Osvětlení historických objektů v krajině: rozdíly v přístupech, technologické možnosti a vnímání pozorovatelem

Illumination of Historical Monuments in Rural Landscapes: Differences in Approaches, Technological Solutions, and Observer Perception

Věra Hadravová, Patrik Kučera, Hana Kárníková,

Jan Havlík, Lenka Maierová

Abstract:

Recent advances in lighting technologies are reshaping the nocturnal environment and the ways in which historical monuments are presented within the landscape. This study examines how lighting conditions that are positively perceived at close range can be transferred to the illumination of historical monuments situated in predominantly dark rural landscapes. Attention is given to the relationship between the visual presentation of cultural heritage, the preservation of landscape character, and the environmental impacts of artificial light at night (ALAN).

The research forms part of a broader sequence of experiments investigating observer preferences for architectural lighting with systematically varied luminance levels and spectral compositions. Findings from a previous laboratory were first examined in an outdoor close-range setting, where the illuminated surface occupied a substantial part of the observer's visual field. The resulting optimized lighting scenarios were subsequently applied to experimental lighting installations in rural landscapes, where the illuminated monument formed only a small part of a predominantly dark visual scene. All installations were assessed through field measurements and subjective evaluation, combining a pilot assessment at close range with qualitative observations from medium- and long-distance viewpoints. The study investigated how correlated colour temperature (CCT), luminance, observation distance, visual adaptation and antecedent lighting conditions interact with landscape context, atmospheric conditions and natural sources of nocturnal illumination.

Results indicate that increasing luminance does not necessarily improve the perceived visual quality of architectural lighting. Very warm light (CCT ≤ 2200 K), associated with reduced impacts on the nocturnal environment, was generally well accepted and perceived as pleasant and consistent with the character of the sites. Conversely, light with a CCT 3000 K, commonly described in lighting practice as warm white, was perceived under night-time conditions as neutral white and less appealing in the historical context. With increasing observation distance, differences between the tested very warm lighting scenarios became progressively less important, while the influence of landscape context and prevailing atmospheric conditions increased. The findings demonstrate that context-sensitive lighting design can balance cultural heritage presentation, landscape character and nocturnal environmental protection. Very warm light sources combined with low luminance levels achieve this balance without compromising the perceived visual quality of illuminated historical monuments in rural landscapes.

Keywords:

ALAN; nightscape; CCT; environmental lighting zones; light pollution; cultural heritage; visual adaptation

HADRAVOVÁ, Věra, a kol. (2026). Osvětlení historických objektů v krajině: rozdíly v přístupech, technologické možnosti a vnímání pozorovatelem. In: KUGL, Jiří, ed. Člověk, stavba a územní plánování 19. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. pp. 312–332. ISBN 978-80-01-07579-1. ISSN 2336-7687.
Článek je licencován pod licencí Creative Commons BY-NC-ND 4.0 (Uveďte autora-Neužívejte komerčně-Nezpracovávejte 4.0 Mezinárodní). Licenční podmínky: *http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.cs*

Osvětlení historických objektů v krajině: rozdíly v přístupech, technologické možnosti a vnímání pozorovatelem Věra Hadravová a kolektiv

1 Úvod

Problematika osvětlení (nejen) historických objektů má potenciál zásadně ovlivnit obraz noční krajiny, ale také prostorovou identitu místa, kontinuitu kulturní paměti a kulturního dědictví i kvalitu životního prostředí. V současné evropské krajině již světlo přestává být pouze funkčním předpokladem pohodlné noční orientace a bezpečného venkovního pobytu člověka po setmění. Stává se nedílnou součástí architektonického vyjádření, prostředkem akcentace významů i nástrojem komunikace mezi urbanizovanými celky a volnou krajinou. Současně však představuje významný faktor ovlivňující podobu noční krajiny i kvalitu nočního prostředí. Problematika umělého světla v noci (Artificial Light at Night – ALAN) proto v posledních letech získává stále větší pozornost nejen v oblasti světelné techniky, ale také v urbanismu, krajinářské architektuře a ochraně životního prostředí.

Současné možnosti LED technologií a jejich využití do architekturního osvětlení umožňují citlivé modelování prostoru a akcentaci významných krajinných dominant. V historicky hodnotné krajině však současně vyvstává otázka vhodného rozsahu, intenzity, spektrálního složení a časového režimu osvětlení, které mohou být v rozporu se zachováním autenticity místa, respektem ke geniu loci, kulturně-historickému dědictví i dlouhodobě formované vizuální charakteristice krajinného rázu. Osvětlení se zde dostává do přímé interakce s legislativními limity pro zásahy do památkově chráněného území, krajinných struktur nebo životního prostředí, které jsou nedílnou součástí udržitelných principů plánování a tvorby kulturní krajiny. Zatímco ve městě může vhodně zvolené osvětlení podpořit čitelnost urbanistické struktury, v otevřené krajině citlivý přístup k osvětlování přispívá k uchování výrazových hodnot přírodních scenérií a minimalizaci negativních impaktů na noční biotu, krajinnou estetiku i ekosystémové služby. Přístupy k návrhu architekturního osvětlení historických objektů by proto měly vycházet ze specifických krajinných podmínek, typu okolní zástavby, měřítka prostředí i preferencí a potřeb uživatelů území.

Cílem článku je na základě experimentálního ověření formulovat principy citlivého architekturního osvětlení historických objektů v krajině, které respektují vizuální charakter místa, krajinný kontext i požadavky ochrany nočního prostředí. Pozornost je věnována zejména vztahu mezi parametry současných světelných technologií, subjektivním vnímáním architektonického osvětlení a environmentálními dopady umělého světla v noci (ALAN).

2 Architekturní osvětlení historických objektů

Osvětlení památek a historických objektů umístěných ve volné krajině představuje komplexní a multidisciplinární problém, propojující technické obory (světelnou techniku) s vědami společenskými (historie a památková péče) a přírodními (ekologie, ochrana krajiny).

Architekturní osvětlení historických objektů představuje specifickou kategorii venkovního osvětlení, jejímž cílem je dlouhodobě prezentovat architektonické, historické a kulturní hodnoty staveb v nočním prostředí. Na rozdíl od slavnostního (příležitostného) osvětlení, které je časově omezené a často využívá výrazné světelné efekty, je architekturní osvětlení součástí běžného nočního obrazu lokality a mělo by respektovat charakter objektu i jeho okolí. Právě jeho každodenní a dlouhodobý provoz současně vyžaduje důslednější omezení negativních dopadů na noční prostředí. V případě historických staveb umístěných mimo urbanizované prostředí je navíc nutné zohlednit vztah osvětleného objektu k okolní krajině a nočnímu prostředí.

Architekturní osvětlení je tradičně spojováno s prezentací významných staveb a posilováním jejich vizuální identity v nočním prostředí. Elektrické světlo umožňuje zdůraznit architektonické prvky, hierarchii objektu a jeho kulturní význam (Valetti, Pellegrino a Aghemo, 2020). Současně prokazatelně ovlivňuje emocionální a percepční hodnocení místa, přičemž charakter světla se promítá do celkové atraktivity a atmosféry noční scény (Masullo et al., 2022).

Estetické působení osvětleného objektu není dáno pouze samotným objektem, ale také světelnými parametry použitých soustav a charakterem okolního nočního prostředí. Výzkumy ukazují, že veřejnost obecně preferuje teplejší odstíny bílého světla, které jsou spojovány s příjemnějším a bezpečnějším prostředím (Portnov et al., 2020; Himschoot et al., 2024). Naopak příliš vysoké intenzity osvětlení nebo kombinace intenzivního světla s vyšší teplotou chromatičnosti mohou vést k negativnějšímu hodnocení prostředí a méně příznivým emocionálním reakcím (Masullo et al., 2022). Významnou roli hraje také barevný charakter světla. Historické stavby byly po staletí vnímány výhradně při osvětlení plamenem ohně, jehož světlo se vyznačuje velmi teplým barevným tónem. Naopak světlo s barevným charakterem blízkým dennímu světlu může v nočním prostředí působit jako cizorodý prvek, který oslabuje autenticitu historického obrazu památky i jejího krajinného kontextu.

2.1 Estetická role světla v noční krajině

ALAN vytváří specifický dualismus mezi urbanizovaným prostředím a volnou krajinou (Stone 2021). Na rozdíl od městského prostředí je základní charakteristikou volné krajiny přítomnost tmy a pouze omezeného množství přirozeného světla pocházejícího z noční oblohy. Elektrické osvětlení je naopak tradičně spojováno s lidskými sídly a představuje jeden z nejvýraznějších projevů lidské přítomnosti v krajině. Zatímco osvětlené sídlo představuje symbol lidské činnosti a technologické kontroly nad prostředím, tma je spojována s přírodním charakterem krajiny a s možností vnímat noční oblohu jako významnou estetickou hodnotu.

