



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

## **Měření světlostálosti materiálů novodobých knižních vazeb systémem Mikrofadeometr**

Vávrová, Petra; Neoralová, Jitka; Palánková, Lucie  
2018

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-383362>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Licence Creative Commons Uveďte autora-Neužívejte dílo komerčně-Nezasahujte do díla 3.0 Česko

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 20.07.2018

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://nusl.cz) .

## **Měření světlostálosti materiálů novodobých knižních vazeb systémem Mikrofadeometr**

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného projektu programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) „Průzkum, konzervace a péče o novodobé knihovní fondy – materiály a technologie“ (DF13P01OVV04) Ministerstva kultury České republiky. Řešiteli tohoto projektu jsou Národní knihovna České republiky (NK ČR), Odbor ochrany knihovních fondů a Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Koordinátorem činností je Národní knihovna České republiky a Ing. Petra Vávrová, Ph.D., ředitelka Odboru ochrany knihovních fondů a zároveň vedoucí Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří v Národní knihovně České republiky a zároveň chemický technolog restaurování památek. Dále se na přípravě metodiky podílely Ing. Lucie Palánková a Mgr. Jitka Neoralová, pracovnice Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří v Národní knihovně České republiky.

### **Oponenti:**

Ing. Alojz Androvič, CSc., Univerzitní knihovna v Bratislavě

Ing. Martina Ohlidalová, Ph.D., Národní muzeum

### **Anotace**

Cílem metodiky je představení principu a techniky měření pomocí systému Mikrofadeometr a jeho využití pro zjišťování světlostálosti materiálů za účelem účinnější ochrany materiálů kulturního dědictví citlivých na světlo. Světlo je významným poškozujícím faktorem pro materiály ve fondech sbírkotvorných institucí, jako jsou galerie, muzea, knihovny a archivy. Materiály tvořící knižní vazbu jsou téměř bez výjimky citlivé na světlo. Poškození světlem je kumulativní a nevratné, a může vést až k totální destrukci organických materiálů. Intenzita světla je faktor, na kterém závisí rozsah poškození světlem. Účinek světla na daný materiál nebo barevnou vrstvu je ovlivněn také stavem, složením a stupněm degradace materiálu objektu. Prvotním ukazatelem, že dochází ke změnám způsobeným světlem, je viditelná změna barvy, změna odstínu. Předpoklad citlivosti materiálů na světlo je obvykle založen na zkušenostech a znalostech pracovníka, jeho schopnosti posouzení stavu a materiálové složení předmětu. Na tomto základě je upravován režim osvětlení (intenzita světla a doba osvitu), aby nedošlo k zaznamenané změně barvy, první známce poškození světlem. Toto subjektivní hodnocení může vést k chybným závěrům a špatnému odhadu vedoucím k poškození objektu. Na světlostálost barevné vrstvy nemá vliv jenom složení barvy, ale také příměsi, materiály spodních vrstev, laky, složení podložky, změny mechanických a chemických vlastností a předchozí režim osvětlení. Světlostálost jednotlivých objektů kulturního dědictví by měla být posuzována individuálně, ale komplexně se zohledněním všech vlivů. Micro-fading Test System (dále jen MFT) světlostálost určuje na základě naměřené celkové barevné difference po ozáření konstantním světlem z xenonové lampy. Systém MFT se v NK ČR stává postupně rutinně využívaným nástrojem pro diagnostiku historických materiálů, směřování preventivní péče o uložené fondy i pro kontrolu vstupních materiálů do procesů restaurování i převazeb knih.

### **Návrh uživatelů metodiky:**

Metodika je určena pro restaurátory, konzervátory, správce sbírek, kurátory výstav, architekty výstav, a klimatology, kteří jejím prostřednictvím získají znalosti o světlostálosti materiálů ve sbírkách a předmětech kulturního dědictví, na jejichž základě budou moci účinně plánovat světelný režim předmětů kulturního dědictví.

