

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

**SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ A JEHO INTENZITA
VE MĚSTĚ OLOMOUCI**

Bakalářská práce

Lenka Kříčenská

Vedoucí práce: RNDr. Martin JUREK, Ph.D.

Olomouc 2019

Bibliografický záznam

- Autor (osobní číslo):** Lenka Křičenská (R15382)
- Studijní obor:** Regionální geografie
- Název práce:** Světelné znečištění a jeho intenzita ve městě Olomouci
- Title of thesis:** Light pollution and its intensity in the city of Olomouc
- Vedoucí práce:** RNDr. Martin Jurek, Ph.D.
- Rozsah práce:** 6 571 slov, 2 vázané přílohy
- Abstrakt:** Bakalářská práce se zabývá světelným znečištěním v Olomouci. Pomocí jasoměru SQM (Sky Quality Meter) byl měřen jas noční oblohy v různých lokalitách centra Olomouce a byl tak demonstrován rozdíl v úrovni umělého jasu oblohy mezi centrálními náměstími, okolními ulicemi a přilehlými parky. Doplňkově bylo provedeno dotazníkové šetření k tématu světelného znečištění v Olomouci.
- Klíčová slova:** světelné znečištění, veřejné osvětlení, jas noční oblohy, Olomouc
- Abstract:** This bachelor thesis focuses on light pollution in Olomouc. Using the device SQM (Sky Quality Meter), night sky brightness was measured at various locations in the centre of Olomouc, and differences between the artificial sky brightness at the central squares, in the adjacent streets and city parks was demonstrated. As a supplement to this, a questionnaire survey was carried out on the topic of light pollution in Olomouc.
- Keywords** light pollution, public lighting, night sky brightness, Olomouc

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením pana RNDr. Martina Jurka, Ph.D., a veškerou použitou literaturu a zdroje jsem uvedla v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Touto cestou děkuji vedoucímu své bakalářské práce, panu RNDr. Martinu Jurkovi, Ph.D., za cenné rady a zároveň svým rodičům, kteří mne během studia soustavně podporovali.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka KŘIČENSKÁ**
Osobní číslo: **R15382**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Název tématu: **Světelné znečištění a jeho intenzita ve městě Olomouci**
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem bakalářské práce je představit současný stav problematiky světelného znečištění, dostupné nástroje jeho omezování a zdůvodnění možných přínosů takové regulace. Na příkladu vybraných typových lokalit ve městě Olomouci pak bude provedeno zhodnocení míry světelného znečištění.

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání

Rozsah pracovní zprávy: 5 000 - 8 000 slov

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Katz, Y., Levin, N. (2016) Quantifying urban light pollution A comparison between field measurements and EROS-B imagery. *Remote Sensing of Environment* 177, 65-77.

Kolláth, Z. et al. (2016) Qualifying lighting remodelling in a Hungarian city based on light pollution effects. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 181, 46-51.

Meier, J. et al. (2014) *Urban Lighting, light pollution and society*. Routledge.

Mizon, B. (2012) *Light Pollution: Responses and Remedies*. Springer.

Netzel, H., Netzel, P. (2016) High resolution map of light pollution over Poland. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 181, 67-73.

Votsi, N.-E. P. et al. (2017) An environmental index of noise and light pollution at EU by spatial correlation of quiet and unlit areas. *Environmental Pollution* 221, 459-469.

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: 30. ledna 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2018

L.S.

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 30. ledna 2017

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce	9
3	Metodika.....	10
3.1	Zhodnocení dostupné literatury	10
3.2	Metodika měření	11
4	Světelné znečištění – teoretický základ.....	16
4.1	Hlavní zdroje světelného znečištění	18
4.2	Důsledky světelného znečištění	21
4.3	Ochrana a osvěta ohledně světelného znečišťování.....	22
5	Dotazníkové šetření o světelném znečištění v Olomouci.....	24
6	Vlastní měření jasů noční oblohy v Olomouci.....	27
6.1	Centrum Olomouce.....	27
6.2	Západní okraj centra Olomouce.....	29
6.3	Hodina Země.....	30
7	Diskuze.....	32
8	Závěr.....	34
9	Summary	35
	Seznam použité literatury	36
	Přílohy	40

1 Úvod

Světlo provází člověka od nepaměti a je nezbytnou podmínkou lidské existence. Od jednoduchého využití ohně, nejprve v podobě pravěkého otevřeného ohniště a později nejrůznějších pochodní, loučí, svíček nebo lamp se s vynálezem elektřiny rozšířily možnosti umělého osvětlování natolik, že dnes už velká část světové populace žije v prostředí, kde se přirozená noční tma prakticky nevyskytuje.

