

Jasoměry na ČHMÚ: pilotní projekt a perspektivy rozvoje

Sky quality meters at CHMI: a pilot project and development perspectives

Lucie Marková

Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 4-Komořany
✉ lucie.markova@chmi.cz

Light pollution represents a growing environmental issue with impacts on ecosystems, landscapes, and human health. In response to this, the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) launched a pilot project in 2024 focused on measuring night-sky brightness using photometer sky quality meters. The aim of the project is to complement satellite data with detailed local information and to establish a foundation for systematic monitoring of light pollution in the Czech Republic. The photometers were installed at the Prague-Libuš, Churáňov, and Nový Hradec Králové meteorological stations. The first datasets, available from November to December 2024, are being used to verify instrument functionality and to prepare data-processing methodology. This paper summarizes current findings, outlines the proposed data-analysis approach, and discusses opportunities for future expansion of the photometer network as well as its use in environmental assessment, spatial planning, and nature conservation.

KLÍČOVÁ SLOVA: jasoměr – projekt pilotní – znečištění světelné – rozvoj – smog světelný

KEYWORDS: sky quality meter – pilot project – light pollution – development – light smog

1. Úvod

Světelné znečištění je významný environmentální problém, který negativně ovlivňuje jas noční oblohy, astronomii, biologické procesy, ekosystémy i krajinu. Ministerstvo životního prostředí (MŽP) proto začlenilo sledování této problematiky mezi indikátory stavu životního prostředí, konkrétně prostřednictvím ukazatele „jas noční oblohy“.

Od roku 2024 byla agenda světelného znečištění začleněna do činnosti Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), kam byla převedena spolu s oblastí dálkového průzkumu Země z CENIA. Významným impulzem pro tuto integraci byl projekt Technologické agentury ČR (TAČR, kód TITSMZP012) (ČZE 2024), který se zabýval hodnocením vlivů světelného

znečištění na biodiverzitu, ekosystémy a krajinný ráz. Jedním z hlavních výstupů projektu byly mapy zdrojů nočních světél z družicových dat (obr. 1).

Ve spolupráci s Astronomickým ústavem Akademie věd České republiky (AV ČR) vznikla iniciativa vybudování sítě jasoměrů pro monitoring přímo ze země. Tento přístup doplňuje družicová pozorování, která mají svá omezení: družice zachycují pouze samotné světelné zdroje, nikoli následný rozptyl světla v atmosféře, a navíc nezaznamenávají důležitou modrou složku spektra, jež je významná zejména pro biologické účinky světelného znečištění a jeho dopad na zdraví a ekosystémy. Jasoměry přesněji zachycují prostorovou i časovou variabilitu jasu noční oblohy a představují první krok k systematickému monitoringu světelného znečištění na území České republiky.

Pilotní projekt ČHMÚ se zaměřuje na měření jasu noční oblohy pomocí jasoměrů s cílem získat detailní informace o světelných podmínkách na vybraných lokalitách a ověřit funkčnost a přesnost instalovaných senzorů. Jasoměry slouží nejen k monitoringu jasu noční oblohy, ale mohou poskytovat i relevantní informace k podpoře optimalizace energetické náročnosti, environmentálního výzkumu a hodnocení kvality měřených lokalit.

Cílem článku je představit pilotní projekt ČHMÚ, dosavadní zkušenosti a výhled dalšího rozvoje sítě.

2. Cíle pilotního projektu

V návaznosti na představený pilotní projekt jasoměrů na ČHMÚ je hlavním cílem sledování trendu světelného znečištění v České republice pro potřeby Ministerstva životního prostředí (MŽP). Systematické sledování jasu noční oblohy odhaluje aktuální stav i trendy světelného znečištění a slouží jako podklad pro environmentální politiku.