### **Klíčová slova**

Mikrofadeometr, poškození světlem, ochrana knihovních fondů

## **Měření světlostálosti materiálů novodobých knižních vazeb systémem Mikrofadeometr**

**Ing. Petra Vávrová, Ph.D., Mgr. Jitka Neoralová, Ing. Lucie Palánková**

Metodika vznikla v rámci řešení výzkumného projektu programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI) „Průzkum, konzervace a péče o novodobé knihovní fondy – materiály a technologie“ (DF13P01OVV04) Ministerstva kultury České republiky. Řešiteli tohoto projektu jsou Národní knihovna České republiky (NK ČR), Odbor ochrany knihovních fondů a Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Koordinátorem činností je Národní knihovna České republiky a Ing. Petra Vávrová, Ph.D., ředitelka Odboru ochrany knihovních fondů a zároveň vedoucí Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří v Národní knihovně České republiky a chemický technolog restaurování památek. Dále se na přípravě metodiky podílely Ing. Lucie Mračková (dříve Palánková) a Mgr. Jitka Neoralová, pracovnice Oddělení vývoje a výzkumných laboratoří Odboru ochrany knihovních fondů v Národní knihovně České republiky.

## Obsah

Měření světlostálosti materiálů novodobých knižních vazeb systémem Mikrofadeometr .....	1
Úvod .....	4
Princip měření světlostálosti materiálů systémem Mikrofadeometr .....	5
Výpočty souřadnic prostoru barev CIELab .....	6
Blue Wool standardy .....	6
Vyhodnocení světlocitlivosti materiálů .....	8
Rizika při vyhodnocení měření světlocitlivosti .....	10
Závěr .....	10
Literatura: .....	11

## Úvod

Světlo je významným degradačním faktorem pro širokou škálu materiálů trvale uchovávaných fondů a sbírek. Světlo je přítomné vždy, kdy je s předměty manipulováno nebo jsou zpřístupňovány veřejnosti na výstavách, v expozicích, v badatelnách a studovnách. Úplné a trvalé zamezení přístupu světla k fondům knihoven, které jsou zřizovány za účelem zpřístupnění knižní kultury veřejnosti, není možné. Lze však ovlivnit míru působení světelného záření na knihovní dokumenty, při zachování komfortního přístupu uživatelů. Pokud je známá citlivost materiálů na světlo, lze omezit intenzitu a dobu osvitů, aby k nežádoucímu jevu nedošlo.

Mezi konvenční metody zjištění citlivosti materiálů na světlo patří průzkum materiálového složení objektu a otestování vzorků ze stejných nebo obdobných materiálů testy zrychleného stárnutí expozicemi intenzivního světla. Přesto, že se podaří identifikovat všechny látky tvořící historický objekt, mohou být reakce modelových vzorků na světlo odlišné, oproti originálním objektům, které jsou ovlivněny prostředím, kde byly dříve uloženy, způsobem výroby a individuálním procesem degradace během jejich existence. V případě barevných vrstev je potřeba brát v úvahu kromě identifikace látek také velikost částic pigmentů, koncentraci barviv nebo předchozí expozici světlem. V případě, že je přistoupeno k měření změny barvy či odstínu historického objektu pomocí spektrofotometru po expozici světlem, jedná se již pouze o konstatování konečného stavu, nikoli prevenci.

V roce 1997 byl proto vyvinut a zkonstruován systém pro umělé stárnutí světlem na mikroskopické ploše, obsahující spektrofotometr a software pro kontinuální sledování rychlosti barevné změny materiálů. Kontrola průběhu barevné změny je důležitá z důvodu včasného zastavení testu. [Whitmore, 2011]