Snadná dostupnost umělého osvětlení nás provází po setmění nejen v domovech v podobě osvětlení místností a zářících obrazovek televizí, počítačů, tabletů či telefonů, ale i po vykročení do ulic měst, žijeme tak obklopeni určitou mírou světla prakticky 24 hodin denně. Z praktických, estetických a mnoha jiných důvodů i rozmarů jsou osvětleny nejen ulice, ale také parky, architektonicky významné budovy, sídla obchodních společností, průmyslových areálů, venkovních sportovišť a dalších objektů. O to méně vnímáme přírodní noční zdroje světla, tedy Měsíc a hvězdy. Obyvatelé větších měst prakticky nemají možnost spatřit ve svém obvyklém prostředí Mléčnou dráhu a rozeznat mnohá souhvězdí, z pozorování noční oblohy se stala nevšední podívaná během výletů do opuštěnějších končin.

Nadměrné umělé osvětlování se mezitím stalo předmětem lékařských a biologických výzkumů a dnes už je prokázáno, že významně ovlivňuje přirozené biorytmy nejen lidí, ale i ostatních živočichů, a dokonce i rostlin. Znemožněná astronomická pozorování a ekonomické plýtvání energií jsou v tomto kontextu jen podružnými důsledky světelného smogu.

Zároveň dnes žijeme v době, která přináší významné technologické inovace v produkci energie i ve způsobu svícení – klasické wolframové žárovky už byly v domácnostech nahrazeny úspornějšími zdroji světla a podobné inovace probíhají i u osvětlení venkovního, mimo jiné nástup LED technologie, ale také ovládacích systémů, které v osvětlovacích soustavách umožňují mnohem sofistikovanější kontrolu nad svícením než jen pouhé centrální zapnutí a vypnutí (možnost tlumit intenzitu světla v části noci apod.). Bližší zkoumání míry a charakteru světelného znečištění v různých typech městského prostředí a konfiguraci svítidel se tak stává nezbytnou součástí snahy o optimalizaci umělého osvětlení a omezení jeho nepříznivých účinků.

2 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je prozkoumat míru světelného znečištění v Olomouci v kontextu problematiky nočního osvětlování venkovních prostor v městském prostředí. Na vybraných lokalitách ve vnitřním městě (centrální náměstí v památkové rezervaci, přilehlé parky a další otevřená prostranství v okolí historického centra) bude za vhodných astronomických podmínek provedeno měření jasu noční oblohy jasoměrem SQM, a výsledné hodnoty budou interpretovány ve vztahu k povaze osvětlení na daném stanovišti a k aktuálním meteorologickým podmínkám. Doplňkově bude provedeno dotazníkové šetření k problematice světelného znečištění v Olomouci.

3 Metodika

3.1 Zhodnocení dostupné literatury

Světelné znečištění je řešeno jako téma na pomezí astronomických a fyzikálních měření a věd biologických a lékařských (z hlediska vlivu na fyziologii člověka a živých organismů obecně). Základní přehled problematiky podává například Mizon (2012) v publikaci *Light Pollution: Responses and Remedies*, Meier et al. (2015) v knize *Urban Lightning, Light Pollution and Society*, Bogard (2008) v knize *Let There be Night: Testimony on Behalf of the Dark* či Bogard (2013) v knize *The End of Night: Searching for Natural Darkness in an Age of Artificial Light*. Publikace *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (Rich a Longcore, 2005) se zaměřuje na dopad světelného znečištění na ekosystémy a živé organismy. Falchi et al. (2016a, 2016b) publikoval atlas umělého jasu noční oblohy (*The new world atlas of artificial night sky brightness*) a mapové výstupy z něj lze prohlížet i na webovém portálu *Light Pollution Map*.