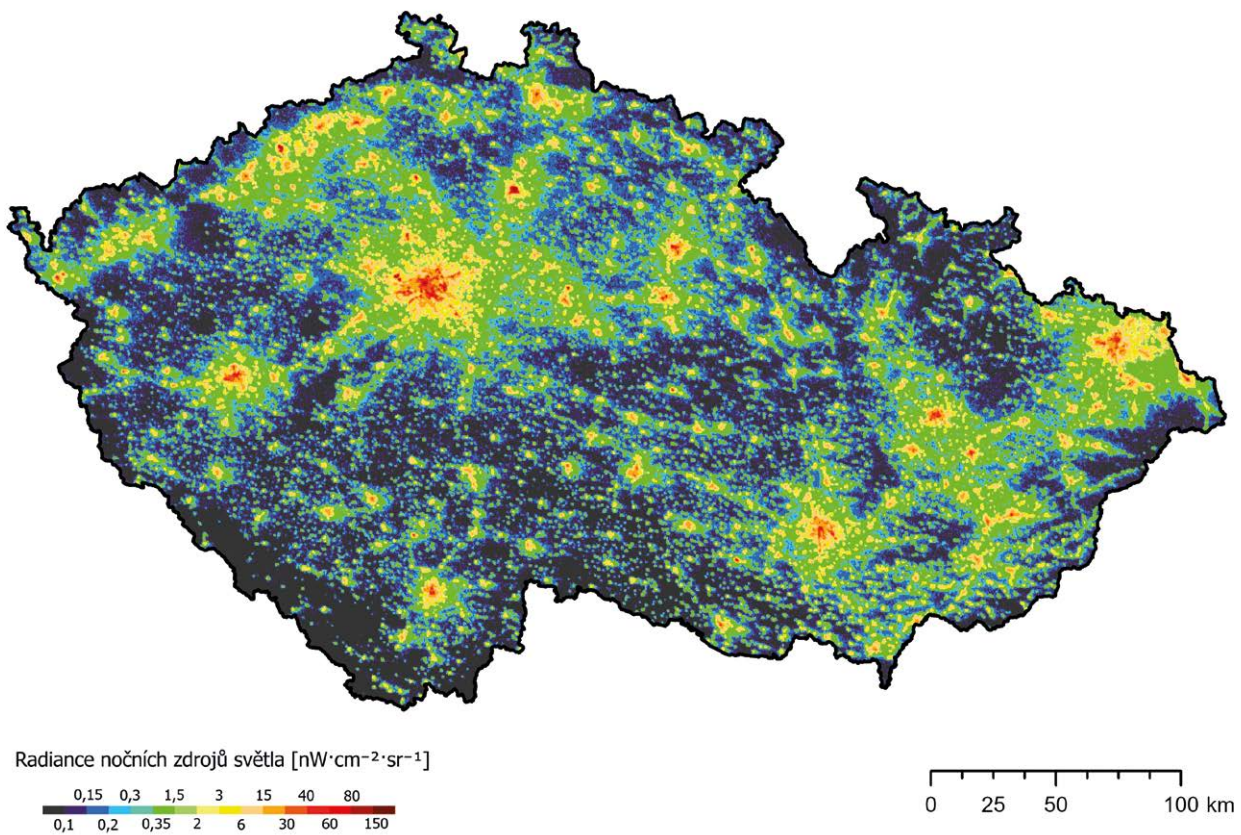
Mezi možné směry dalšího rozvoje projektu patří:

- Porovnání jasu oblohy v různých podmínkách – sledování vlivu osvětlení, topografie a počasí.
- Získání dat pro analýzy, optimalizaci metod a porovnání s profesionálními stanicemi.

Tyto směry navazují na potřebu doplnit družicová data lokálními měřeními a přispívají ke komplexnímu hodnocení světelného znečištění v ČR.

3. Metodika měření

Pro účely pilotního projektu byla na ČHMÚ zřízena síť tří jasoměrů typu Sky Quality Meter – LE (SQM-LE) (Unihedron 2025),



Obr. 1 Mapa zdrojů nočních světél – medián z roku 2024 s DOS korekcí z družicových dat (VIIRS/NOAA) na území ČR. Autor: Lucie Marková.

Fig. 1. Map of nighttime light sources – median for 2024 with DOS correction from satellite data (VIIRS/NOAA) over the territory of the Czech Republic. Author: Lucie Marková.



Obr. 2 Jasoměr LE (SQM-LE) na meteorologické observatoři Praha-Libuš. Foto: Veronika Černíková.

Fig. 2. SQM-LE sky quality meter at the Prague-Libuš Meteorological Observatory. Photo: Veronika Černíková.

kteř jsou umístěny na stanicích Praha-Libuš (obr. 2), Churáňov a Nový Hradec Králové. Tato stanoviště byla zvolena tak, aby reprezentovala odlišné typy prostředí – městskou oblast (Praha), horskou lokalitu (Churáňov) a město střední velikosti (Nový Hradec Králové). Takové rozmístění umožňuje porovnávat úroveň světelného znečištění v různých typech prostředí a sledovat jeho regionální rozdíly. Každé stanoviště je umístěno tak, aby nebylo v bezprostřední blízkosti zdrojů umělého osvětlení, což minimalizuje riziko zkreslení měření v důsledku přímého světelného záření.