Poškození světlem je kumulativní a nevratné. Negativní účinek světla se projevuje nejen barevnou změnou, ale i změnou fyzikálně-mechanických vlastností materiálů a fotochemickými reakcemi. Poškození organických materiálů je dáno vazebnou energií molekul, srovnatelnou s energií záření ve viditelné a hlavně v ultrafialové oblasti záření. Nebezpečné je i infračervené záření, které vyvolává lokální zvýšení teploty urychlující některé nežádoucí děje v materiálu (degradace aj.). Míra poškození světlem závisí na několika faktorech: intenzitě osvětlení, vlnové délce dopadajícího světla, na celkové roční expozici ( $Mlxh/r$ ), charakteru a stavu materiálu (stáří, složení materiálů, předchozí poškození světlem aj). Pro posuzování účinku světla na barevnost materiálů jsou využívány standardy modré vlny – Blue Wool Standards (BWS) podle ISO normy R105. Pro BWS škálu je známý průběh barevné změny jednotlivých modrých barviv ve vztahu k celkové expozici světlem v čase. Pro hodnocení vyblednutí se používá jednotka JNF (Just Noticeable Fading – právě registrovatelné vyblednutí). Vztah mezi hodnotou  $\Delta E^*$  a JNF je uváděn takto:  $\Delta E^* < 1,5$  – innoticeable fading (nepozorovatelné vyblednutí),  $1,5 \leq \Delta E^* < 4$  – just noticeable fading (JNF),  $\Delta E^* \geq 4$  – visible fading (viditelné vyblednutí). Materiály vystavené světlu ať již na výstavách, v expozicích nebo v badatelnách jsou přiřazovány k těmto standardům na základě předpokládané citlivosti materiálů. Předpoklad je založen na zkušenostech a znalostech daných materiálů, posouzení

jejich stavu a složení. Následně je režim světelné expozice nastaven tak, aby nedošlo k zaznamenanatelnému vyblednutí – první známce poškození světlem. Toto subjektivní hodnocení může vést k chybným závěrům a špatnému odhadu, který následně vede k poškození objektu. Tímto způsobem není možné efektivně plánovat světelnou zátěž objektů v rámci preventivní konzervace.

## **Princip měření světlostálosti materiálů systémem Mikrofadeometr**

Cílem vývoje systému Mikrofadeometr bylo získání co nejpřesnější informace o světlostálosti všech barevných vrstev či oblastí na výtvarných dílech, materiálů uměleckořemeslných nebo etnografických sbírkových předmětů, a to na základě výsledků měření spektrofotometrem. V současnosti je Mikrofadeometr využíván k detekci světlocitlivých materiálů ve všech typech trvale uchovávaných sbírkových fondů, kde hrozí poškození světlem, například při výstavách nebo v badatelnách. Při vývoji systému, kombinujícího spektroskopickou metodu s vláknovou optikou (FORS) s klasickým testem akcelerovaného stárnutí světlem, bylo cílem vytvořit rychlý test na minimální ozařované ploše vzorku v krátkém časovém intervalu. Zařízení bylo určeno pro detekci světlocitlivých materiálů v podmínkách muzejního nebo galerijního osvětlení, kde se předpokládá odfiltrování UV a IR složky záření. Proto je test prováděn pouze viditelnou částí záření (vlnová délka 400 - 700 nm). Sluneční světlo i umělé osvětlení v galeriích a muzeích, v badatelnách či studovnách knihoven a archivů má obvykle vysokou teplotu chromatičnosti, proto jako zdroj záření Mikrofadeometr byla zvolena xenonová lampa o výkonu 75 W vykazující obdobné vlastnosti. V průběhu testu je nezbytná stabilita intenzity záření, kterou zajišťuje kontrolní a řídicí jednotka. Spektrální analýza záření odraženého od povrchu vzorku je prováděna detektorem s diodovým polem, který zachytává intenzitu odraženého záření napříč celým spektrem vlnových délek. Vzhledem k plánovanému využití na širokém spektru typů objektů, různé velikosti a tvaru, je záření vedeno optickými kabely, které jsou dostatečně mobilní pro zaměření vhodné oblasti testovaného materiálu. Není tak potřeba přemísťovat další části systému nebo samotný objekt. Měření mikroskopické oblasti umožňují koncovky světlovodičů opatřené čočkami maximálně zužující svazek záření. Fixace světlovodičů je v geometrii 0° (přívod světla) a 45° (odraz). Je tak detekováno difúzní odražené záření od povrchu vzorku. Při testování objektů, kde je nežádoucí jakákoliv změna, není při testování překračována hodnota celkové barevné změny, která by byla detekovatelná lidským zrakem. Test je tak možné provádět i na viditelných místech. Destruktivní účinky záření či ohřívání vzorku jsou minimalizovány odfiltrováním UV záření i infračerveného záření. Výsledky měření Mikrofadeometrem na modelových vzorcích (vodové barvy Winsor and Newton), byly porovnávány s výsledky měření stárnutých vzorků konvenčním xenon testem světlostálosti materiálů. Při porovnání výsledků měření, detekoval Mikrofadeometr mírně nižší barevné změny než spektrofotometr, kterým byly měřeny vzorky po konvenčním Xenotestu. Hodnota  $\Delta E^{**}$  byla u obou zařízení obdobná a vyhodnocení světlostálosti vzorků bylo tak víceméně stejné. [FORD, 2011].