Vedle obecněji pojatých monografií se problematice světelného znečištění věnují odborné studie zaměřené konkrétněji na zkoumání určité oblasti, publikované jako výzkumné články ve vědeckých časopisech. K nejnovějším publikacím patří *Quantifying urban light pollution: a comparison between field measurements and EROS-B imagery* (Katz a Levin, 2016), *Qualifying lighting remodelling in a Hungarian city based on light pollution effects* (Kolláth et al., 2016), *High resolution map of light pollution over Poland* (Netzel a Netzel, 2016) či *An environmental index of noise and light pollution at EU by spatial correlation of quiet and unlit areas* (Votsi et al., 2017). Dopadům světelného znečištění na psychickou pohodu člověka se pak věnuje *Bedroom Light Exposure at Night and the Incidence of Depressive Symptoms* (Obayashi et al., 2018).

V České republice se problematice světelného znečištění dlouhodoběji věnuje *Astronomický ústav Akademie věd České republiky* (ASU AVČR, 2018) nebo *Česká astronomická společnost* (ČAS, 2018), při níž funguje *Odborná skupina pro tmavé nebe* (provozuje web *Světelné znečištění*, 2018a). Závěrečná zpráva projektu *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu České republiky* (Hollan et al., 2004) zahrnuje kapitolu *Analýza znečišťovatelů světlem na území České republiky* (Suchan, 2004). Technickým aspektům typů osvětlení ve vztahu ke světelnému znečištění se věnují

publikace *Světlo a osvětlování* (Krtilová et al., 1981), *Světlo a osvětlování* (Habel et al., 2013) nebo článek *Architektonické osvětlení – vadí někomu?* (Kondziolka, 2010).

Jako zdroje informací mohou sloužit i bakalářské a diplomové práce, které se již dříve pokusily problematiku uchopit podrobněji. Patří k nim diplomová práce *Světelné znečištění ovzduší* (Starý, 2013) a bakalářská práce *Měření světelného znečištění ovzduší ve vybraných lokalitách* (Pešková, 2016) z UP v Olomouci, bakalářská práce z Technické univerzity v Liberci *Měření jasu noční oblohy a jeho geografické aspekty* (Mašek, 2017) nebo *Studium jasu oblohy* (Horálek, 2010) z Masarykovy univerzity v Brně.

V souvislosti se zjištěními o negativních účincích světelného znečištění vznikly i organizace a iniciativy na osvětu a ochranu před tímto jevem. Cenné informace podává portál Mezinárodní asociace pro tmavou oblohu (*IDA – International Dark Sky Association*), kvalitu noční tmy se snaží různými metodami na mezinárodní úrovni mapovat několik projektů jako např. *Globe at Night*, *Cities at Night*, *Loss of the Night Network* (LoNNe) či *Sky Quality*. V České republice patří ke krokům na ochranu noční tmy jednak postupné vyhlášení tří oblastí tmavé oblohy, přičemž každá z nich disponuje vlastním webovým informačním portálem: Jizerská v roce 2009 (<http://www.izera-darksky.eu/>), Beskydská v roce 2013 (<http://www.boto.cz/>) a Manětínská v roce 2014 (<http://manetinskatma.cz/>). Jako příklad občanské iniciativy lze zmínit i *Memorandum za zachování tmavé noční oblohy na Bystřicku*. V roce 2017 byla ministrem životního prostředí ČR ustavena meziresortní pracovní skupina, jejímž úkolem je hledat vhodná technická a legislativní opatření k ochraně před světelným znečištěním (MŽP 2018).

Informovanost o problematice světelného znečištění se snaží zvýšit nejen webové portály a informační příručky produkované výše zmíněnými institucemi a organizacemi, ale také díla audiovizuální, například mezinárodně úspěšný dokumentární film *Kdyby zhasnul svět* (Milatová, 2013) či krátký film *Dny bez noci* (Gabzdyl, 2010).

3.2 Metodika měření

Ke zhodnocení míry světelného znečištění v Olomouci bylo provedeno vlastní měření jasu noční oblohy jasoměrem **SQM (Sky Quality Meter)**, a to ve vybraných lokalitách v centru města a na okraji městského centra. Jako dílčí experiment využívající specifický režim umělého veřejného osvětlení bylo provedeno také měření v rámci tzv. Hodiny Země, a to v Olomouci na Horním náměstí a v obci Bukovany.