Měření probíhá v pětiminutových intervalech, přičemž nastavení lze v případě potřeby upravit. Krátký interval měření umožňuje zachytit i krátkodobé změny jasu oblohy, například při přechodu oblačnosti, výskytu mlhy nebo změně intenzity umělého osvětlení v průběhu noci.

Naměřené hodnoty jasu jsou zaznamenávány v jednotkách MSA (magnituda na úhlovou vteřinu čtvereční). Tato jednotka udává jas oblohy – nižší hodnoty znamenají vyšší jas, tedy větší míru světelného znečištění. Typické hodnoty v silně osvětlených městských oblastech se pohybují v rozmezí 17–19 MSA, zatímco v málo osídlených nebo chráněných lokalitách mohou dosahovat až 21–21,5 MSA, což odpovídá velmi tmavé obloze vhodné pro astronomická pozorování. Pro ilustraci jsou naměřená data zobrazena na obrázku 3 pro stanici Churáňov a Nový Hradec Králové v průběhu týdne od 25. 9. 2025 do 1. 10. 2025.

Jasoměry měří automaticky pouze za tmy, tedy po dosažení definované úrovně jasu oblohy, aby nedocházelo k ovlivnění



Obr. 3 Grafy zobrazují průběh naměřeného jasů noční oblohy (v mag/arcsec²) v lokalitách Churáňov (horní graf) a Nový Hradec Králové (dolní graf), v průběhu jednoho týdne. Na ose x je čas (UTC), na ose y hodnota jasů (Kohout 2025).

Fig. 3. The graphs show the measured night-sky brightness (in mag/arcsec²) at Churáňov (upper graph) and Nový Hradec Králové (lower graph) over the duration of one week. The x-axis shows time (UTC), and the y-axis shows brightness values (Kohout 2025).

výsledků denním světlem. Data jsou ukládána do centrální databáze, kde jsou následně kontrolována a dále zpracovávána.

Zařízení jsou pravidelně kontrolována a udržována pracovníky ČHMÚ, zejména s ohledem na čistotu optických částí a správnou funkci senzorů. Údržba zahrnuje odstraňování prachu, pylu či jiných nečistot, které by mohly ovlivnit přesnost měření. Z tohoto důvodu jsou přístroje instalovány v blízkosti meteorologických stanic, kde je zajištěn přístup odborného personálu a technické zázemí pro běžnou údržbu.

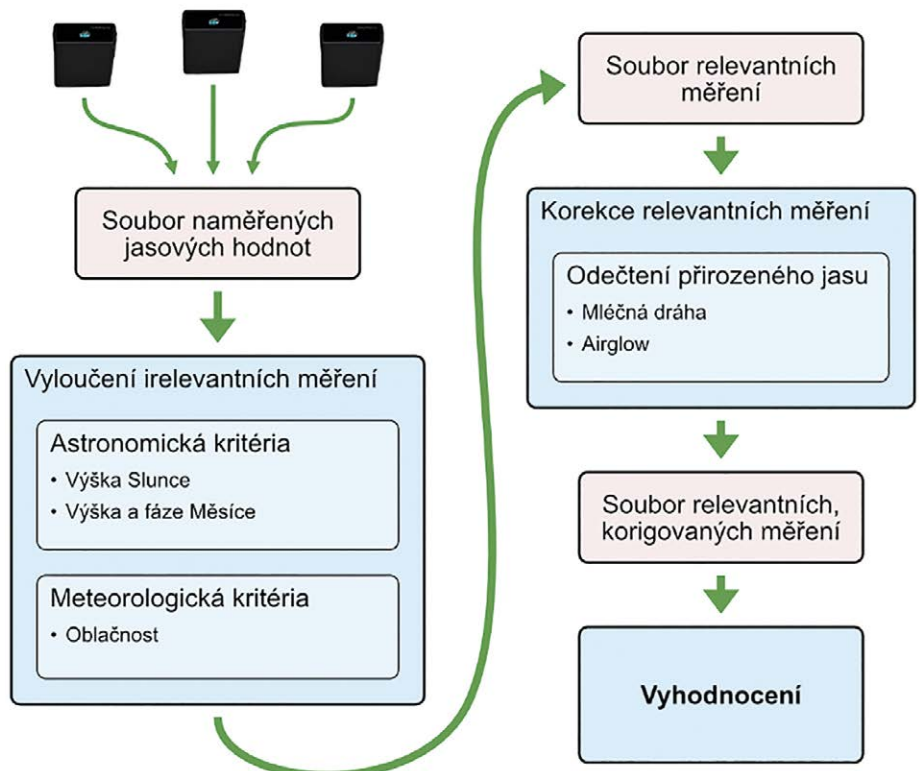
Zásadní součástí metodiky je také provázání s profesionálními meteorologickými měřeními prováděnými na příslušných stanicích ČHMÚ. Díky tomuto propojení lze naměřené hodnoty jasů oblohy porovnávat s údaji z ceilometru (výška a druh oblačnosti), stejně jako s dalšími meteorologickými prvky – zejména relativní vlhkostí, srážkami, teplotou vzduchu a dohledností.