## Výpočty souřadnic prostoru barev CIELab

Kolorimetrické výpočty jsou prováděny online v průběhu ozařování na základě definice standardního barvového prostoru od instituce CIE (Commission Internationale de l'Éclairage, International Commission on Illumination). Jedná se o původní rovnici barvového prostoru CIE Lab, který se stal od roku 1931 základním prostorem pro práci s barvami. Hodnoty v CIELab 1931 barvového prostoru jsou označeny osa L\* pro světlost-tmavost, osa a\* červená - zelená, osa b\* žlutá - modrá. Z definice CIE vychází i volba standardního zdroje světla D65 a standardní kolorimetrický pozorovatel 2°. Pro vyhodnocení jsou data přepočítána do CIE 1976  $\Delta E^*_{ab}$ . Jedná se o úpravu rovnice barvového prostoru CIE 1931.  $L^*a^*b^*$  hodnoty jsou vypočítány z hodnot os XYZ trichromatických složek odpovídající  $X_n Y_n Z_n$  hodnotám standardní kombinaci světelnosti a pozorování. Barevné rozdíly jsou vypočteny na základě srovnání aktuálně naměřených spekter s prvním naměřeným spektrem. Rozdíl mezi dvěma barevnými měřeními zaznamenanými v době  $t_1$  a  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ) je dána rovnicí

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$\Delta E^*$  je celková barevná diference, která závisí na třech souřadnicích barvového prostoru. Pro lidské oko (zdravý zrak do 30 let) by měla být zaznamenatečná změna nad  $2 \Delta E^*$ , celková změna nad  $5 \Delta E^*$  by měla být zaznamenatečná i pro osoby se zhoršeným zrakem při denním světle.

Během měření je sledována aktuální hodnota celkové barevné diference  $\Delta E^*$ . Sledování aktuální hodnoty  $\Delta E^*$  je důležité zejména při měření historických materiálů, kdy nesmí být přesáhnutá hodnota  $1 \Delta E^*$ , která je hraniční pro zaznamenání lidským okem. Při přiblížení se k této hodnotě by mělo být testování světlostálosti manuálně zastaveno, nezávisle na nastaveném času. Na testovaném materiálu tak nevznikne oblast s odlišným zbarvením. Pokud je srovnáno měření barevnosti vzorku Mikrofadeometrem a konvenčním spektrofotometrem mohou se spektra mírně lišit z důvodu rozdílně veliké ozařované plochy, zdroje záření i rozdílné geometrie detektoru a zdroje [FORD, 2011].

### Blue Wool standardy

Výsledné křivky průběhu celkové barevné diference vzorků v závislosti na době ozáření jsou porovnávány s Blue Wool Standardy (BWS), viz Obr. 1.

# Blue Wool Standards



Obr. 1: Blue wool standardy

Škálu BWS dle ISO R105 tvoří 8 textilií z vlněných vláken, barvených modrými barvivy s rozdílnou citlivostí na světlo. Pro BWS škálu je známý postup barevné změny jednotlivých modrých barviv ve vztahu k celkové expozici světlem v čase. Pro hodnocení vyblednutí barev se používá jednotka JNF (Just Noticeable Fading). Barevná změna je hodnocena v jednotkách JND (Just Noticeable Difference), které úzce souvisí s kolorimetrickou hodnotou pro totální barevnou diferenci  $\Delta E^*$ . Hodnota 1 JND odpovídá přibližně hodnotě  $2,3 \Delta E^*$  (CIE Lab 1976). Vztah mezi celkovou barevnou diferencí a hodnotou JND je závislý na variantě kalkulace barvového prostoru CIE [SHARMA, 2002]. Hodnota 30 JND je uváděna pro světlem totálně destruované objekty. Vyhodnocení výsledků měření Mikrofadeometrem je prováděno na základě přiřazení měřených vzorků či objektů, k nejcitlivějším ISO BWS 1 – 3 (CIE 2004). Pro ISO BWS 1 je hranice právě zaznamatelné změny JNF expozice typickým muzejním osvětlením cca 300 000 lux hodin, BWS 2 cca 900 000 lux hodin a BWS 3 cca 2,7 milión lux hodin [RATS, 2010]. K jednotlivým BWS byly na základě citlivosti na světlo přiřazeny typy historických předmětů jako ekvivalenty BWS, viz Tab. 1 [Štefcová, 2001].