V posledních desetiletích dochází k postupnému rozšiřování elektrického osvětlení i mimo tradičně urbanizovaná území. Světlo stále častěji vstupuje do prostředí kulturní a přírodní krajiny a stává se významným prvkem jejího nočního obrazu (Novotný a kol., 2025). Osvětlené historické objekty zde často představují výrazné vizuální dominanty a vzniklý světelný kontrast vůči okolní tmě způsobí, že významně ovlivňují estetické vnímání celého prostoru. Vedle pozitivní role při prezentaci kulturního dědictví však může docházet i k narušení vizuálních vztahů mezi sídly, krajinou a noční oblohou (Pérez Vega, Zielinska-Dabkowska a Hölker, 2021).

Stone (2021) také uvádí, že elektrické osvětlení významně ovlivňuje i způsob, jakým člověk noční krajinu vnímá. Estetická kvalita architekturního osvětlení není dána pouze samotným osvětleným objektem, ale také jeho interakcí s okolní tmou, krajinou a noční oblohou. Zatímco osvětlené objekty mohou vytvářet silné estetické zážitky a posilovat identitu místa, tmavá obloha a přítomnost přirozené tmy jsou samy o sobě významnou estetickou hodnotou. Například UNESCO v rámci iniciativy Astronomy and World Heritage současně upozorňuje, že zachování přirozeně tmavé noční oblohy přispívá k zachování kulturního významu a integrity památkových lokalit (UNESCO, 2010). Zejména při návrhu osvětlení historických objektů ve volné krajině je proto nezbytné pečlivě hledat rovnováhu mezi prezentací kulturní památky a zachováním charakteru noční krajiny.

2.2 Vliv na ekosystémy v krajině

Elektrické světlo v noci představuje významný environmentální stresor (Vega et al., 2023) a specifickou formu znečištění životního prostředí (Giordano, 2018). Jeho působení se neomezuje pouze na bezprostřední okolí světelného zdroje. Prostřednictvím rozptylu v atmosféře a odrazů od povrchů dochází ke vzniku světelného znečištění, které může ovlivňovat krajinu ve vzdálenostech desítek až stovek kilometrů od zdroje světla (Sordello et al., 2022). Významnou složkou tohoto procesu je nárůst jasu noční oblohy (skyglow), který vede k postupné ztrátě přirozeně tmavého nočního prostředí a snížení

světelného kontrastu mezi dnem a nocí, který představuje základní ekologický faktor ovlivňující fungování většiny organismů. Řada druhů využívá pravidelný světelný rytmus střídání dne a noci jako informaci pro regulaci metabolismu, reprodukce, migrace, orientace i sezónních změn chování. Expozice elektrickému světlu v nočních hodinách narušuje cirkadiánní i cirkaanuální rytmy organismů a může vést ke změnám v aktivitě, reprodukční úspěšnosti nebo přežívání populací (Jägerbrand a Bouroussis, 2021; Pérez Vega, Zielinska-Dabkowska a Hölker, 2021). Dopady ALAN se neprojevují pouze na úrovni jednotlivých organismů. Změny v chování a početnosti druhů ovlivňují i mezidruhové vztahy, potravní vazby a prostorové uspořádání společenstev. Zasahují tak do struktury a fungování ekosystémů jako celku a mohou negativně ovlivňovat poskytování ekosystémových služeb, včetně opylování, regulace škůdců nebo zachování biologické rozmanitosti (Jägerbrand a Bouroussis, 2021; Katabaro et al., 2022; Merckx et al., 2023).

Citlivost organismů vůči světlu je přitom silně závislá na spektrálním složení záření. Mnoho druhů vykazuje zvýšenou citlivost zejména v oblasti krátkovlnného modrého světla, které je výrazně zastoupeno u některých typů LED zdrojů. Souhrnná analýza spektrální citlivosti rostlin a živočichů publikovaná Lucasem et al. (2026) potvrzuje, že citlivost většiny organismů výrazně narůstá směrem ke kratším vlnovým délkám, přibližně pod hranicí 500 nm. Současně s intenzitou a směrováním světla je proto třeba za významný parametr považovat také jeho spektrální charakteristiku. Světlo s vyšším podílem energie vyzařované ve vlnových délkách pod 500 nm má výrazně vyšší dopady na biotu, a proto by jeho emise do nočního prostředí měla být co nejvíce omezována. Zvýšenou pozornost je proto třeba věnovat zejména objektům nacházejícím se v blízkosti přírodně cenných území nebo migračních koridorů živočichů.

2.3 Technické možnosti současného osvětlení

Moderní LED technologie nabízí širokou volbu vlastností světelných zdrojů, které byly ještě před 10 lety obtížně dosažitelné. Pro dosažení očekávaného estetického působení objektu je dnes možný výběr z téměř neomezených možností barevného tónu světla. Optické systémy umožňují efektivně směrovat světlo do přesně vymezených tvarů a řídicí algoritmy mohou nastavovat světelné scény a řídit jejich časový průběh tak, aby bylo osvětlení využíváno účelně. Tyto postupy umožňují energetické úspory, ale současně v oblasti světelného znečištění představují klíčovou součást dnešních strategií ochrany životního prostředí a zdraví, neboť omezují negativní dopady ALAN (Falchi et al., 2011; Hao et al., 2024, Tabaka, 2021).

Aby bylo možné těchto možností při návrhu architekturního osvětlení vhodně využít, je nezbytné správně stanovit základní světelně-technické parametry osvětlovací soustavy. Množství světla dopadajícího na osvětlovaný povrch je nejčastěji charakterizováno osvětleností (lx), která spolu s odraznými vlastnostmi materiálu určuje výsledný jas povrchu (cd·m^{-2}), tedy to, jak světlý se objekt pozorovateli skutečně jeví. Barevný tón světla je v současné světelně-technické praxi nejčastěji popisován náhradní teplotou chromatičnosti (CCT, Correlated Colour Temperature), udávanou v kelvinech (K), která charakterizuje vizuální působení světla v rozsahu od velmi teplých až po studené odstíny bílé. S rostoucí hodnotou CCT zpravidla narůstá i zastoupení krátkovlnné modré složky. Velmi teplé světlo svým charakterem připomíná plamen ohně (CCT ≈ 1800 K) nebo světlo klasické žárovky s wolframovým vláknem (CCT ≈ 2700 K). Naopak denní světlo je vnímáno jako neutrální či studené a jeho CCT se zpravidla pohybuje nad 5000 K. Pro výslednou kvalitu architekturního osvětlení jsou však stejně důležité také přesné směrování světla na osvětlovaný objekt a vhodně navržený časový režim jeho provozu.

Na rozdíl od starších halogenidových svítidel, které byly dostupné pouze v omezených výkonových variantách, moderní LED svítidla existují ve velké výkonové variabilitě, doplněné možností plynulé regulace. Toto umožňuje dynamické řízení osvětlení, sestavení světelných scén a jejich přepínání dle potřeby daného objektu.

Zdroje, které byly v návrhu naddimenzované, lze dlouhodobě provozovat na nižší výkon. Je také možné snižovat intenzitu osvětlení v době, kdy není plná intenzita nutná, nebo aplikovat časová omezení a v pozdních nočních hodinách světla zhasnout úplně. Je však nutné tyto regulace navrhnout a v pravidelných intervalech kontrolovat a upravovat. Pro využití potenciálu moderní osvětlovací technologie se tedy nově objevuje potřeba odborné údržby řídicího systému, bez které je pravděpodobné, že systém nebude využíván optimálně.

Zcela zásadní je u architekturního osvětlení návrh prostorové distribuce světla. Ovlivňuje nejen vzhled a modelaci osvětlovaného objektu, ale také míru rušivých účinků světla na okolní prostředí. Nevhodně zvolená optika nebo nepřesné nasměrování světelného toku mohou způsobovat oslnění pozorovatelů a vytvářet nežádoucí světelné přesvity mimo osvětlovanou plochu. Na rozdíl od veřejného osvětlení pozemních komunikací, kde je světelný tok směrován na vodorovné plochy, je při architekturním osvětlení světlo zpravidla vedeno na svislé plochy fasád, věží nebo jiných výškových částí objektů. Svítidla přitom bývá možné umístit pouze nízko nad terénem, a světlo proto musí být směrováno vzhůru. I relativně malý přesvit mimo osvětlovanou plochu proto může způsobovat únik světla přímo do noční oblohy. Tento problém je zvláště významný u historických objektů umístěných ve volné krajině, kde osvětlené dominanty bývají často situovány na vyvýšených polohách a jsou pozorovatelné na velké vzdálenosti. V prostředí s nízkou úrovní okolního osvětlení může i malé množství unikajícího světla významně přispívat ke zvyšování jasu noční oblohy, a tím narušovat charakter noční krajiny i ovlivňovat okolní biotopy. Těmto negativním jevům lze předcházet využitím přesných optických systémů, clon a stínicích prvků, které umožňují velmi přesné vymezení osvětlované plochy. Při vhodném návrhu lze významně omezit přesvity mimo osvětlovanou plochu a minimalizovat množství světla unikajícího do okolní krajiny.

