

LED osvětlení v umění - věrohodnost reprodukce a šetrnost světla

O tomto tématu se dlouhou a téměř rozhořčeně diskutovalo. A přeci to nakonec byly pozitivní zkušenosti s použitím technologie v muzeích a mimo jiné průkopnické odborné studie společnosti Zumtobel, které vyloučily poslední pochybnosti o tomto předělu ve vytváření světla. Světlo z polovodičů se v roce 2012 definitivně prosadilo ve světě muzeí. Získává si své příznivce především díky novým pohledům na věc, ale i možnosti změny barvy světla v rámci světelného zdroje, a to při zachování velmi dobrých vlastností reprodukce barev (Tunable White).

Autorka: Carina Buchholz, Lighting Application Management, Zumtobel Lighting

Neustálý dynamický vývoj technologie optických vlastností polovodičů nabízí netušené možnosti pro souhru člověka a uměleckého objektu. Staví specialisty z muzeí a světelné designery před nové výzvy a možnosti, nikoli jen v technickém ohledu. Diskuze o LED technologii byla poslední dobou ovlivňována především dvěma otázkami: Jaké šance nabízí LED reflektory pokud jde o vystavení exponátů ve správném světle a tím i přínos pro vnímání návštěvníků muzea? Jsou světelné diody skutečně revolucí s ohledem na prevenci škod na exponátech nebo je možné, že okrádají budoucí generace o jejich kulturní dědictví? Přesně na tyto otázky našli díky svému obsáhlému výzkumu a studiím fundovanou odpověď specialisté ze společnosti Zumtobel.

Na světlo to vynesl Picasso - Vysoká kvalita LED diod v muzeu

Zumtobel zadal na Technické univerzitě v Darmstadtu, katedře světelné techniky, výzkum, který se důkladně zabýval řešením těchto otázek. Zvláště důležité přitom byly parametry pro vyhodnocování, které jsou relevantní pro umělecké objekty.

Výzkum zahrnuje jak elektrické, tak i světelně technické vlastnosti svítidel, jako je barva, spektrální rozložení světla, reprodukce barev, intenzita osvětlení, potenciál poškození, elektrický příkon a především homogenita nasvícení obrazu, neboť ta je měřítkem kvality prezentace. Měření potenciálu poškození probíhala podle CIE

157:2004¹. Zjištěné hodnoty měly v rámci pokusu v reálných podmínkách potvrdit svou validitu při použití v praxi.

Pro pokus v reálných podmínkách byly instalovány dva různé světelné zdroje a po sobě nasměrovány na kresbu „Harlekýn“ pocházející z roku 1916 od Pabla Picassa. První reflektor byl vybaven konvenční technikou s halogenovou žárovkou, druhý LED světelnými zdroji. Barva světla a svítivost byly u LED světla nastavovány přes ovládací systém na hodnoty od 2700 do 6500 kelvinů, tedy od teplé bílé po denní světlo (Tunable White). Základem analýzy halogenového reflektoru byly navíc hodnoty stmívaného nebo nestmívaného světla. Picasso použil u »Harlekýna« tenký, lehce zvlněný papír, který byl natažen na těžký nosný papír. Vedoucí studie použili vlastnosti tohoto druhu papíru jako referenci pro vyhodnocení poškození, jelikož tato technika je s ohledem na konečné složení nejbližší bezdřevému papíru.

Výsledky studie výzkumu v reálných podmínkách potvrzují výzkumnou práci společnosti Zumtobel v oblasti LED osvětlení. Při srovnatelné teplotě chromatičnosti vykazuje LED reflektor v laboratoři v zásadě výrazně nižší potenciál poškození - a sice u všech materiálů uvedených v CIE 157:2004 od bezdřevého papíru, textilií, akvarelových barev na bezdřevém papíře, až po olejové barvy na plátně a novinový papír . Díky nízkému potenciálu poškození LED reflektory se zvyšuje možná délka osvětlení u většiny materiálů přibližně o 50 procent, u novinového papíru dokonce o 300 procent. Tyto výsledky potvrzují i měření u výše zmíněné Picassovy malby. Až u vyšších teplot chromatičnosti (přibližně od 3250 K) se doby působení osvětlení přibližují halogenovému osvětlení při 2050 K.