Tab. 1 Hodnota celkové expozice (Mlxh) [Štefcová, 2001]

Stupně ISO	1	2	3	4	5	6	7	8
Hodnota celkové expozice (Mlxh) způsobující JNF	0,4	1,2	3,6	10	32	100	300	900
Kategorie	Kategorie A (citlivé)			Kategorie B (středně citlivé)			Kategorie C (odolné)	



## Ekvivalenty BWS

**ISO 1-4:** citlivá organická barviva (akvarely, indické miniatury, miniatury na slonovině nebo plátně), pastely, kresba sepiovou hnědí nebo blistrem, kolorované a japonské tisky, barevné a kolorované fotografie, fotografie z nejstarších fotografických procesů, díla na nekvalitním papíře nebo již vybledlá díla.

**ISO 5-8:** odolnější barviva (anorganické pigmenty), kresby grafitem nebo uhlím na kvalitním papíře, černobílé tisky, rytiny, černobílé fotografie na plastovém nosiči. [Štefcová, 2001]

Tab. 2 Doporučené maximální roční expozice světlem [Štefcová, 2001].

Materiál dle citlivosti	Světelná expozice způsobující JNF (Mlxh)	Doporučený limit max. roční expozice (týdny)	JNF (roky)	Intenzita osvětlení (lx)
Kategorie A BWS 1, 2, 3	1,2	4	115	50
Kategorie B BWS 4, 5, 6	10	12	320	50
Kategorie C BWS 7, 8	300	24	4785	50

## Vyhodnocení světlocitlivosti materiálů

U historických organických materiálů se předpokládá obdobná citlivost ke světlu jako u BWS 1 až 3. Vyhodnocení průběhu a konečné hodnoty  $\Delta E^*$  testovaného materiálu bylo proto dle Paula Whitmora právě ve vztahu k BWS 1-3. Materiály byly takto rozděleny do 5 kategorií. Měření bylo prováděno po 10 minutové expozici filtrovaným zářením o intenzitě 4 Mlx. Naměřené celkové změny barevnosti byly  $\Delta E^* = 6,8$ ;  $\Delta E^* = 3,6$  a  $\Delta E^* = 0,26$  [DEL HOYO-MELÉNDEZ, 2010]. Viz Tab. 3.

Tab. 3 Kategorizace materiálů podle Whitmora.

Kategorie	Zóna BW standardu	rozsah $\Delta E^*$	Citlivost
-----------	-------------------	---------------------	-----------

<b>1</b>	Výš nebo souběžně s BWS1	$x \geq 6,8$	Velmi vysoká
	Mezi BWS1 a BWS2	$3,6 \leq x \leq 6,8$	Vysoká
	Blízko BWS2	$x \approx 3,6$	Vysoká
<b>2</b>	Mezi BWS2 a BWS3 horní mez	$1,67 \leq x \leq 3,6$	Středně vysoká
<b>3</b>	Blízko BWS2 a BWS3 x 0,5	$x \approx 1,67$	Střední
<b>4</b>	Mezi BWS2 a BWS3 spodní mez	$0,23 \leq x \leq 1,67$	Středně nízká
<b>5</b>	Níže nebo souběžně s BWS3	$x \leq 0,23$	Nízká

Jednotliví uživatelé z řad sbírkotvorných institucí tento koncept dále rozvíjeli a přizpůsobovali svým potřebám. Tab. 4 je z Národního muzea v Austrálii z roku 2011 a jejím účelem je třídění exponátů ze sbírkových fondů podle jejich citlivosti na světlo. Na základě tohoto předpisu jsou upravovány podmínky vystavení jednotlivých kategorií exponátů a nastavení intenzity osvětlení [FORD, 2011].