Jasoměr SQM (obr. 1) měří jas noční oblohy v jednotkách magnitudy na čtvereční úhlovou vteřinu (mag/arcsec² neboli MSA), doplňkově přístroj měří aktuální teplotu vzduchu. Práce s jasoměrem není obtížná, je však nutné dodržovat několik zásad, aby měření přineslo efektivní a zároveň nezkreslené výsledky (Unihedron, 2017).



Obr. 1 Sky Quality Meter (Unihedron, 2013).

Je velmi důležité, aby měření probíhalo v době, kdy obloha není ovlivňována slunečním zářením, a to ani rozptýleným zářením v průběhu soumraku. Senzor se nachází vpravo od displeje hodnot a je nutno jej při měření namířit k zenitu (kolmo vzhůru). Zorná oblast senzoru je vymezena kuželem o vrcholovém úhlu 80° (tedy do vzdálenosti 40° od zenitu). Pro efektivní měření jasů oblohy musí být eliminována přítomnost překážek (stromy, budovy apod.) a senzor by neměl být přímo osvětlován žádným zdrojem světla, ať už umělým, tak ani svitem Měsíce. Je důležité vybírat si proto otevřená prostranství a měřit v dostatečné vzdálenosti od potenciálních překážek (Unihedron, 2017).

Před začátkem měření je nutno počkat několik minut, než přístroj vyrovná svou teplotu s okolím (po skladování ve vnitřním prostředí apod.) a po zapnutí se doporučuje první tři naměřené hodnoty chápat jen jako zkušební a ujistit se tak o stálosti měřených hodnot.

Měření v každé lokalitě bylo prováděno vždy tak, že přístroj byl držen v natažené paži (ve výšce ramen, tedy cca 1,5 m nad zemí) senzorem namířen na zenit. V každé lokalitě byla provedena vždy 4 měření, s paží nataženou postupně do čtyř horizontálních směrů (mezi měřeními vždy otočení o 90° v azimutu). Pokud maximální odchylka hodnot ze všech čtyř měření nepřekročila rozdíl 0,4 MSA, bylo měření uznáno za reprezentativní pro danou lokalitu (tedy nezkreslené žádným konkrétním pozemním zdrojem umělého osvětlení) a následně byl z hodnot stanoven aritmetický průměr.

Nasměrování přístroje je velmi důležité pro výsledné hodnoty. Při měření hodnot v různých směrech pohledu: nahoru, dolů a horizontálně (vodorovně před sebe) na jednom daném místě by hodnoty byly rozdílné. Nejjasnější hodnoty by byly naměřeny ve vodorovném směru, nejtmaší při nasměrování senzoru dolů k zemi, jak ukázali Katz a Levin (2016) na mobilních měřeních přístrojem SQM v Jeruzalémě.

Pro každé měření byly vždy sledovány i aktuální meteorologické podmínky v Olomouci, a to pomocí hodnot neměřených meteorologickou stanicí Českého hydrometeorologického ústavu v Holicích (ČHMÚ, 2018), odkud byly zaznamenány hodnoty teploty a vlhkosti vzduchu a rychlosti větru a také byl zaznamenán stupeň pokrytí oblohy oblačností (0/8 jasno až 8/8 zataženo).

Pro měření byly vybrány dvě pěší trasy, jedna přímo v historickém centru Olomouce, druhá v širším okolí centra, i když stále ve vnitřním městě. Trasa zahrnující **centrum Olomouce** se skládala ze stanovišť 1–16 na obr. 2 (pracovní názvy stanovišť, jejich přesná poloha a přehled hodnot naměřených jasoměrem SQM jsou uvedeny v příloze 1) a zahrnovala jak prostor centrálních historických náměstí, tak i přilehlé oblasti městských parků a prostoru Tržnice u nákupní galerie Šantovka. Na této trase bylo měřeno v celkem pěti večerech (12., 13., 19., 20. a 21. března 2018).



Obr. 2 Stanoviště měření v centru Olomouce (podklad: Mapy.cz 2018).