- Stmívaný halogenový reflektor dává bílé světlo s velmi nízkou teplotou chromatičnosti, srovnatelnou se světlem svíčky. Pro dosažení brilantní bílé musíme následně zvýšit hodnotu proudu. Takto zvýšená intenzita osvětlení nezvyšuje jen potenciál poškození, ale projevuje se negativně i na energetické bilanci.

- Stmíváním halogenového reflektoru na požadovanou intenzitu osvětlení se barva světla přesunuje od 2 900 K až do 2 000 K. Tento posuv narušuje stabilitu vnímání. U LED reflektoru naopak probíhá regulace intenzity osvětlení, bez negativní změny barvy světla.

- Při reprodukci barev vykazují halogenové reflektory i LED reflektory velmi dobré hodnoty $R_a > 90$. Pouze u vyšších teplot chromatičnosti, jako je 6 500 K (bílé denní

světlo), klesá reprodukce barev u LED reflektoru na Ra 84. Barvy jsou tedy u obou technik světelných zdrojů reprodukovány velmi podobně dobře.

- Hodnocení intenzity osvětlení ukázalo, že halogenové světlo vykazuje na malbě „Harlekýna“ nerovnoměrnosti, které pozorovateli nezůstanou skryty. Přesto by toto kritérium nemělo být přeceňováno, protože rovnoměrná prezentace obrazů často není žádoucí. Exponát je naopak možné prezentovat vhodným způsobem díky vědomě použitým světlým, resp. tmavým zónám.
- Spotřeba elektrické energie je u LED reflektorů asi o 50 procent nižší než u halogenových. U nestmívaných realizací je to dokonce 300 procent. Jedná se o potenciál úspory, který může být zcela rozhodující.

Výhodou světelných diod je dlouhá životnost spojená se snadnou údržbou, nesporný je vysoký potenciál úspory, ale i účinná a zároveň šetrná prezentace. Díky studii společnosti Zumtobel se však do popředí dostal ještě jeden, jiný důležitý aspekt: Díky inovačním technologiím je nyní možné podpořit působení uměleckého objektu na člověka. LED světlo znásobuje výrazovou sílu, a to tak, že nejen intenzita světla, ale i barvy světla mohou být vždy dle barvy nebo materiálu jemně sladěny s exponátem - a to jedním stisknutím tlačítka a bez výměny žárovky¹.

Symbióza světla a umění - revoluce Tunable White

Obraz například s mnoha jemnými odstíny červené je působivý díky svým sytým barvám a kontrastům, avšak pouze tehdy, pokud se světelný zdroj, volba světla a jejich umístění optimálně přizpůsobí okolním podmínkám. Pro dosažení nejlepší kvality vnímání by mělo být u uměleckého objektu použito spektrum světla, u něhož převládá spektrální oblast odpovídající danému dílu, v tomto případě s načervenalými odstíny a dlouhými vlnami. Důvod: Světlo může reprodukovat intenzivně a přesně především ty barvy, které jsou odpovídajícím způsobem zastoupeny ve vlastním spektru.

Při osvětlení uměleckého díla musí být zohledněn také výběr barvy umělce, příslušné místo vzniku, jakož i světelné poměry panující v době tvorby (denní světlo nebo umělé světlo). Tyto faktory občas vyžadují zcela odlišné barvy světla a spektrální rozložení. Takové množství variací v žádném případě nelze kompletně pokrýt pouze použitím různých typů světél a žárovek. V praxi se však často používá pro celou galerii jako

kompromisní řešení jeden typ reflektoru, resp. zdrojů se střední neutrální bílou barvou světla a velmi dobrou reprodukcí barev. Průkopnickou alternativu pro takovou problematiku vytvořila technologie polovodičů. Prostřednictvím LED svítidel s identickým designem je možné přizpůsobit široce definované, jemně sladěné světelné spektrum individuálně každému objektu pouze stiskem tlačítka, s vynikající reprodukcí barev a při zachování optimálního jasů exponátu. Díky proměnnému bílému světlu, tedy s možností nastavení a změny intenzity a barev světla (Tunable White) lze rovnocenně prezentovat umělecká díla s převládajícími modravými nebo červenavými barvami, jakož i díla z různých materiálů bez výměny osvětlovacích prostředků nebo reflektorů.