Na rozdíl od světelného výkonu nebo směrování světla, které patří mezi tradiční parametry architekturního osvětlení, volba CCT představuje relativně novou oblast návrhu. Současné LED technologie totiž poprvé umožňují vybírat z velmi široké škály barevných charakteristik světla při zachování vysoké účinnosti i kvality podání barev. Projektant tak získává dosud nebývalou svobodu, která však současně přináší odpovědnost. Nevhodně zvolený světelný zdroj může narušit historický charakter objektu i zvýšit negativní dopady na noční prostředí, zatímco vhodná volba umožňuje obě hlediska sladit.

Přestože je CCT základním parametrem používaným ve světelně-technické praxi, poskytuje pouze informaci o barevném charakteru světla, tedy o tom, jak je světlo vnímáno zrakem člověka. Sama o sobě nevypovídá o skutečném spektrálním složení světelného zdroje, a není proto dostatečným podkladem pro hodnocení biologických účinků světla na člověka ani jeho vlivu na ostatní organismy. Při porovnání běžně dostupných LED zdrojů (obr. 1) je sice patrné, že s rostoucí hodnotou CCT zpravidla narůstá také zastoupení energie vyzařované ve vlnových délkách kratších než 500 nm, které jsou z hlediska biologických účinků nejvýznamnější. Tento vztah však není jednoznačný. LED zdroje se stejnou hodnotou CCT se mohou ve svém skutečném spektrálním složení významně lišit, a tedy i výrazně odlišovat podílem krátkovlnné složky záření. Samotná hodnota CCT proto nemůže nahradit informaci o spektrálním složení světla.

2.4 Legislativní nástroje

Problematika světelného znečištění je v současnosti řešena na evropské i národní úrovni. Na evropské úrovni je významná zejména zásada Významně nepoškozovat (DNSH), která podmiňuje financování projektů z evropských fondů minimalizací jejich negativních dopadů na životní prostředí (Evropská komise, 2023). Současně nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1991 o obnově přírody zdůrazňuje potřebu ochrany ekosystémů a opylovačů, jejichž stav může být negativně ovlivňován umělým světlem v noci (Evropský parlament a Rada EU, 2024). Oba dokumenty vytvářejí rámec pro

postupné snižování světelného znečištění a podporují využívání principů odpovědného osvětlování prosazovaných organizací DarkSky International.

V českém prostředí je regulace světla v noci rozložena mezi obecné právní předpisy, metodické dokumenty a technické normy. Ochranu před světelnými imisemi umožňuje občanský zákoník, právo na příznivé životní prostředí je zakotveno v Listině základních práv a svobod a související metodickou podporu poskytuje Ministerstvo životního prostředí prostřednictvím metodik pro proces EIA a hodnocení světelného znečištění (MŽP ČR, 2023). Z technických předpisů má pro architekturní osvětlení zásadní význam norma ČSN 36 0459 Omezování nežádoucích účinků venkovního osvětlení (ČAS, 2023), která stanovuje světelně technické limity pro venkovní osvětlení v závislosti na charakteru světelného prostředí, ve kterém je objekt umístěn. Podle charakteru nočního prostředí v dané lokalitě a požadované míry ochrany životního prostředí jsou stanovena pravidla pro zatřízení do jedné z pěti světelných zón (Z0–Z4). Zóna Z0 představuje nejcitlivější přírodní lokality s nejvyšší úrovní ochrany, zatímco zóny Z3 a Z4 zahrnují urbanizovaná území s předpokládanou vyšší intenzitou nočního osvětlení. Limity pro venkovní osvětlení jsou následně stanoveny s ohledem na charakter daného území. Požadavky aplikovatelné na architekturní osvětlení jsou uvedeny v tabulce 1. Pro představu o aktuální situaci ALAN a ověření požadavků normy byly běžné jasové poměry v lokalitách historických objektů v minulých letech monitorovány napříč světelnými zónami (Maierová et al., 2025).

S rozvojem technologie LED roste i význam kontroly spektrálního složení světla. Krátkovlnná složka záření nejen vykazuje vyšší biologickou účinnost vůči řadě organismů (Hao et al., 2024; Doležal, 2024), ale vzhledem k vyššímu rozptylu krátkých vlnových délek v atmosféře zasahuje i rozsáhlejší území. Z tohoto důvodu norma ČSN 36 0459 omezuje v noční době maximální náhradní teplotu chromatičnosti světelných zdrojů v závislosti na světelné zóně (ČAS, 2023). Pro přesnější kontrolu vlivu na přírodu se v dokumentech souvisejících s aplikací principu DNSH (MŽP ČR, 2025) objevuje také parametr U500, vyjadřující podíl energie vyzařované ve vlnových délkách kratších než 500 nm. Limity pro U500 jsou uvedeny v tabulce 1.

Zóna	Charakter prostředí	Jas fasády [cd/m²] [a]	CCT [K] [b]	U500 [%] [c]
Z0	velmi tmavé	0	≤ 2200	≤ 1
Z1	tmavé	0	≤ 2200	≤ 2
Z2	málo světlé	≤ 2	≤ 3000	≤ 7
Z3	středně světlé	≤ 2	≤ 3000	≤ 11
Z4	velmi světlé	≤ 2	≤ 3000	≤ 11

Pozn.
a) Platí v době od 24:00 do 6:00
b) Pro architekturní osvětlení významných staveb v zastavěném území je podle ČSN 36 0459 přípustná náhradní teplota chromatičnosti až 4000 K.
c) Hodnoty U500 nejsou součástí ČSN 36 0459; jsou převzaty z metodiky MŽP a dokumentů DNSH.

Tab. 1 – Výňatek z požadavků ČSN 36 0459 (ČAS, 2023) a DNSH (MŽP ČR, 2025)

3 Návrh výzkumu

Výzkum se zaměřuje na subjektivní vnímání architekturního osvětlení historických objektů ve volné krajině, kde se podmínky pozorování výrazně liší od běžně osvětleného městského prostředí. Nízká úroveň jasu okolní krajiny zvyšuje kontrast osvětlené dominanty vůči převážně tmavému pozadí, takže i relativně nízké úrovně osvětlení mohou mít výrazný vizuální účinek. S rostoucí pozorovací vzdáleností současně klesá význam architektonických detailů a osvětlovaný objekt zaujímá stále menší část zorného pole, zatímco narůstá význam celkového krajinného kontextu, jasu noční oblohy, atmosférických podmínek a přirozených zdrojů světla. Současně se jedná o environmentálně citlivé prostředí, v němž se důsledky nevhodně zvoleného jasu, spektrálního složení nebo směrování světla mohou projevit výrazněji než v běžně osvětleném městském prostředí.

Cílem experimentálního designu bylo postupně ověřovat přenositelnost poznatků získaných v předchozích laboratorních studiích od kontrolovaných podmínek přes venkovní pozorování z blízké vzdálenosti až k hodnocení historických dominant v reálném krajinném kontextu. Předchozí laboratorní studie ukázala dobrou přijatelnost velmi teplého světla, absenci přímé vazby mezi vyšší intenzitou osvětlení a jeho atraktivitou a významný vliv předchozích světelných podmínek a zrakové adaptace na subjektivní hodnocení (Kárníková et al., 2025). Současný výzkum na tyto poznatky navazuje a ověřuje jejich přenositelnost do reálného venkovního a krajinného prostředí.

3.1 Experimentální design a lokality

Hodnocené lokality ve volné krajině byly zvoleny záměrně tak, aby bylo možné posoudit osvětlovací koncepty v rozdílných krajinných kontextech a z odlišných pozorovacích vzdáleností. Experimentální design tvořily tři vzájemně navazující úrovně pozorování: pilotní venkovní experiment z blízké vzdálenosti na Pražském hradě, pozorování místní dominanty ze střední vzdálenosti v lokalitě Valeč a dálkové pozorování krajinné dominanty na Troskách. S rostoucí vzdáleností se tak postupně zvyšovalo zastoupení okolní krajiny v zorném poli pozorovatele a bylo možné sledovat význam širšího světelného a atmosférického kontextu.

Pilotní experiment na Pražském hradě představoval přechod mezi laboratorním a krajinným prostředím. Byl realizován v relativně tmavém prostředí Jiřské ulice u bočního vstupu do baziliky sv. Jiří. Osvětlovaná část objektu byla pozorována ze vzdálenosti přibližně 12 m a zabírala významnou část zorného pole. Experiment se soustředil na interakce mezi CCT, vlastnostmi osvětlovaného povrchu a předchozími světelnými podmínkami pozorovatele (světelnou historií). Poznatky získané v tomto experimentu byly následně využity při tvorbě světelných scén pro hodnocení historických objektů ve volné krajině.