Trasa zahrnující **západní okraj centra Olomouce** zahrnovala pět prostorově vzdálenějších stanovišť reprezentujících typově různé lokality ve vnitřním městě (obr. 3; pracovní názvy, lokalizace stanovišť a naměřené hodnoty jsou rovněž uvedeny v příloze 1) a bylo realizováno také pět měřicích večerů (20. a 21. března, 9. 10. a 12. dubna 2018).



Obr. 3 Stanoviště měření na západním okraji centra Olomouce (podklad: Mapy.cz 2018).

K posouzení míry vlivu umělého veřejného osvětlení na míru světelného znečištění se nabízela i akce **Hodina Země**, která v roce 2018 proběhla v sobotu 24. března mezi 20:30 a 21:30 SEČ. Město Olomouc se do této akce zapojilo zhasnutím nasvětlení sloupu Nejsvětější Trojice (zhasnutí reflektorů osvětlujících sloup od země) a severní fasády radnice s orlojem (zhasnutí reflektorů umístěných na střeše budovy na severní straně náměstí). Měření bylo provedeno na Horním náměstí (stanoviště 1, 2, 3, 4) nejprve před začátkem akce, bezprostředně po jejím zahájení a pro srovnání pak ještě jednou po jejím ukončení.

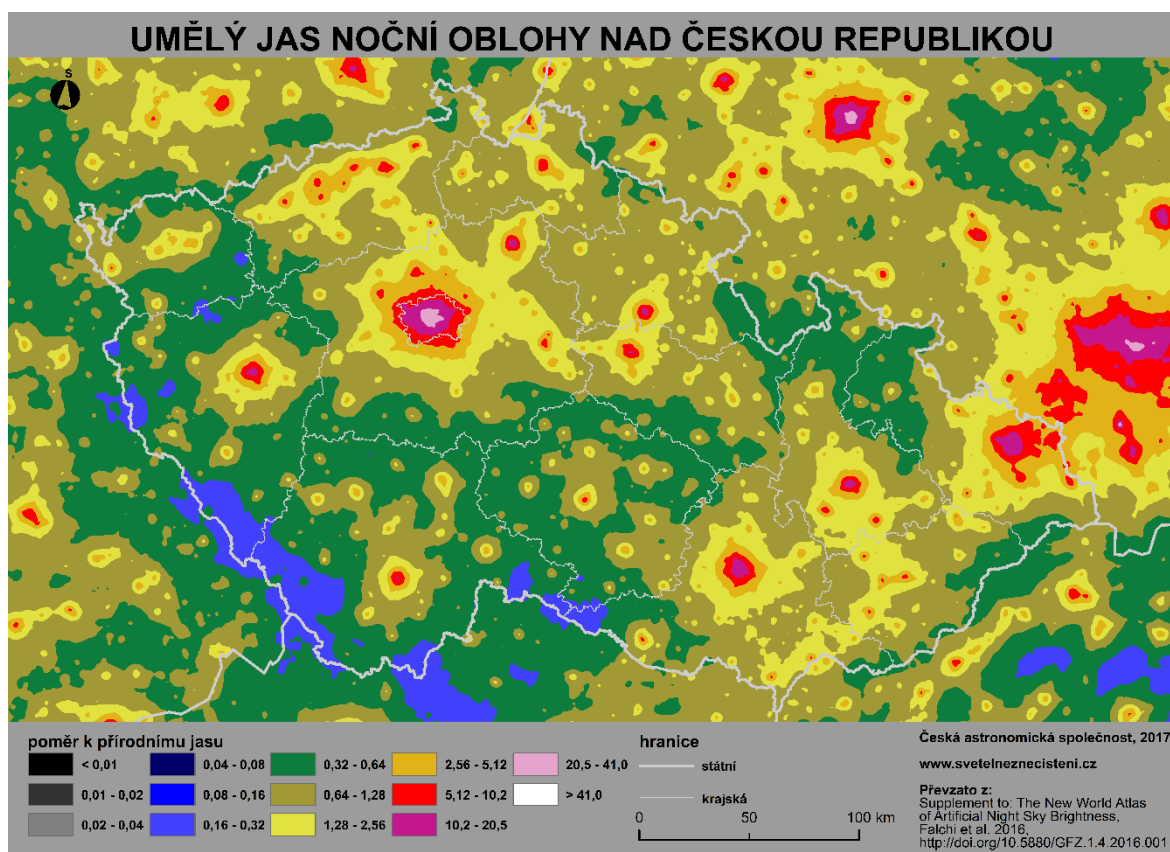
Hodinová délka trvání akce umožnila zajet také do 10 km vzdálené obce Bukovany (15minutový přesun automobilem), která se do Hodiny Země zapojila úplným vypnutím svého veřejného osvětlení. Zde bylo provedeno měření na návsi u obecního úřadu a na

parkovišti vedle kostela sv. Antonína Paduánského nejprve během akce a také po skončení akce (bylo nutno počkat 5 minut, až veřejné osvětlení po zapojení získalo plnou intenzitu).

