

# Konzervační praktikum 2020

## Pracovní list na téma: světlo

Jméno:

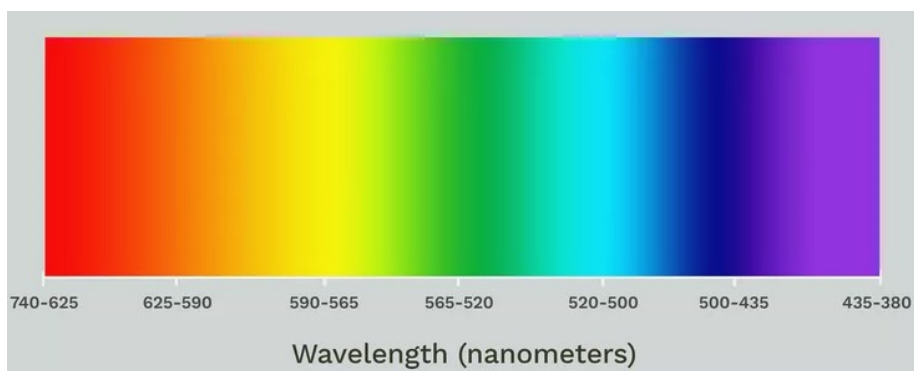
UČO:

### 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:  $\text{W/m}^2$

**Intenzita osvětlení ( $E$ ):** plošná hustota světelného toku dopadající na jednotku plochy, jednotka:  $\text{lm/m}^2 = \text{lx}$  (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:  $\text{lx.h}$ . Platí, že pro dodržení stejné světelné expozice může při nižší intenzitě osvětlení působit delší dobu. 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  **$\text{mW/m}^2$** . 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:**

| <b>Materiál</b>  | <b>Světlo lx</b>              | <b>Světelná expozice klxh/rok</b> | <b>Světelná expozice h/rok</b> |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 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.