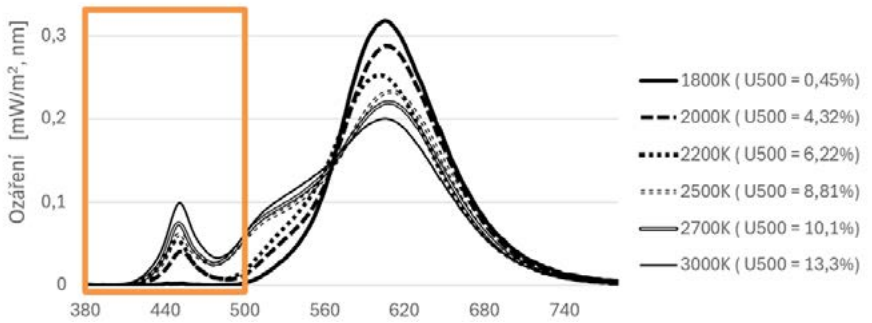
Osvětlení jižní fasády zámku Valeč bylo hodnoceno z křížové cesty nad Fabčicovým sadem vzdálené přibližně 0,5 km. Pohled vedl přes údolí s okrajem zastavěného území a součástí světelné scény bylo také osvětlené průčelí kostela Nejsvětější Trojice, které představovalo další výrazný světelný prvek v jinak převážně tmavém krajinném kontextu. Lokalita tak reprezentovala pozorování místní historické dominanty v kulturní krajině ze střední vzdálenosti.

Zřícenina hradu Trosky byla pozorována z místa poblíž nádraží Borek v údolí Libuňky ve vzdálenosti přibližně 2,25 km. V tomto pohledu tvořil osvětlený objekt pouze malou část rozsáhlé převážně tmavé krajinné scény. Dvě dominantní věže hradu, Panna a Baba, byly osvětlovány nezávislými soustavami, což umožnilo vzájemně porovnávat rozdílné světelné scénáře.

3.2 Světelné prostředí a tvorba světelných scén

Pro hodnocení osvětlení byly pro testované objekty vytvořeny různé světelné scény. Experimentální osvětlovací soustava umožňovala volbu spektrálních charakteristik zdrojů i plynulou regulaci světelného výkonu. K dispozici bylo šest variant běžně dostupných LED zdrojů teple bílého světla v rozsahu CCT 1800–3000 K, které jsou představeny na obr. 1. Prostorová distribuce světla experimentální sestavy byla volena

jako rovnoměrná, bez záměrného vytváření světelných kontrastů a stínů.



Obr. 1 – Srovnání intenzity záření použitých zdrojů v různých vlnových délkách (obdélník vyznačuje část spektra započítanou do hodnoty indexu U500)

Volba použitých CCT vycházela z výsledků předchozích laboratorních a pilotních experimentů. V jednotlivých lokalitách byly porovnávány nejméně dvě spektrálně odlišné varianty, z nichž alespoň jedna splňovala environmentální požadavky příslušné zóny světelného prostředí. Experimentální návrh současně umožňoval porovnat její hodnocení s variantami, které tyto požadavky nesplňovaly. Na lokalitě Trosky bylo hodnoceno také stávající osvětlení objektu. Přehled použitých spektrálních variant uvádí tabulka 2.

Lokalita	Zóna	CCT [K]	U500 [%]	Splnění limitu CCT	Splnění limitu U500
Pražský hrad	Z4	3000	13,3	ano	ne
		2200	6,22	ano	ano
Valeč	Z2	2700	10,1	ano	ne
		1800	0,45	ano	ano
Trosky	Z0	2700	10,1	ne	ne
		2200	6,22	ano	ne
		2000	4,32	ano	ne
		1800	0,45	ano	ano

Pozn.
Požadavky na maximální CCT vycházejí z ČSN 36 0459; limity U500 z metodiky MŽP a dokumentů souvisejících s aplikací principu DNSH

Tab. 2 – Spektrální parametry použitých světelných zdrojů a jejich vztah k požadavkům světelných zón

V pilotním experimentu na Pražském hradě osvětlovala experimentální soustava rohový prostor na styku dvou stěn s rozdílnými povrchovými úpravami (viz obr. 2; vlevo bílá omítka s odrazností 0,764; vpravo opukové zdivo s průměrnou odrazností 0,344). Osvětlenost obou ploch byla shodná: 6,5 lx, stanoveno v bodě kolmého průmětu svítidla na hodnocené plochy. Při tomto nastavení dosahovaly jasy hodnocených ploch

řádově desetin cd/m² a v důsledku rozdílných odrazných vlastností obou materiálů se vzájemně mírně lišily. Úroveň osvětlenosti byla stanovena předem na základě výsledků laboratorních studií a v průběhu experimentu se neměnila. Proměnnou veličinou světelné scény byla výhradně CCT použitých světelných zdrojů, konkrétně 3000 K a 2200 K. Jejich alternace umožnila ověření vlivu spektrálních vlastností světla při konstantní úrovni osvětlení a sledování vlivu předchozí expozice na následné vnímání světelných podmínek. Hodnocení bylo prováděno samostatně pro oba osvětlované povrchy. Experimentální světelnou scénu na Pražském hradě zachycuje obr. 2.



Obr. 2 – Fotografie světelné scény při subjektivním hodnocení osvětlení u bočního vstupu do baziliky sv. Jiří na Pražském hradě – hodnocení vlivu spektra, povrchového materiálu a světelné historie

V krajinných experimentech byly CCT použitých zdrojů rovněž definovány předem, zatímco světelný výkon byl plynule regulován během experimentu. Jednotlivá nastavení byla průběžně posuzována hodnotiteli a na základě jejich kvalitativního hodnocení byl světelný výkon dále upravován. Cílem tohoto iterativního postupu bylo nalézt nastavení, při kterém bylo osvětlení v konkrétním krajinném kontextu hodnoceno jako přiměřené a vizuálně atraktivní. Konkrétní úrovně osvětlení a výsledné jasy tak nebyly stanoveny předem, ale vyplynuly z průběhu jednotlivých experimentů.

U zámku Valeč byly dvě části jižní fasády současně osvětleny spektrálně odlišnými zdroji, s CCT 1800 K v levé části a 2700 K v pravé části. Toto uspořádání umožňovalo přímé porovnání barevného působení obou variant při současném postupném nastavování světelného výkonu. Experimentální uspořádání a použitou osvětlovací soustavu zachycuje obr. 3.

Na zřícenině hradu Trosky byly dominantní věže Panna a Baba osvětlovány vzájemně nezávislými soustavami, které umožňovaly samostatně volit CCT a regulovat světelný výkon. Toto uspořádání umožňovalo sestavovat různé kombinace světelných scén pro obě části objektu. Do porovnání bylo zahrnuto také stávající osvětlení věže Panna a středního traktu s CCT 2700 K; experimentální soustava využívala velmi teplé

zdroje v rozsahu 1800–2200 K.



Obr. 3 – Fotografie osvětlované fasády s jemným rozdílem mezi barevným tónem světla (vlevo) a detail osvětlovací soustavy použité při měření na Valči (vpravo).

3.3 Subjektivní hodnocení

Subjektivní hodnocení světelných scén tvořilo klíčovou součást všech experimentů. Vzhledem k odlišnému charakteru pilotního experimentu a následných krajinných studií byly použity dva rozdílné způsoby hodnocení. Pilotní experiment z blízké vzdálenosti využíval standardizované individuální hodnocení pomocí vizuálních analogových škál (VAS), zatímco při hodnocení historických objektů ve volné krajině byla zvolena metoda řízené skupinové diskuse zaměřená na hledání vhodné světelné scény.

3.3.1 Pilotní experiment – kvantitativní hodnocení (VAS)

Experimentu u baziliky sv. Jiří se zúčastnilo 12 respondentů z řad náhodných českých a zahraničních návštěvníků Pražského hradu, tedy osob bez předchozí odborné zkušenosti s problematikou architekturního osvětlení. Zapojení náhodně oslovených návštěvníků mělo omezit expertní zkreslení hodnocení. Každý respondent hodnotil jednotlivé světelné scény samostatně bez možnosti ovlivnění ostatními.

Subjektivní hodnocení světelných scén bylo prováděno pomocí přeloženého a pro účely studie upraveného dotazníku Visual Analog Scale (VAS), navazujícího na verzi použitou v předchozích laboratorních experimentech. VAS je založena na spojité nečíslované škále tvořené vodorovnou linií vymezenou dvěma slovními póly. Respondent na linii vyznačí polohu odpovídající svému bezprostřednímu hodnocení daného podnětu (Wewers & Lowe, 1990). Absence číselného dělení omezuje ukotvení respondenta na konkrétních číselných hodnotách; poloha značky je až následně při zpracování převedena na hodnotu 0–100. Hodnoceny byly tři atributy: atraktivita osvětlení („líbí“ / „nelíbí“), vnímaný barevný tón („studený“ / „teplý“) a vnímaná intenzita osvětlení („nízká“ / „vysoká“).



Obr. 4 – Příklad použité vizuální analogové škály hodnotící barevný tón světla.

Testované světelné scény byly respondentům prezentovány v pořadí 3000 K - 2200 K - 3000 K. Opakované zařazení CCT 3000 K umožnilo sledovat vliv předchozích

světelných podmínek, zrakové adaptace a světelné historie na následné hodnocení. Hodnocení probíhalo samostatně pro oba osvětlované povrchy.

Experiment probíhal po občanském soumraku při nízké úrovni okolního osvětlení. Během hodnocení nebyli respondenti vystaveni dalším světelným zdrojům; v případě potřeby bylo pro práci s dotazníkem použito červené světlo s minimálním vlivem na adaptaci zraku.