Tímto způsobem je muzeum optimálně vybaveno do budoucna: Při výměně výstavy se světlo přizpůsobí novým uměleckým objektům rychle a s vynaložením minimálního úsilí na údržbu, a to dle přání umělce nebo kurátora. Jemné nuance lze přitom odstupňovat způsobem, který byl ještě donedávna technicky neproveditelný. Díky nastavitelnému bílému světlu, emitovanému jedním LED zdrojem, lze změnit kvalitu vnímání a rovnocennou prezentaci umění způsobem, který se dá popsat jedním slovem: Dokonalost.

Nelze srovnávat: LED světelné zdroje dnes a v minulosti

Kvůli rychlosti vývoje polovodičových zdrojů však vyvstal další problém: Stále znovu jsou zveřejňovány studie založené na zastaralých technologických standardech, které následně vedou ke znejistění ve směru reprodukce barev a potenciálu poškození u LED zdrojů²⁾.

LED světelné zdroje v teple bílé barvě vykazují nejnižší špičku ve vysokoenergetické oblasti s nízkými vlnami. Díky tomu mají nižší faktor poškození než LED zdroje s vysokým podílem modré. LED světelné zdroje s kvalitním teple bílým světlem se v poslední době vyvíjely velmi razantně, pokud jde o reprodukci barev a účinnost. Nové oblasti použití nabízí také reflektory s technologií Tunable White: Světla s nastavitelnou barvou světla od nízkých po vysoké hodnoty teploty chromatičnosti, tedy od teplé bílé po studeně bílou lze díky jemnému odstupňování výborně sladit s exponáty. V případě velmi citlivých uměleckých děl lze nastavit nejnižší hodnotu kelvin (teplá bílá). Při velmi dobré reprodukci barev přitom nedochází k poškození. Koncepty osvětlení s reflektory typu Tunable White tím nabízí mnoho možností optimálního sladění s ohledem na umělecký objekt a potřeby lidského vnímání.

Přiměřená expozice světla - odpovědnost vůči budoucnosti

Při diskuzi o potenciálu poškození světlem je kromě rozložení spektra nutno zohlednit také vliv intenzity světla a doby trvání expozice. Také zde nabízí Zumtobel inovační řešení díky inteligentnímu systému řízení osvětlení.

Systémy řízení osvětlení zajišťují, že jsou exponáty vystaveny optimální světelné expozici. To se děje zčásti díky úrovni jasů, která je nutná pro kvalitní proces vnímání, a díky sledování přítomnosti, kdy je zohledněn pobyt návštěvníků. Pro určité denní doby je možné definovat časy vypínání a zapínání. Systém řízení žaluzií a senzory denního světla zajišťují, že je použito jen tolik světla, kolik je nezbytně nutné. To v konečném důsledku vytváří ideální rovnováhu mezi architekturou, příjemnými pocity člověka, exponátem a náklady na energii.

LED technologie je navíc dokonalým řešením integrace u systémů řízení osvětlení. Polovodiče nejsou zatěžovány častým zapínáním a vypínáním v důsledku sledování přítomnosti, ani častým stmíváním. Požadované úrovně světla je dosaženo okamžitě, bez rušivé doby náběhu. Kromě toho odpadá u polovodičů nežádoucí posun barev nebo změna kvality reprodukce barev, jak k tomu může docházet u procesů stmívání pro konvenční světelné zdroje. To také bez výhrad potvrzují výsledky výzkumu Technické univerzity v Darmstadtu.

Mimo jiné to znamená, že používání systémů řízení osvětlení je nepoměrně důležitější téma než diskuze okolo potenciálu poškození vlivem LED osvětlení. Tyto systémy osvětlení pomáhají šetřit cennou energii, aniž by vznikala omezení s ohledem na vizuální nebo emocionální kvalitu světla. Tímto způsobem lze spojit ekologicky uvědomělý požitek z umění s jemnou světelnou expozicí. Muzeum tak může díky šetrnému zacházení se zdroji a kulturním bohatstvím převzít dvojí odpovědnost a zajistit autentickou prezentaci umění s jednotným konceptem řízení osvětlení.