Tab. 4 Kategorie a podmínky v Národním muzeu v Austrálii, 2011.

V&A (Debshire & Ashley-Smith 1999)	Citlivé			Odolné až trvalé	
CIE 157-2004 (CIE 2004)	Vysoce citlivé		Středně citlivé až citlivé		
Číslo ISO BW standardů	< Přibližně BWS2 CIE76	Přibližně BWS2-3 CIE76	Přibližně BWS3-4 CIE76	> Přibližně BWS4 CIE76	BWS8 (necitlivé) CIE76
Hodnota Lux (bez UV)	Přibližně 50 lux	50-100 lux*	50-150 lux*	100-250 lux*	Bez omezení
Významné exponáty (často nebo kontinuálně vystavované)	Individuální posouzení	2 roky/ desetiletí	5 let/ desetiletí	Délka výstavy maximálně 10 let	Bez omezení
Exponáty průměrného významu (přerušované vystavení)	Individuální posouzení	5 let/desetiletí	Délka výstavy maximálně 10 let	Délka výstavy podle přezkoumání stavu objektu	Bez omezení

\*Intenzita osvětlení se nastavuje co nejnižší, jak je za daných podmínek výstavy možné.

## Rizika při vyhodnocení měření světlocitlivosti

Během fáze testování měření světlostálosti pomocí Mikrofadeometru byla zjištěna rizika ovlivňující výsledky měření. Měření spekter reflektance BWS vyšších než 5 je díky vlastnostem standardů (hrubý povrch a tmavé barvy) na hranici citlivosti detektoru. Síla signálu odraženého světla je totiž závislá na materiálu, jeho barvě a struktuře. Tmavé a strukturované materiály pohltí významnou část světla a další část mohou rozptýlit. Textil má hrubou strukturu s překrývajícími se vlákny a na tak malé měřené ploše (průměr 0,4 mm, vlastní měření 0,2 mm) dochází k velmi rozdílným výsledkům při zaměření, například křížení nití nebo spodní nitě. Svrchní nitě mohou být světlocitlivější vlivem mechanického poškození (tření, oděr, apod.) povrchu. Obdobný případ nastává u usně, papíru se strukturou apod. Záleží na zkušenosti výzkumného pracovníka, aby vždy zaměřil vhodnou oblast pro srovnatelný výsledek.

## Závěr

Systém Mikrofadeometr je nezastupitelný nástroj pro detekci barevných materiálů objektů kulturního dědictví, u kterých je reálné riziko barevné změny během prezentace na výstavách nebo expozicích vlivem světla. Ačkoli vzniká při nedodržení zmíněných pravidel měření riziko vzniku barevné změny, je potřeba vzít v úvahu riziko nevratné změny barevnosti či vyblednutí celé plochy nezkontrolovaného předmětu po expozici na světlo, ve srovnání s velikostí měřené plošky. Zjištění světlostálosti materiálů je použitelné především pro bezpečné zpřístupňování kulturního dědictví pro veřejnost formou výstav, expozic, ve studovnách a badatelnách. Jako každá metoda urychleného stárnutí není ani metoda mikrofadeometrie schopna plně simulovat světelnou zátěž objektů ve výstavách, expozicích a studovnách. Je nezbytné brát v úvahu rozdíl mezi zkušebním zdrojem osvětlení a osvětlením v prostorách, kde se objekty vyskytují, interpretaci spektrálních změn jako viditelných barevných rozdílů a nestandardního blednutí ISO BWS v porovnání s měřenými materiály. Výsledky měření celkové barevné difference pomocí systému Mikrofadeometr jsou pravděpodobně vyšší než by byly v reálném prostředí, protože filtrované světlo z xenonové výbojky má bohatší spektrum krátkých vlnových délek než typické galerijní/ muzejní osvětlení. Hladiny světelné zátěže exponátů, například uvedené v Tab. 2, jsou také mírně nadhodnoceny. Při plánování bezpečného nastavení intenzity osvětlení a času expozice je používán lineární výpočet, ačkoli míra barevné změny materiálů obvykle časem exponenciálně klesá. Z těchto důvodů je nezbytné chápat výsledky MFT, stejně jako jiné metody urychleného stárnutí, jako orientační pro řízení rizik spojené se světelnou zátěží, nikoli jako čistě prediktivní [WAGNER, 2001].