3.3.2 Krajinné experimenty – kvalitativní hodnocení

U zámku Valeč a na Troskách bylo subjektivní hodnocení provedeno kvalitativně v malé skupině tří až čtyř hodnotitelů, tvořené správci objektů a odborníky v oblasti památkové péče. Nejednalo se o reprezentativní vzorek veřejnosti, ale o cílenou zpětnou vazbu osob, které v praxi vystupují jako provozovatelé nebo zadavatelé architekturního osvětlení.

Jednotlivé světelné scény byly postupně prezentovány a po každé variantě následovala řízená skupinová diskuse. Hodnotitelé posuzovali zejména přiměřenost jasu, vnímaný barevný tón, vztah osvětlené dominanty k okolní krajině a celkovou vhodnost řešení z hlediska budoucího osvětlení objektu. Úroveň světelného výkonu byla postupně upravována na základě průběžného kvalitativního hodnocení s cílem nalézt nastavení, které bylo v konkrétním krajinném kontextu považováno za přiměřené a vizuálně atraktivní. Pokud rozdíly mezi scénami nebyly hodnotiteli spolehlivě rozlišitelné, nebyla stanovena jednoznačná preferovaná varianta.

Pro krajinná pozorování byly voleny jasné noci s dobrou viditelností. Meteorologické podmínky, zejména výskyt mlhy a změny průzračnosti atmosféry, byly během experimentů zaznamenávány. Pozorování na Troskách bylo záměrně provedeno za jasné noci při úplňku, tedy za podmínek vysoké úrovně přirozeného nočního osvětlení. Cílem bylo ověřit vnímatelnost a rozlišitelnost světelných scén také za této krajní podmínky z hlediska přirozeného nočního světla.

3.4 Objektivní měření

Subjektivní hodnocení bylo ve všech experimentech doplněno objektivním měřením světelně-technických parametrů jednotlivých světelných scén. Osvětlenost osvětlovaných ploch a spektrální složení světla byly měřeny kalibrovaným spektroradiometrem UPRTEK. Prostorové rozložení jasu bylo zaznamenáváno kalibrovaným jasovým analyzátorem LDA. Objektivní měření bylo prováděno pro jednotlivá nastavení experimentální osvětlovací soustavy tak, aby bylo možné subjektivně hodnoceným světelným scénám přiřadit odpovídající hodnoty osvětlenosti, spektrální charakteristiky a jasu osvětlovaných ploch. U krajinných experimentů umožňoval záznam celé světelné scény současně zachytit vztah osvětleného objektu k okolnímu převážně tmavému prostředí.

3.5 Zpracování dat

Spektrální data byla zpracována v aplikaci Luoxtech (ČSO Brno, 2024), ze které byly stanoveny melanopické veličiny a parametr U500. Snímky získané jasovým analyzátorem byly následně zpracovány ve specializovaném softwaru LumiDISP (Laboratoř světelné techniky, 2023). Na jejich základě byly vytvořeny jasové mapy umožňující odečet hodnot jasu v jednotlivých bodech snímku. Pro jednotlivé světelné scény byl stanoven mediánový jas osvětlovaných ploch.

Pro statistické vyhodnocení dat ze subjektivního hodnocení byl použit statistický software Jamovi (The jamovi project, 2025). Rozdíly mezi podmínkami byly vyhodnoceny pomocí dvoufaktorové analýzy rozptylu s opakovanými měřeními (repeated-measures ANOVA). Faktory analýzy byly CCT (2200/3000 K) a typ povrchu (omítka/opuka). Hodnocen byl také interakční účinek CCT × povrch. Vliv světelné historie byl posouzen samostatným porovnáním první a třetí sekvence s CCT 3000 K. Vzhledem k malému souboru jsou

statisticky nevýznamné rozdíly uváděny pouze jako naznačené trendy, nikoli jako potvrzené účinky.

Kvalitativní hodnocení krajinných experimentů nebylo statisticky zpracováváno. Výsledkem jednotlivých hodnocení byla preferovaná varianta světelné scény identifikovaná na základě skupinové diskuse, případně konstatování, že rozdíly mezi posuzovanými variantami nebyly pro hodnotitele spolehlivě rozlišitelné.

4 Výsledky: blízké pohledy

Výsledky subjektivního hodnocení jsou shrnuty v Tabulce 3. Statistická analýza dat z hodnocení oblíbenosti světelné scény vykázala tendenci k preferenci osvětlení s teplotou chromatičnosti 2200 K před osvětlením 3000 K, viz obrázek 5, n=12. Průměrné hodnocení atraktivity scén s teplotou chromatičnosti 2200 K dosáhlo 55,8 bodu, zatímco scén s teplotou chromatičnosti 3000 K 45,3 bodu. Naopak vliv typu povrchu byl minimální, přičemž průměrná hodnocení pro omítku a opuku byla prakticky shodná. Výsledky tedy naznačují, že preference respondentů byly ovlivněny především teplotou chromatičnosti, zatímco použitý povrch měl na celkové hodnocení pouze omezený vliv.

Proměnná	Omítka 2200 K	Opuka 2200 K	Omítka 3000 K	Opuka 3000 K	p-hodnota
Atraktivita	58,3 ± 24,9	53,3 ± 19,8	44,2 ± 17,6	46,3 ± 16,2	p = 0,229 (CCT)
Barevný tón	70,5 ± 7,8	60,0 ± 12,8	36,2 ± 11,1	35,8 ± 13,5	p < 0,001 (CCT)
Intenzita	45,2 ± 14,1	37,5 ± 11,1	47,3 ± 19,4	46,2 ± 14,5	p = 0,148 (povrch)

Pozn. Atraktivita osvětlení hodnocena na škále Líbí (100) / Nelíbí (0); Barevný tón hodnocen na škále Teplý (100) / Studený (0); Intenzita osvětlení hodnocena na škále Vysoká (100) / Nízká (0).

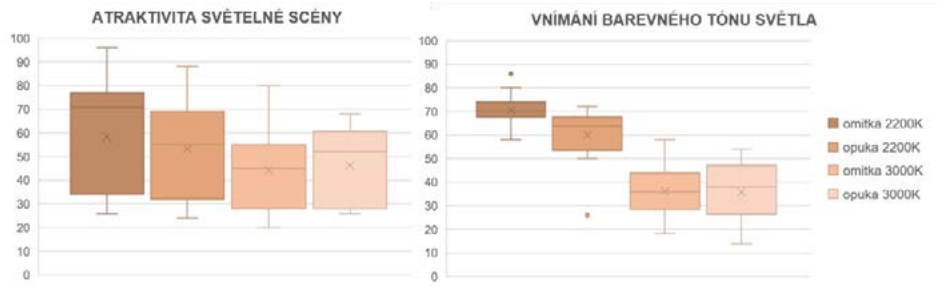
Tab. 3 – Subjektivní hodnocení osvětlení povrchů (průměr ± SD)

Výsledky z hodnocení oblíbenosti byly potvrzeny i analýzou vnímání teploty chromatičnosti světla (CCT) a vnímané intenzity osvětlení. Na škále studená – teplá se ukázalo, že osvětlení s teplotou chromatičnosti 2200 K bylo konzistentně hodnoceno jako teplejší než osvětlení s teplotou chromatičnosti 3000 K, a to nezávisle na použitém povrchu. Medián hodnocení vnímané teploty světla činil 67 bodů pro osvětlení s teplotou chromatičnosti 2200 K a 37 bodů pro osvětlení s teplotou chromatičnosti 3000 K. Respondenti tak jednoznačně rozlišovali mezi oběma teplotami chromatičnosti. Zatímco osvětlení 3000 K bylo vnímáno jako relativně neutrální až mírně chladnější, osvětlení 2200 K bylo hodnoceno jako teplé, nikoliv však extrémně teplé. Výsledky tedy naznačují, že teplota chromatičnosti 2200 K představuje pro respondenty přiměřeně teplý a komfortní charakter osvětlení.