1): Index reprodukce barev a jeho průkaznost

Definované světelné technické hodnoty jako je barva světla a reprodukce barev nemohou nikdy zcela pokrýt nuance systému lidského vnímání. Jsou to spíše početní vodítka. Uvedením pouze jednoho čísla (např. CRI nebo Ra > 90) zůstává často

nezodpovězena otázka, které barvy budou reprodukovány skvětle a kde se dají očekávat nedostatky. Vysoký index reprodukce barev světelného zdroje, jehož lze technicky velmi dobře dosáhnout konvenční lampou nebo v poslední době také LED zdrojem, nelze v žádném případě ztotožňovat s optimálním vnímáním barev pozorovatele tak, jak to dříve umělci zamýšleli. Realitou je rovněž skutečnost, že tyto technické, světlo hodnotící systémy nikdy nemohou zcela popsat subjektivní vnímání osob.

Index reprodukce barev, který je základem již téměř půl století, je navíc pro popis kvality LED technologie v odborných kruzích považován za nevhodný. LED zdroje jsou při této hodnotící metodě klasifikovány hůře než je tomu ve skutečnosti u lidského vnímání. Z těchto důvodů jsou nyní diskutovány nové metody hodnocení jako je CQS hodnota (Color-Quality Scale). Ani denní světlo není zdaleka vždy to nejlepší řešení. Umělecká díla, jež vznikla za světla žárovek nebo ještě v dřívějších dobách za svitu svíček v tmavých světnicích, ztrácí pod přirozeným světlem svou výrazovou sílu.

2): Debaty o použití a kvalitě LED diod v muzeích

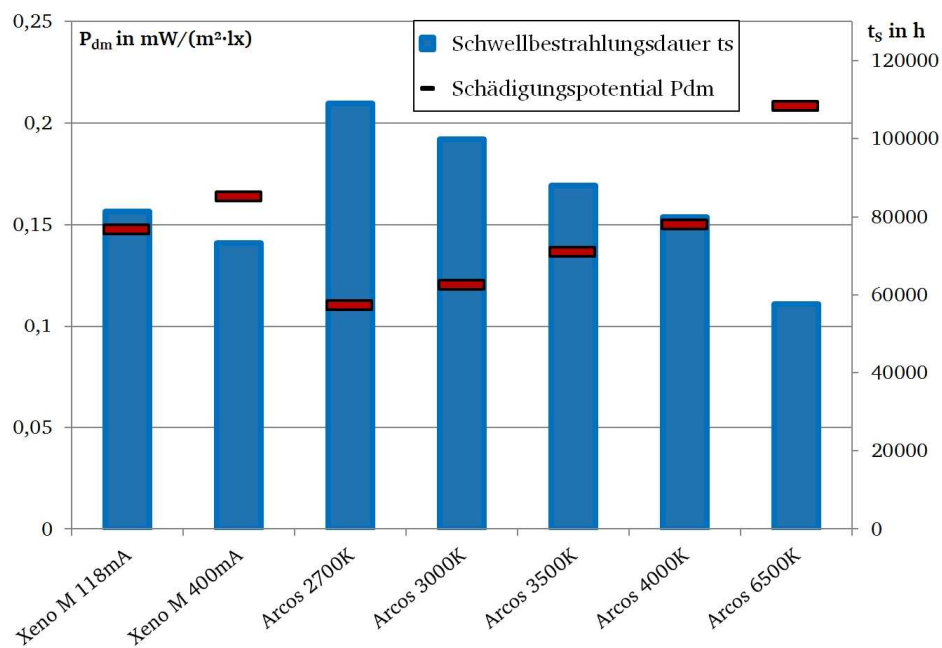
V počátcích LED byla technologie polovodičů považována specialisty za obzvláště šetrnou k exponátům, vzhledem k aspektům konzervace. Žádné zatěžování UV nebo infračerveným zářením, žádné další ochranné filtry. LED zdroje skutečně definovaly předěl, pokud se týká šetrného osvětlení exponátů.