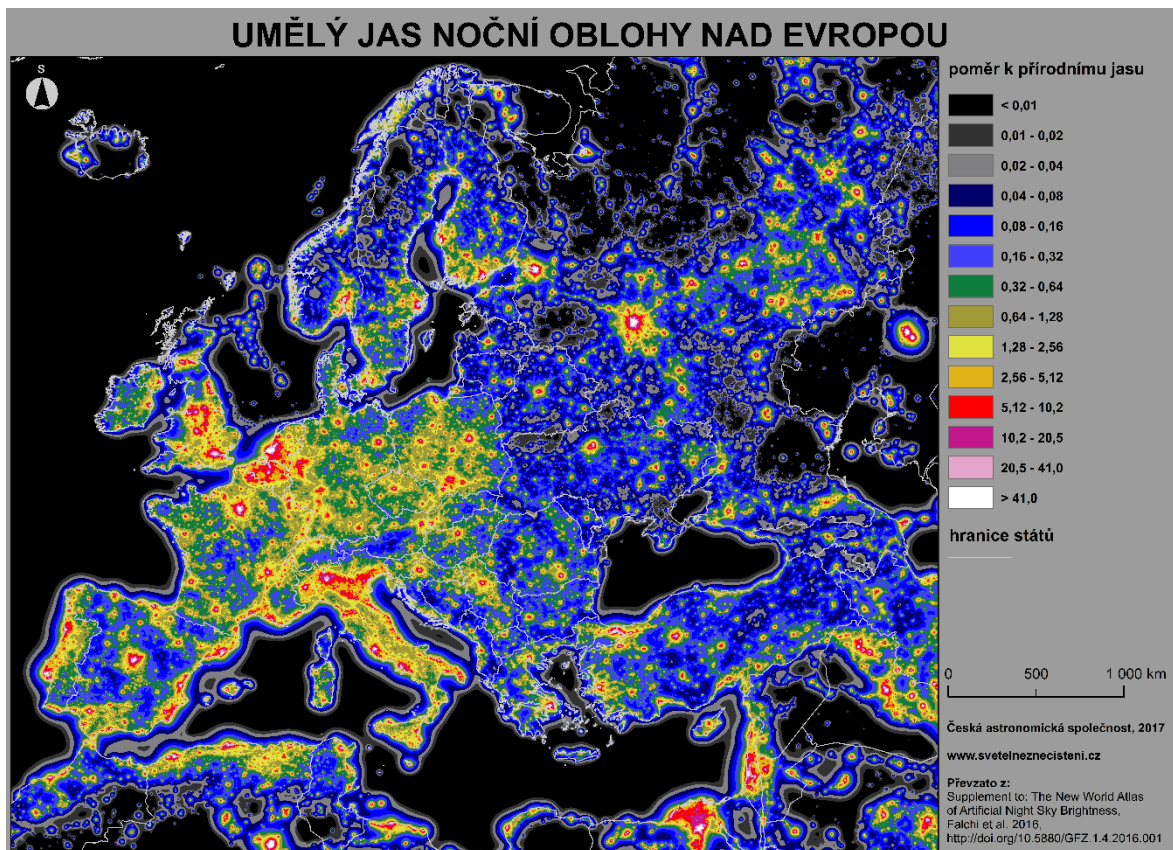
Doplňkově bylo realizováno dotazníkové šetření k tématu světelného znečištění v Olomouci, v rámci něhož bylo osloveno 100 respondentů z různých částí města. Vzor dotazníku je uveden v příloze 2.