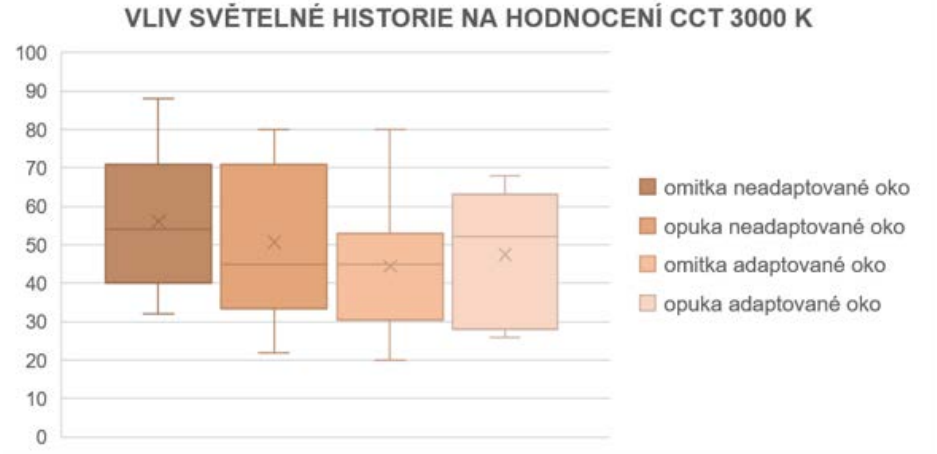
Hodnocení vnímané intenzity osvětlení nevykázalo výrazné rozdíly mezi jednotlivými teplotami chromatičnosti ani mezi použitými povrchy, a to i přes významný rozdíl v objektivně měřeném jasu povrchů mezi omítkou a opukovým zdivem. Vnímaná intenzita osvětlení byla napříč podmínkami poměrně stabilní, což naznačuje, že rozdíly zjištěné v hodnocení teploty světla a celkové líbivosti nebyly způsobeny odlišným vnímáním intenzity osvětlení, ale souvisely především se spektrální kompozicí použitého světla. Při porovnání hodnocení první a třetí sekvence s CCT 3000 K (obr. 6) byla pozorována tendence ke snížení hodnocení atraktivity světla s CCT 3000 K po adaptaci oka na předchozí světelné podmínky (2200 K). Průměrné hodnocení pokleslo z 53,3 na 45,9 bodu (n=10).

Přestože nebyl vliv světelné historie statisticky významný (p = 0,105), byl pozorován pokles hodnocení atraktivity osvětlení přibližně o 14 %. Výsledek dokumentuje, že světelné podmínky bezprostředně předcházející hodnocení mohou ovlivňovat subjektivní vnímání následující světelné scény. Absence statistické významnosti může

souviset s omezeným počtem respondentů pilotního experimentu. Přesto je pozorovaný trend v souladu s předpokládaným vlivem zrakové adaptace na vnímání barevného tónu a celkového charakteru osvětlení.



Obr. 5 – Výsledky subjektivního hodnocení osvětlení z blízkého pohledu.



Obr. 6 – Vliv světelné historie

Výsledky pilotního experimentu ukázaly, že respondenti jednoznačně rozlišovali mezi teplotami chromatičnosti 2200 K a 3000 K. Osvětlení s teplotou chromatičnosti 2200 K bylo hodnoceno jako teplejší a současně vykazovalo tendenci k vyšší atraktivitě než osvětlení 3000 K. Naopak typ osvětlovaného povrchu neměl na hodnocení světelných scén významný vliv, přestože se jednotlivé materiály výrazně lišily odrazností i výsledným jasem. Naznačen byl rovněž vliv předchozí světelné expozice, kdy po adaptaci na teplejší světlo docházelo ke snížení atraktivity osvětlení s teplotou chromatičnosti 3000 K. Výstupy ze statistické analýzy shrnuje tabulka 4.

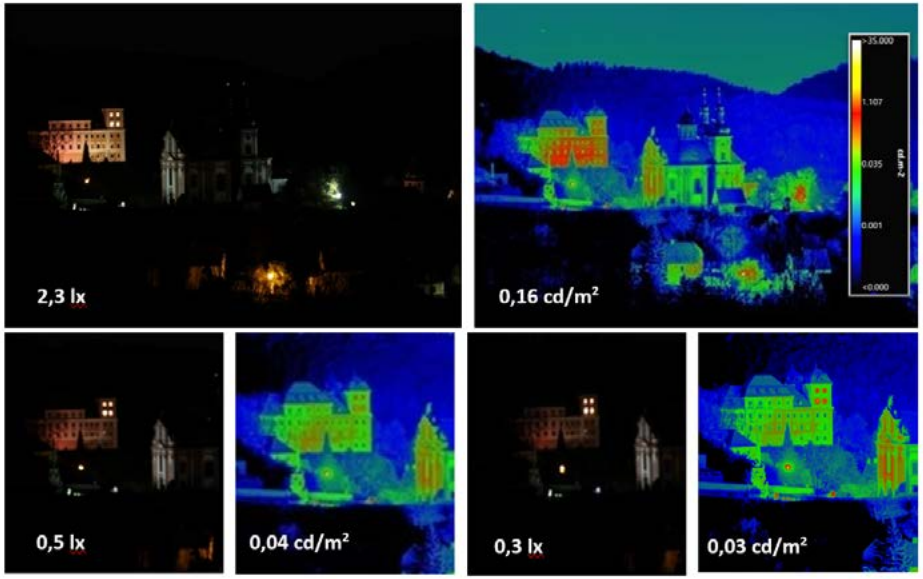
Efekt	Atraktivita	Barevný tón	Intenzita
Teplota chromatičnosti (2200/3000 K)	NS (p = 0,229)	p < 0,001	NS
Povrch (omítka/opuka)	NS	NS	NS (p = 0,148)
Světelná historie (neadaptované/adaptované oko)	NS (p = 0,105)	NS (p = 0,335)	NS (p = 0,255)

Tab. 4 – Shrnutí – statistické vyhodnocení faktorů pilotního experimentu

5 Výsledky: dálkové pohledy

5.1 Místní dominanta – zámek Valeč

V průběhu světelné zkoušky bylo na základě postupného nastavování výkonu a kvalitativního hodnocení zaznamenáno pět světelných scén, od osvětlenosti fasády 2,2 lx až po pouhých 0,3 lx, zajišťujících mediánový jas na fasádě 0,16 cd/m2 až po 0,01 cd/m2, příklady viz obr. 7.



Obr. 7 Valeč – osvětlenost v referenčním bodě 1,5 m nad terénem a mediánový jas plochy jižní fasády zámku – porovnání fotografie a jasové mapy - příklad 3 světelných scén (maximální, nejlépe hodnocená a druhá nejslabší varianta). V pravé části snímků kontrastuje osvětlené průčelí místního kostela (Mdkostel = 0,07 cd/m2, CCT 4000 K)

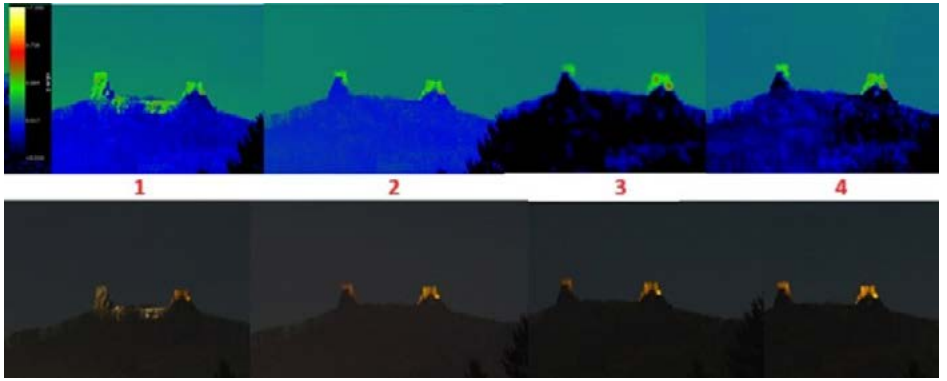
Světelné scény s nejvyšším jasem označovali hodnotitelé jako rušivé u obou použitých CCT. Jako nejvhodnější byla hodnocena světelná scéna s mediánovým jasem fasády přibližně 0,04 cd/m^2. Hodnotiteli bylo osvětlení popisováno jako příjemné a vhodně doplňující estetiku historického objektu. Zvolené jasové hodnoty lze označit za kvalitativně preferované nastavení v konkrétním krajinném kontextu, nikoli však obecně platnou prahovou hodnotu.

Rozdíl barevného tónu mezi zdroji s CCT 1800 K a 2700 K byl při pozorování ze

střední vzdálenosti hodnocen jako malý a obtížně rozlišitelný. Zdroj s vyšší CCT byl nicméně vnímán jako intenzivnější. Výrazně rušivěji působilo stávající osvětlení průčelí kostela Nejsvětější Trojice s CCT 4000 K a mediánovým jasem 0,07 cd/m^2, které hodnotitelé popisovali jako příliš studené a jasné. Výsledky tak ukázaly dobrou přijatelnost velmi teplého světla i relativně nízkých jasů osvětlované fasády.

5.2 Krajinné dominanty – zřícenina hradu Trosky

Posuzované světelné scény na zřícenině hradu Trosky a jejich jasové mapy jsou shrnuty obr. 8. První scéna (vlevo) představuje referenční stav se stávajícím osvětlením věže Panna a středního traktu s CCT 2700 K, doplněným experimentálním osvětlením věže Baba. V dalších scénách byly obě věže osvětleny experimentální soustavou s velmi teplými světelnými zdroji (CCT 1800–2200 K), přičemž světelný výkon byl během experimentu postupně upravován na základě průběžné zpětné vazby hodnotitelů z pozorovacího místa vzdáleného přibližně 2,25 km od objektu.



Obr. 8 – Světelná zkouška dálkového pohledu – zřícenina hradu Trosky;

Přehled výsledných světelných scén, jejich spektrálních parametrů a mediánových jasů uvádí tabulka 5.