Přesto bylo zpočátku věnováno příliš málo pozornosti spektrálnímu rozložení ve viditelné oblasti vlnových délek od 380 nm do 780 nm. Čím kratší vlny jsou vyzařovány, tím škodlivější jsou pro objekt - vždy podle materiálu a absorpčních vlastností. Proto se brzy objevily kritické hlasy s otázkou, zda by snad špička ve vysokoenergetické modré spektrální oblasti s nízkými vlnami, kterou lze více či méně často nalézt u bílých LED zdrojů, mohla přispět k poškození vystavovaných objektů. Tento odlišný výklad spektrálního rozložení se zakládá na skutečnosti, že základem bílých LED zdrojů je ve většině případů vyzařování světla prostřednictvím modrých LED diod za použití vrstev fosforu. Potenciál poškození však vychází z celé spektrální oblasti od 380 nm do 780 nm. Článek od Stevna Weintrauba, známého konzervátora z New Yorku, však zahnal obavy znejistěných odpovědných pracovníků v muzeích. Jeho fundovaný podložený závěr zní: LED vyzařují nižší potenciál poškození než konvenčně používaná světla, především v rozsahu hodnot teplé bílé barvy.

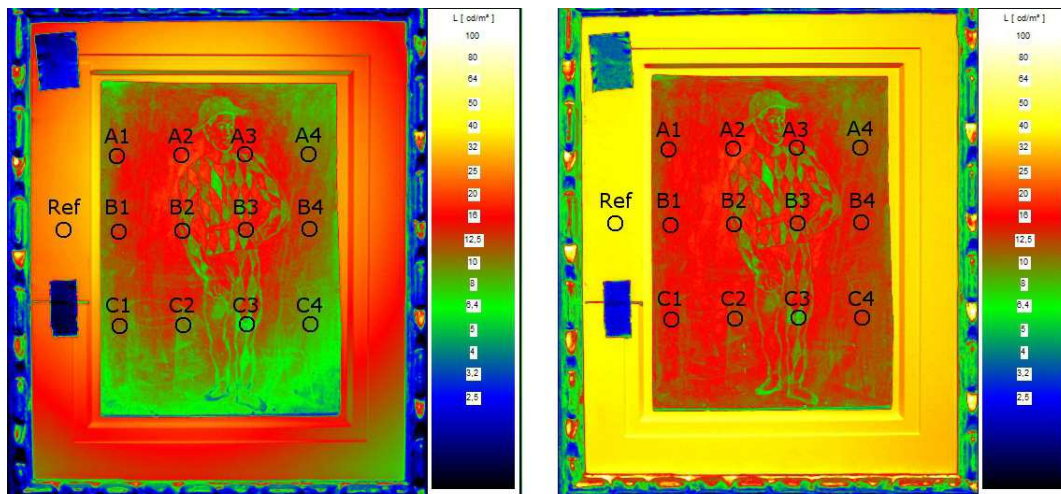
Obr. 1: Testování osvětlení na kresbě „Harlekýn“ od Pabla Picassa.



Obr. 2: Potenciál poškození a práh doby osvětlení – reflektor XENO s halogenovým zdrojem, reflektor ARCOS LED, pro různou teplotu chromatičnosti.



Obr. 3: Výsledky fotometrických měření kresby „Harlekýn“.

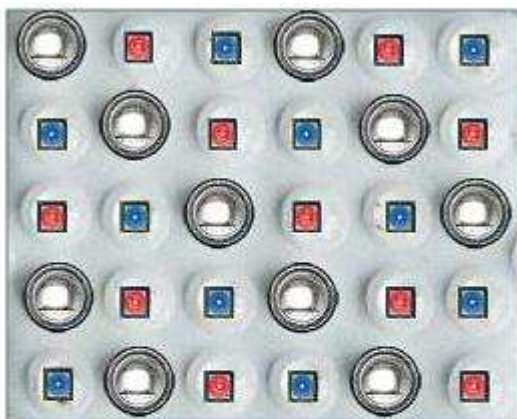


Halogenstrahler

LED-Strahler

Obr. 4: Vzorek Tunable White PI-LED desky, zdroje s vynikajícím barevným podáním.

Ra 90



Pi-LED Platine
Tunable White

PI-LED®

Obr. 5: Rozložení spektra pro různé teploty chromatičnosti (svítidlo ARCOS Tunable White).