Metodika - a celý postup stanovení světlostálosti - by měla přispět ke konstruktivnímu dialogu mezi restaurátory, technology restaurování a kurátory či správci fondů při přípravě výstav a řešení osvětlení objektů. Systém Mikrofadometr je kvantifikační a objektivní nástroj pro posouzení rizika poškození materiálů objektu světlem.

Výsledky měření světlostálosti pomocí systému Mikrofadometr pak např. slouží v NK ČR k jasnější argumentaci pro vhodnější světelné podmínky při uložení knihovnických fondů. Praktická ukázka využití systému Mikrofadometr na pracovišti Národní knihovny České republiky (NK ČR) je uvedena v příloze č. 1 metodiky.

## Literatura:

- The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. *Research and Technical Studies Specialty Group Postprints*. Manuscripts from the 38th Annual Meeting of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works in Milwaukee, WI, May 11 – 14, 2010. The Research and Technical Studies Group (RATS) and the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (AIC).. 2010. ISSN: 2167-9851
- BULLOCK, L. Reflectance spectrophotometry for Measurement of Colour change. In *National gallery technical bulletin*. Volume 2. London: The National Gallery GB, 1978.
- DEL HOYO-MELÉNDEZ, J. M., MECKLENBURG, M. F. *Interpreting Delta E\**. Light Effects on Collections Preservation. 2008
- DEL HOYO-MELÉNDEZ, J. M., MECKLENBURG, M. F. Lightfastness tests of ethnographic objects from the Anchorage Project. In *MCI Analysis Request, Number 6174*. Smithsonian Museum Conservation Institute. 2008
- DEL HOYO-MELÉNDEZ, J. M., MECKLENBURG, M. F. Micro-fading Spectrometry: A Tool for Real-time Assessment of the Light-fastness of Dye/Textile systems. In *Fibers and Polymers 2012*, Vol. 13, No. 8, pp. 1079-1085.
- DEL HOYO-MELÉNDEZ, SOBCZYK, J. *Real-time evaluation of the photosensitivity of cultural heritage (CH) objects using fiber optics reflectance spectroscopy (FORS) coupled with accelerated light aging*. Working Group Meetings. COST Action TD1201. Presentation. Dostupné na WWW: [http://www.cosch.info/documents/14030/52027/WG+1\\_Julio+Del+Hoyo.pdf/0e81adec-f466-4e51-8c1c-f54bdfdd80b](http://www.cosch.info/documents/14030/52027/WG+1_Julio+Del+Hoyo.pdf/0e81adec-f466-4e51-8c1c-f54bdfdd80b). >
- DEL. HOYO-MELÉNDEZ, J. M., MECKLENBURG, M. F.: A survey on the light-fastness properties of organic-based Alaska native artifacts. In *Journal of Cultural Heritage*, 2010. USA : Museum Conservation Institute, Smithsonian Institution, 2010, pp. 493–499
- DRUZIK, J. R. Evaluating the Light Sensitivity of Paints in Selected Wall Paintings at the Mogao Grottoes: Caves 217, 98, and 85. In *Mogao Grottoes Cave 85 Project*, Part nine. pp. 457-453. ISBN 978-1-60606-013-1