Scéna	Panna CCT [K]	Panna Md [cd/m²]	Baba CCT [K]	Baba Md [cd/m²]
1	2700	0,08	2000	0,05
2	1800	0,036	2000	0,060
3	2000	0,023	2200	0,030
4	2000	0,054	2200	0,084

Tab. 5 – Shrnutí parametrů osvětlovací soustavy – hrad Trosky

Při porovnání jednotlivých světelných scén se jejich rozdíly při dálkovém pohledu výrazně stíraly. Přestože se varianty lišily náhradní teplotou chromatičnosti i jasem osvětlovaných ploch, subjektivní rozlišení těchto rozdílů bylo velmi obtížné. Nejvýrazněji se odlišovala scéna č. 1 se stávajícím osvětlením 2700 K, která byla vnímána jako světlejší a barevně neutrální. Naopak následující experimentální scénáře využívající velmi teplé zdroje světla 1800–2200 K byly hodnoceny jako vzájemně velmi podobné. Rozdíly mezi jednotlivými variantami byly při pozorování pouhým okem obtížně

identifikovatelné a ve většině případů nebylo možné jednoznačně určit, která scéna byla právě aktivní. Za dostatečně a přiměřeně osvětlené označovali hodnotitelé zpravidla plochy s mediánovým jasem přibližně 0,05 cd/m² a vyšším. Barevný tón velmi teplých světelných scén byl popisován jako přirozenější a lépe odpovídající charakteru historické dominanty v krajině než stávající osvětlení s CCT 2700 K, které bylo vnímáno jako barevně neutrálnější a méně atraktivní.

Významným zjištěním bylo pozorování vlivu okolních podmínek na vnímání osvětleného objektu. Během měření se ukázalo, že meteorologické podmínky a přirozené zdroje světla mohou ovlivnit výsledný vizuální dojem výrazněji než rozdíly mezi jednotlivými světelnými scénami. Během experimentu byla díky úplňku zaznamenána globální osvětlenost krajiny měsíčním světlem dosahující až 0,22 lx. Současně se v údolí mezi místem pozorování a hradem objevily epizody mlhy.

6 Diskuse

Získané výsledky je nutné interpretovat jako předběžné a v širším kontextu nočního prostředí, ve kterém je osvětlený objekt pozorován. Porovnání hodnocení ze vzdálenosti 10 metrů a stovek metrů ukazují, že zatímco v blízké vzdálenosti se významně uplatňuje zejména zraková adaptace a předchozí světelná expozice pozorovatele, u dálkových pohledů vstupují do vnímání také atmosférické podmínky, další zdroje světla, včetně světla Měsíce, a celkový světelný kontext krajiny. Významnou roli přitom hraje úroveň jasu noční oblohy a míra světelného znečištění v okolí objektu. Pro orientační posouzení těchto podmínek lze využít například atlas světelného znečištění (Falchi et al., 2016). Zrakové vnímání je významně založeno na jasových a barevných kontrastech v zorném poli, nikoli pouze na absolutní úrovni světla (Boyce, 2014). Stejná světelná instalace může být v různých krajinných kontextech vnímána odlišně v závislosti na kontrastu osvětlovaného objektu vůči okolnímu prostředí.

Noční krajina je dynamický systém ovlivňovaný počasím, oblačností, průzračností atmosféry i přirozenými zdroji světla. Nejvýznamnějším z nich je Měsíc, jehož fáze přirozeně mění úroveň nočního osvětlení krajiny (Novák et al., 2024). Experimentální hodnocení proto probíhalo za úplňku, který představuje přirozený stav s nejvyšší úrovní nočního osvětlení krajiny. Pokud je architektonické osvětlení atraktivní i za těchto podmínek, lze předpokládat, že bude dobře vnímáno také při nižších úrovních přirozeného nočního osvětlení. Obdobně významný vliv mají také aktuální atmosférické podmínky. Při pozorování hradu Trosky již relativně slabá mlha spolu s vysokou hladinou měsíčního osvětlení ovlivnila výsledný vizuální dojem výrazněji než rozdíly mezi jednotlivými světelnými scénami. V extrémních případech, například při husté mlze, může být historická dominanta dočasně téměř neviditelná. Taková situace je přirozenou součástí proměnlivosti noční krajiny a není důvodem ke zvyšování intenzity architekturního osvětlení.

Výsledky experimentů pozorovaných z blízka ukázaly, že náhradní teplota chromatičnosti (CCT) významně ovlivňuje subjektivní vnímání architekturního osvětlení historických objektů. Při pozorování během dne se světlo s CCT 3000 K jeví jako teple bílé a jako takové je i ve světelně-technické praxi označováno. Účastníci studie jej však v nočních podmínkách vnímali jako neutrálně bílé. Naproti tomu CCT 1800–2200 K, označované jako velmi teplé osvětlení, bylo hodnotiteli adaptovanými na tmavé noční prostředí vnímáno jako příjemně teplé a atraktivní. Stejný trend se potvrdil i při hodnocení z větších vzdáleností. Tento poznatek podporuje využívání velmi teplých světelných zdrojů při osvětlování historických objektů, a to nejen z environmentálních důvodů, ale i z hlediska respektování charakteru historických objektů.

V dálkových pohledech se ukázalo, že zvyšování světelného výkonu nemusí vést k lepšímu hodnocení. U středně vzdálených objektů hrál významnou roli kontrast vůči okolní krajině a u objektů pozorovaných z velkých vzdáleností se vliv jasu ploch ukazoval

jako málo významný. Zjištěná preference nižších úrovní osvětlení kontrastuje s dřívějšími přístupy k architekturnímu osvětlení, které byly založeny na výrazné akcentaci objektů vysokými jasy (Monzer, 1980). Současné LED technologie však umožňují dosahovat požadovaného estetického účinku i při podstatně nižších intenzitách osvětlení. Tento závěr je v souladu i se současnými poznatky, podle nichž příliš intenzivní osvětlení (overlighting) nemusí vést k vyšší spokojenosti pozorovatelů, ale naopak k estetickému přesycení (Himschoot et al., 2024).

Výsledky tedy ukazují, že opatření vedoucí ke snížení environmentálních dopadů architektonického osvětlení nemusí být v rozporu s jeho estetickou kvalitou. Naopak velmi teplé světlo v kombinaci s nižšími úrovněmi osvětlení bylo hodnoceno jako nejlépe přijímané řešení.

Výsledky experimentů lze interpretovat také ve vztahu k současným technickým a metodickým předpisům. Jasy dosahované na plochách pozitivně hodnocených objektů se lišily v závislosti na zóně světelného prostředí. V pilotním testování na Pražském hradě (zóna Z4, maximální přípustný jas plochy 2 cd/m2) byla experimentální světelná scéna s jasy řádově v desetinách cd/m2 hodnocena jako průměrná až atraktivní. Při hodnocení osvětlených objektů v krajině pro obdobné hodnocení postačovaly jasy o řád nižší. V temných lokalitách (zóny Z0 a Z1, zde lokalita Trosky) norma ČSN 36 0459 v době od 24:00 do 6:00 nepovoluje navyšování přirozeného jasu na objektech. I takto slabé osvětlení je třeba osadit časovým spínačem.

Požadavky ČSN 36 0459 na CCT byly splněny ve všech případech s výjimkou stávajícího osvětlení hradu Trosky. Ve všech lokalitách bylo porovnáváno osvětlení, jehož index U500 splňuje v dané zóně požadavek stanovený v DNSH (MŽP ČR, 2025) s osvětlením, které tento požadavek překračuje. Ve všech testovaných případech nebylo osvětlení s nižším indexem U500 hodnoceno hůře než osvětlení, které požadavky DNSH nesplňovalo. Rozdíly mezi světelnými zdroji s hodnotou U500 < 7 % byly zejména v dálkových pohledech jen obtížně rozlišitelné. Jednoznačně odlišitelné bylo až osvětlení zdroji s U500 > 10 %, které však bylo v noční krajině hodnoceno jako méně atraktivní.

Výsledky jako celek ukazují, že kvalitu architekturního osvětlení historických objektů nelze posuzovat ani navrhovat na základě jediného technického parametru. Výsledné působení osvětlení je dáno vzájemnou kombinací jeho jasu, spektrálních vlastností a prostorové distribuce spolu s pozorovací vzdáleností, krajinným kontextem a aktuálními podmínkami nočního prostředí.

Limitem výzkumu je relativně malý počet zapojených pozorovatelů a omezený počet sledovaných lokalit. Přesto výsledky vykazují konzistentní trendy napříč jednotlivými experimenty. Jejich obecná platnost by však měla být dále ověřena na rozsáhlejších souborech pozorovatelů i v širším spektru světelných a krajinných podmínek. Prezentované výsledky proto představují především podklad pro navazující výzkum.

7 Závěr

Předložený výzkum ukazuje, že architekturní osvětlení historických objektů nelze posuzovat pouze prostřednictvím izolovaných technických parametrů osvětlovací soustavy. Výsledný vizuální účinek vzniká vzájemným působením množství světla, jeho spektrálního složení, prostorové distribuce a vlastností osvětlovaného povrchu. U historických objektů umístěných v krajině do výsledného vnímání dále významně vstupují pozorovací vzdálenost, charakter okolní krajiny, úroveň světelného prostředí, atmosférické podmínky, přirozené zdroje světla a zraková adaptace pozorovatele.