Tento komplexní přístup umožňuje přesnější interpretaci změn v jasů noční oblohy, odhalení vlivu aktuálních atmosférických podmínek a jejich oddělení od změn způsobených samotným světelným znečištěním. Díky tomu lze lépe identifikovat například situace, kdy zvýšení jasů způsobila nízká oblačnost odrážející městské osvětlení, nebo naopak zhoršení dohlednosti vlivem mlhy.

Pro analýzu trendů světelného znečištění na dané lokalitě budou z datového souboru vylučována měření prováděná za přítomnosti oblačnosti. Tento přístup zajistí, že zaznamenané změny jasů oblohy budou odrážet co nejreálnější vliv antropogenního osvětlení, nikoli vlivy způsobené atmosférickými podmín-

kami, jako je oblačnost, která může ovlivnit odraz světla a tím i měření jasnosti oblohy.

Do budoucna je cílem metodiku dále rozvíjet – zejména rozšířením sítě měřících bodů (Hornoch, Krkavec 2013) a propojením s daty družicových pozorování nočního osvětlení. Takto koncipovaný systém může sloužit jako základ pro dlouhodobé sledování trendů světelného znečištění v České republice a jeho vazby na meteorologické i environmentální faktory.



Obr. 4 Schéma postupu zpracování dat z jasoměrů (Kohout 2025).

Fig. 4. Workflow diagram for processing data from sky quality meters (Kohout 2025).

4. První data a plán jejich zpracování

V současnosti pilotní síť jasoměrů poskytuje kontinuální časové řady hodnot jasu noční oblohy. Měření bylo zahájeno postupně: na stanici Praha-Libuš 21. listopadu 2024, na Churáňově 4. prosince 2024 a v Hradci Králové 18. prosince 2024. Od těchto dat jsou ze všech tří lokalit dostupná kontinuální data, přičemž od konce prosince jsou ze všech lokalit k dispozici souvislé a vzájemně porovnatelné datové záznamy. Dosavadní záznamy potvrzují funkčnost instalovaných zařízení a vhodnost jejich umístění. Data zatím nebyla detailně analyzována, slouží však jako základ pro další vyhodnocení.

Získaná data slouží především k ověření metodiky a testování postupů zpracování, které budou využity pro dlouhodobé sledování vývoje světelného znečištění. Plán zpracování dat je rozdělen do několika navazujících kroků, jejichž cílem je získat reprezentativní a vzájemně srovnatelný soubor měření. Postup je znázorněn na obr. 4, který schematicky shrnuje jednotlivé fáze zpracování – od shromáždění surových dat až po jejich finální vyhodnocení. Nejprve jsou z celkového souboru naměřených jasových hodnot vyloučena irelevantní měření, tedy ta, která nejsou vhodná pro hodnocení úrovně světelného znečištění. Tento krok vychází z astronomických a meteorologických podmínek. Astronomické podmínky zahrnují především výšku Slunce pod obzorem, aby byla vyloučena data z období soumraku, a dále výšku a fázi Měsíce, které mohou ovlivnit přirozený jas oblohy. Meteorologické podmínky se zaměřují na přítomnost oblačnosti nebo jiných atmosférických jevů, jež mohou měření zkreslit. Výsledkem tohoto filtru je soubor relevantních měření, tedy dat pořízených za vhodných pozorovacích podmínek.

Na tento krok navazuje korekce relevantních měření, při níž jsou z dat odečítány přirozené složky jasu oblohy nesouvisející s činností člověka. Zohledňuje se zejména svit Mléčné dráhy a atmosférický svit (airglow), který vzniká luminiscenčními procesy v horních vrstvách atmosféry. Po provedení těchto úprav vzniká soubor relevantních a korigovaných měření, který již reprezentuje skutečnou úroveň umělého osvětlení noční oblohy.