- FORD, B. Non-destructive microfade testing at the National Museum of Australia. In *AICCM Bulletin 32*. National Museum of Australia., 2011. pp 54-64
- LERWILL, A., TOWNSEND, J. H., LIANG, H., THOMAS, J., HACKNEY, S. A portable micro-fading spectrometer for versatile lightfastness testing. In *E-preservation Science*, by Morana RTD d.o.o. 2008. ISSN: 1581-9280 web edition. ISSN: 1854-3928 print edition. pp. 17-28.
- LIANG, H., LANGE, R., LUCIAN, A., HYNDES, P., TOWNSEND, J. H., HACKNEY, S. *Development of portable microfading spectrometers for measurement of light sensitivity of materials*. Lisabon: ICOM CC, 2011.
- SHARMA, G., RAJA B. *Digital Color Imaging Handbook*. Hoboken: CRC Press, 2002. ISBN 1420041487.
- SMITH, N. *Into the light: exhibition lighting guidelines at the National Museum*. National Museum of Australia - Audio on demand - 2009 Collections symposium. Dostupné na WWW: [http://www.nma.gov.au/audio/transcripts/collections09/NMA\\_NicolaS\\_20090327.html](http://www.nma.gov.au/audio/transcripts/collections09/NMA_NicolaS_20090327.html)
- Ed. ŠTEFCOVÁ P. *Preventivní ochrana sbírkových předmětů*. Druhé vydání. Praha: Národní muzeum, 2001. S. 62 ISSN 80-7036-129-8
- THOMAS, J., KLISIŃSKA-KOPACZ, A., SOBCZYK, J., BRATASZ, Ł., ŁOJEWSKI, T. *Characterisation of fading behaviour of coloured papers during simulated display in anoxia*, Jagiellonian University. Prezentace. Dostupné na WWW: [http://iaq.dk/iap/iaq2010/iaq2010\\_thomas.pdf](http://iaq.dk/iap/iaq2010/iaq2010_thomas.pdf)
- WAGNER, S. S., MC CABE, C., LEMMEN, B. Guidelines for Exhibition Light Levels for Photographic Materials. In *Guidelines for Exhibition Light Levels for Photographic Materials Topics in Photographic Preservation*, Vol 9, 2001. Dostupný z WWW: <http://www.nps.gov/hfc/products/cons/ex-contechnotes.htm>
- WHITMORE, P., CHONG TAO. *Final Report to the National center for preservation technology and training: Development of a micro-fading tester with near-UV capability*. Grant Number MT-2210-10-NC-0. Carnegie Mellon University, 2011.

### Seznam publikací a aktivit, které předcházely metodice a byly publikovány

- VÁVROVÁ, P., KAŠŤÁKOVÁ, T., PALÁNKOVÁ, L., NEORALOVÁ, J., SOUČKOVÁ, M., SAZAMOVÁ T: „Využití nových instrumentálních metod pro průzkum knihovních fondů“. In: *Fórum pro konzervátory-restaurátory 2014, Ústí nad Labem*. Brno: Metodické centrum konzervace/Technické muzeum v Brně, 2014. S. 134. ISSN 1805-0050, ISBN 978-80-86413-89-3.
- VÁVROVÁ, P., PALÁNKOVÁ, L., NEORALOVÁ, J.: „Systém Mikrofadeometr a jeho využití v Národní knihovně ČR pro účinnou ochranu kulturního dědictví“, In: *Fórum pro*

*konzervátory-restaurátory 2016, Brno.* Brno: Metodické centrum konzervace/Technické muzeum v Brně, 2016. 174 stran. ISSN 1805-0050

- VÁVROVÁ, P., PALÁNKOVÁ, L., NEORALOVÁ, J.: „Hodnocení světelné odolnosti vybraných knihařských pláten pomocí mikrofadeometru“, přednáška na *XVI. Seminář restaurátorů a historiků, Opava 2016*. V současnosti ještě není vydán sborník.
- HŘEBECKÁ, D., NEORALOVÁ, J., PALÁNKOVÁ, L., BOUMOVÁ, K., VÁVROVÁ, P.: „Zpracovatelnost knihařských pláten“. In Sborník k XX. mezinárodnímu semináři Společenstva českých knihařů, Plzeň 15. - 18. 9. 2016.
- Petra Vávrová, Magda Součková, Lucie Palánková, Jitka Neoralová, Christel Pesme: Workshop „MICROFADEOMETRY – THEORY and PRACTICE“. Národní knihovna České republiky, Centrální depozitář v Hostivaři. Termín konání: 19.-21.8.2015.
- Vávrová, P., Součková, M., Neoralová, J., Palánková, L., Kašťáková, T., Boumová, K., Sazamová, T., Benešová, M., Hřebecká, D.: Conservation science and conservation of modern library collections. In Book: Recent Development in Fibrous Material Science. Str. 278-297, počet stran knihy 429, O.P.S. Kanina, prosinec 2015