Index podání barev (R_a nebo CRI): věrnost podání barev v porovnání s nasvícením denním světlem (CRI = 0 – nelze barvy rozeznat, CRI = 100 – 100% podání barev), pro muzejní předměty min. CRI = 85.

Doporučené hodnoty expozice pro sbírkové předměty:

| Materiál | Světlo lx | Světelná expozice klxh/rok | Světelná expozice h/rok |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Vysoce citlivé: hedvábí, nestálá barviva, grafická díla a fotografie | 50 | 15 | 300 |
| Středně citlivé: textilie, papír, pergamen, vodové barvy, pastely, tisky a výkresy, miniatury, rukopisy, kožešiny, malované a barvené dřevo i useň, přírodovědné a botanické sbírky, apod. | 50 | 150 | 3000 |
| Mírně citlivé: olejové a temperové barvy, nebarvené dřevo a useň, rohovina, kost, slonovina, některé plasty, apod. | 200 | 600 | 3000 |
| Necitlivé: kámen, kovy, neglazovaná keramika, většina skel, většina minerálů (s omezením dlouhodobého silného osvětlení - smalty, drahé kameny, barevné glazury) apod. | bez omezení (popř. do 300 lx) | bez omezení | bez omezení |

Zdroje světla

| zdroj světla | barevná teplota (K) | podíl UV záření ($\mu\text{W}/\text{lm}$) | podání barev (CRI) | životnost (hod) | přibližná cena (Kč) | poznámky |
|----------------------|---------------------|---|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| denní světlo | 3000-12000 | 300-600 | 100 | - | - | mění se intenzita |
| žárovka | 2700-2800 | 75 | 100 | 1000 | 15,- | vysoký podíl IR |
| halogenová žárovka | 3000 | 100-200 | 100 | 2000 | 50,- | |
| zářivka | 3000-6500 | 75-100 | 50-60 | 10000 | 50,- | velký světelný výkon |
| kompaktní zářivka | 2700-5000 | 100-150 | 85 | 10000 | 100,- | |
| halogenidová výbojka | 3000-4000 | 160-700 | většinou do 65 | 5000-10000 | 300,- | bodový zdroj |
| LED žárovka | 3000-3500 | 0-75 | 70-90 | 10000-80000 | 150,- | bodový zdroj |

Nasvícení exponátů:

- světlo dopadající ze šikma (pod úhlem cca 60°)
- využití odraženého světla od bílých stěn
- lépe rozptýlené světlo než bodové
- použití teplého světla
- využití fotobuněk na spínání pouze na dobu pohybu návštěvníků
- eliminace UV světla – použití vhodných zdrojů, UV folie pro jeho odfiltrování (dodává např. fa Ceiba, pozor na dodržení doby životnosti dle výrobce!)
- u knih – přetáčení stran po určité době, výměna exponátů (např. pokud existuje více exemplářů)

Otázky a úkoly

1. Ověřte prakticky pravidlo, že intenzita osvětlení klesá s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje světla, doplňte chybějící hodnoty v tabulce.

| intenzita osvětlení zdroje (lx) | vzdálenost od zdroje (m) | intenzita osvětlení ve vzdálenosti od zdroje (lx) |
|---------------------------------|--------------------------|---|
| 750 | | 83 |
| 500 | 2 | |
| | 1 | 300 |
| 1500 | 5 | |
| | 4 | 188 |

2. Procvičte si výpočet roční expozice a doplňte do tabulky chybějící hodnoty.

| intenzita osvětlení (lx) | denní osvit (hod) | režim - počet dní v týdnu | doba vystavení (týdny) | doba expozice (klxh) |
|--------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|
| 50 | 8 | 6 | 24 | |
| 300 | 3 | | 15 | 54 |
| | 10 | 7 | 6 | 63 |
| 100 | 6 | 6 | | 108 |
| 75 | 4 | 5 | 52 | |

3. Přepočtěte hodnoty absolutního a relativního podílu UV záření a doplňte do tabulky

| intenzita osvětlení (lx) | UV_R ($\mu W/lm$) | UV_{Ab} (mW/m^2) |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| 100 | 50 | |
| 50 | | 2,4 |
| 75 | 25 | |
| 150 | 13 | |
| 200 | | 6,6 |

4. V galerii je plánována výstava olejomalby, jaké byste stanovili světelné podmínky, způsob nasvícení obrazů a výběr vhodného zdroje?

5. Soukromý sběratel zapůjčil do muzea na krátkodobou výstavu barevné fotografie a stanovil podmínky následující podmínky:

- Intenzita osvětlení 50 lx
- Roční expozice 15 klxh/rok

Výstava je plánována na 6 měsíců a muzeum je otevřeno 6 dní v týdnu po dobu 8 hod denně. Podle těchto údajů navrhnete časový interval, po kterém budou fotografie obměňovány a kolikrát za dobu výstavy.