Finálním krokem je vyhodnocení korigovaných dat. Ta budou dále analyzována z hlediska prostorových rozdílů mezi jednotlivými lokalitami, časových změn a souvislostí s meteorologickými prvky, jako jsou dohlednost, relativní vlhkost nebo oblačnost. Současně bude provedeno porovnání s družicovými pozorováními nočního osvětlení (např. VIIRS Day/Night Band), což umožní komplexnější interpretaci výsledků. Výstupem tohoto procesu bude soubor kvalitně zpracovaných a standardizovaných dat, vhodný pro dlouhodobé sledování trendů světelného znečištění a jeho prostorové distribuce v rámci České republiky.

5. Diskuse a perspektivy využití

Pilotní projekt jasoměrů na ČHMÚ představuje první krok k systematickému monitoringu světelného znečištění na území České republiky. Dosavadní zkušenosti ukazují, že i relativně jednoduchá měření jasu noční oblohy poskytují cenné informace, které doplňují družicová pozorování a umožňují zachytit prostorovou i časovou variabilitu tohoto jevu. Jasoměry zachy-

cují i modrou složku světla, nedostupnou z družic, a tak tvoří cenný zdroj pro environmentální monitoring.

Na druhé straně je třeba zohlednit i určitá omezení. Naměřená data jsou citlivá na aktuální meteorologické podmínky, zejména oblačnost, která může ovlivnit výslednou interpretaci. Proto je nutné měření kombinovat s dalšími meteorologickými prvky. Výzvou je odlišit přirozený jas (airglow) od antropogenní složky, jelikož tento prvek není predikovatelný.

Potenciál jasoměrných dat je však značný. Lze je využít nejen pro potřeby Ministerstva životního prostředí (MŽP) při hodnocení trendů světelného znečištění, ale i pro optimalizaci veřejného osvětlení, plánování územního rozvoje či podporu astronomických a biologických výzkumů. V budoucnu se nabízí rozšíření sítě jasoměrů na další lokality v ČR tak, aby vznikla hustší síť referenčních měření pokrývající různé typy prostředí – od městských oblastí přes příměstské lokality až po nejtmaší regiony republiky.

6. Závěr

Pilotní projekt jasoměrů na ČHMÚ zahájil novou fázi monitoringu světelného znečištění v České republice. Jeho cílem je vytvořit metodický a datový základ pro systematické sledování jasu noční oblohy jako indikátoru stavu životního prostředí. Dosavadní fáze potvrdila funkčnost zařízení a poskytla první soubory měření, které tvoří výchozí základnu pro další rozvoj.

Rozšíření sítě a rozpracování metodiky zpracování dat umožní přesnější a reprezentativní vyhodnocení stavu nočního prostředí v různých typech lokalit. Projekt nabízí širší využití dat – v politice, veřejném osvětlování, plánování i ochraně biodiverzity. Jasoměry tak představují perspektivní nástroj pro vědecký výzkum i praktické rozhodování v oblasti životního prostředí.

Literatura:

- Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí. *Vliv světelného znečištění na citlivé druhy živočichů, ekosystémy a krajinný ráz*. Projekt TAČR TITSMZPO12 [online]. Praha: ČZU [cit. 3. 10. 2025]. Dostupné z: <https://www.fzp.czu.cz/cs/r-6899-projekty-a-spoluprace/r-6923-projekty/r-19365-vliv-svetelneho-znecesteni-na-citlive-druhy-zivocichu-ekosystemy-a-krajiny-raz>.
- HORNOCH, K., PRAVEC, P., 2013. Analýza astronomických pozorovacích podmínek na vrcholu Myslívna v Novohradských horách. *Meteorologické zprávy*, roč. 66, č. 4, s. 117–123, ISSN 1210-7557.
- KOHOUT, V., 2025. Skybrightness.com [online]. Vimperk [cit. 3. 10. 2025]. Dostupné z: [SkyBrightness.com](https://www.skybrightness.com).
- Unihedron, 2025. Sky Quality Meter – LE (SQM LE) [online]. Grimsby (Ontario): Unihedron [cit. 3. 10. 2025]. Dostupné z: <https://www.unihedron.com/projects/sqm-le/>.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Ladislav Metelka, Ph.D., Mgr. Martin Stránilík