Získaná data nepodporují předpoklad, že vyšší intenzita osvětlení nebo vyšší náhradní teplota chromatičnosti automaticky vedou k vyšší kvalitě architekturního osvětlení. Vizuálně atraktivního účinku bylo dosaženo i při relativně nízkých úrovních jasu a s využitím velmi teplých světelných zdrojů. Zejména u dálkových pohledů byly

rozdíly mezi jednotlivými velmi teplými světelnými scénami pro pozorovatele téměř nerozlišitelné, přestože se spektrální vlastnosti světla významně lišily z hlediska ochrany nočního prostředí. Tyto závěry ukazují, že lze využívat zdroje s omezeným podílem krátkovlnné složky záření a snižovat environmentální dopady osvětlení bez zjevného snížení jeho vizuální kvality. Současné LED technologie tak vytvářejí prostor pro návrh architekturního osvětlení, který spojuje estetické a prezentační požadavky historických objektů s ochranou noční krajiny. Jejich skutečný technologický potenciál však spočívá v citlivém nastavení jednotlivých parametrů osvětlovací soustavy, nikoli v automatickém zvyšování světelného výkonu nebo využívání nových technických možností bez ohledu na charakter objektu a jeho okolí.

Podle § 38 odst. 4 zákona č. 283/2021 Sb., stavebního zákona, ve znění pozdějších předpisů, územní plánování chrání a rozvíjí přírodní, kulturní a civilizační hodnoty území, včetně urbanistického, architektonického a archeologického dědictví, a přitom chrání krajinu jako podstatnou složku prostředí života obyvatel a základ jejich totožnosti. V tomto kontextu může studie sloužit jako podklad pro formulaci principů citlivého a udržitelného architekturního osvětlení historických objektů v krajině. Výsledky ukazují, že prezentace kulturního dědictví, zachování krajinného charakteru a omezení environmentálních dopadů umělého světla nemusí představovat vzájemně protichůdné požadavky, pokud jsou možnosti současných světelných technologií využívány citlivě a s ohledem na konkrétní charakter místa.

Článek byl podpořen Ministerstvem kultury České republiky (program NAKI III) v rámci projektu DH23P03OVV039 Architekturní a slavnostní osvětlení v kontextu historických budov a prostranství.

Osvětlení historických objektů v krajině: rozdíly v přístupech, technologické možnosti a vnímání pozorovatelem Věra Hadravová a kolektiv

Literatura

Boyce, P. R. (2014). Human Factors in Lighting (3rd ed.). CRC Press.

ČAS, 2023. ČSN 36 0459: Omezení rušivých účinků umělého světla ve venkovním prostředí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Česko, Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů. In: Sbírka zákonů České republiky. 2021.

ČSO Brno, 2024. LUOXtech [online]. In: . Brno: Česká společnost pro osvětlování, regionální skupina Brno. Dostupné také z: https://luoxtech.app

Doležal, J. (2024) „Kvantifikace modré složky metodou U500", Česká společnost pro osvětlování regionální skupina Brno, 7 říjen. Dostupné z: https://brno.cso.lighting/kvantifikace-modre-slozky-metodou-u500/ (Viděno: 30. listopad 2025).

Evropský parlament; Rada Evropské unie. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2024/1991 ze dne 24. června 2024 o obnově přírody. Úřední věstník Evropské unie, L 2024/1991.

Evropská komise. Technické pokyny k uplatňování zásady „významně nepoškozovat" (DNSH) v rámci fondů EU. Brusel: Evropská komise, (2023/C 111/01).

Falchi, F., Cinzano, P., Elvidge, C.D., Keith, D.M., Haim, A. (2011) Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. J. Environ. Manag., 92, 2714–2722.

Falchi, F. et al. (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. Science Advances, 2(6), e1600377.

Giordano, E. (2018) „Outdoor lighting design as a tool for tourist development: the case of Valladolid", European Planning Studies, 26(1), s. 55–74.

Hao, Y., Wang, P., Zhang, Z., Xu, Z., Jia, D. (2024) A Review of the Characteristics of Light Pollution: Assessment Technique, Policy, and Legislation. Energies, 17, 2750.

Himschoot, E.A. et al. (2024) „Feelings of safety for visitors recreating outdoors at night in different artificial lighting conditions", Journal of Environmental Psychology, 97, s. 102374.

Kárníková, H., Kučera, P. a Maierová, L. (2025) „The impact of spectral characteristics of light sources on the subjective perception of historical objects", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1546(1), 012092.

Jägerbrand, A.K. a Bouroussis, C.A. (2021) „Ecological Impact of Artificial Light at Night: Effective Strategies and Measures to Deal with Protected Species and Habitats", Sustainability, 13(11), s. 5991.

Laboratoř světelné techniky, 2023. LumiDISP [online]. In: . Brno: VUT Brno. Dostupné z: https://lumidisp.eu/luminance-analyser/

Lucas, R. J. et al. (2026). Biological Spectral Sensitivity Functions for Measuring and Managing Light at Night. Preprints.org.

Maierová, L., Kučera, P. a Kárníková, H. (2025) „Měření jasu noční oblohy: Ověření koncepce světelných zón podle ČSN 36 0459", Urbanismus a územní rozvoj, 28(6), s. 19–26. ISSN 1212-0855.

Masullo, M. et al. (2022) „An Investigation of the Influence of the Night Lighting in a Urban Park on Individuals' Emotions", Sustainability, 14(14), s. 8556.

Merckx, T. et al. (2023) „Dim light pollution prevents diapause induction in urban and rural moths", Journal of Applied Ecology, 60(6), s. 1022–1031.

Monzer, L. 1980. Venkovní osvětlení architektur. 1. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 169 s.

MŽP ČR, 2023. Metodický pokyn k předcházení a snižování světelného znečištění k využití v rámci procesu EIA. Praha: Ministerstvo životního prostředí, rok vydání (2023).[Online]. Dostupné z: MZP/2023/710/2146 (Viděno: 30. listopad 2025).

MŽP ČR, 2025. Environmentální podmínky při čerpání EU fondů. Ministerstvo životního

prostředí. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/cz/agenda/ekonomicke-nastroje-na-ochranu-zivotniho-prostredi/environmentalni-podminky-pri-cerpani-eu (Viděno: 30. listopad 2025).
Novák, F.; Baxant, P.; Škoda, J.; Motyčka, M. Stanovení přirozené referenční úrovně hodnocení světelného znečištění. Světlo, 2024, roč. 2024, č. 4, s. 63-67. ISSN: 1212-0812.
Novotný, V. et al. (2025) Hodnocení vlivu umělého světla na krajinný ráz. Ministerstvo životního prostředí. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/cz/agenda/priroda-a-krajina/zvlaste-chranena-uzemi/metodicke-materialy-a-ostatni-dokumenty/hodnoceni (Viděno: 30. listopad 2025).
Pérez Vega, C., Zielinska-Dabkowska, K.M. a Hölker, F. (2021) „Urban Lighting Research Transdisciplinary Framework—A Collaborative Process with Lighting Professionals", International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(2), s. 624.
Portnov, B.A. et al. (2020) „Linking nighttime outdoor lighting attributes to pedestrians' feeling of safety: An interactive survey approach", PloS One, 15(11), s. e0242172.
Sordello, R. et al. (2022) „A plea for a worldwide development of dark infrastructure for biodiversity – Practical examples and ways to go forward", Landscape and Urban Planning, 219, s. 104332.
Stone, T. (2021) „Re-envisioning the Nocturnal Sublime: On the Ethics and Aesthetics of Nighttime Lighting", Topoi, 40(2), s. 481–491.
Tabaka, P. (2021) Influence of Replacement of Sodium Lamps in Park Luminaires with LED Sources of Different Closest Color Temperature on the Effect of Light Pollution and Energy Efficiency. Energies, 14, 6383.
UNESCO. (2010). Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the Context of the UNESCO World Heritage Convention: A Thematic Study. Paris: UNESCO World Heritage Centre and International Council on Monuments and Sites (ICOMOS).
The Jamovi project, 2025. Jamovi [online]. In: . Sydney: The jamovi project. Dostupné také z: https://www.jamovi.org
Valetti, L., Pellegrino, A. a Aghemo, C. (2020) „Cultural landscape: Towards the design of a nocturnal lightscape", Journal of Cultural Heritage, 42, s. 181–190.
Vega, C.P. et al. (2023) „Light pollution from illuminated bridges as a potential barrier for migrating fish - linking measurements with a proposal for a conceptual model", Basic and Applied Ecology, 74, s. 1–12.
Wewers, M. E., & Lowe, N. K. (1990). A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. Research in Nursing & Health, 13(4), 227–236.

Informace o autorech

Ing. Věra Hadravová
Fakulta životního prostředí ČZU v Praze, Katedra plánování krajiny a sídel
hadravovav@fzp.czu.cz

Ing. arch. Lenka Maierová, Ph.D.
Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra konstrukcí pozemních staveb
lenka.maierova@fsv.cvut.cz