4 Světelné znečištění – teoretický základ

Světelné znečištění je stav, kdy světlo produkované umělým svícením v nočních hodinách se stává polutantem, narušením přirozeného stavu prostředí (Habel, 2013). Z hlediska vývoje poznatků o této problematice již byla prokázána reálná souvislost mezi mírou světelného znečištění a mírou industrializace a urbanizace – čím větší je stupeň urbanizace a industrializace, tím větší hodnoty světelného znečištění jsou v daném území naměřeny (Hollan et al., 2004). Mapa míry světelného znečištění v České republice, vyjádřená poměrem mezi jasem noční oblohy přírodní a uměle osvětlené (obr. 4) tuto souvislost mezi urbanizací a světelným znečištěním ukazuje i v podmínkách naší země. Ke stejným závěrům vede např. i pohled na širší oblast Evropy (obr. 5), kde míra světelného znečištění rovněž odpovídá koncentraci obyvatelstva do městských aglomerací, se zřetelnými maximy v oblasti tzv. Modrého banánu, tedy sídelní a ekonomické páteře Evropy táhnoucí se od Anglie přes Benelux a Německo až do Pádské nížiny na severu Itálie.



Obr. 4 Míra světelného znečištění v České republice (ČAS, 2017 podle Falchi et al., 2016).



Obr. 5 Míra světelného znečištění v Evropě (ČAS, 2017 podle Falchi et al., 2016).

Téma světelného znečištění se pozvolna objevuje jako předmět veřejné debaty. Světlo se stává tématem mnoha energeticky úsporných iniciativ. Rychle se vyvíjející technologie navíc otevírají nové možnosti v osvětlování a jsou tak výzvami pro samotné projektanty. Světelné znečištění začíná být vnímáno jako skutečná forma znečištění, ovlivňující životy rostlin a živočichů (Meier et al., 2015).

S rostoucí mírou světelného znečištění bylo třeba definovat rozdíly v tmavosti oblohy. K tomu došlo v roce 2001, kdy americký astronom John E. Bortle v časopise *Sky and Telescope* publikoval devítibodovou stupnici tmavosti oblohy, pro kterou se ujal označení Bortleho stupnice (tab. 1). Klíčovou částí k sestavení takovéto stupnice je viditelnost objektů a úkazů na noční obloze, včetně samotných projevů světelného znečištění (Bortle, 2001).

Tab. 1 Bortleho stupnice a typický jas oblohy v MSA.

Stupeň	Typický jas oblohy	Charakteristika
1. Vynikající, skutečně tmavá obloha	≈ 21,7 MSA	Vynikající viditelnost, v České republice se tyto typy oblohy již nevyskytují
2. Skutečně tmavá obloha	≈ 21,6 MSA	
3. Venkovská obloha	≈ 21,5 MSA	
4. Venkovská/příměstská obloha	≈ 21,3 MSA	Viditelnost je průměrná, na Mléčné dráze nevidíme detaily
5. Příměstská obloha	≈ 20,8 MSA	
6. Světlá příměstská obloha	≈ 20,0 MSA	
7. Příměstská/městská obloha	≈ 19,0 MSA	Vidíme pouze Měsíc, planety a nejjasnější hvězdy, řada slabších souhvězdí je nerozeznatelná
8. Městská obloha	≈ 18,0 MSA	
9. Obloha uvnitř velkoměsta	< 17,5 MSA	

Zdroj: vlastní zpracování podle Bareš (2007).

4.1 Hlavní zdroje světelného znečištění

Umělé osvětlení je dnes již automatickou součástí večerního a brzkého ranního režimu života. Jeho rozsah a technické řešení nabývá různých podob a nabízí více či méně vhodná řešení ve vztahu ke světelnému znečištění. V posledních letech proto vznikají iniciativy, které se snaží doporučovat vhodné způsoby osvětlení s cílem co nejvíce chránit noční tmou.

Veřejné osvětlení, tedy osvětlování ulic, náměstí, či parků, slouží jako prostředek k zajištění větší bezpečnosti a viditelnosti pro jejich noční uživatele. Současně se však jedná o nejvýznamnější zdroj světelného znečištění, především kvůli četnosti jeho výskytu. Mnohdy se stává příčinou oslnění. Vlivem přetrvávání zastaralých a nevyhovujících typů pouličního osvětlení často vznikají nad obcemi „světelné příkrovy“ rozptýleného světla (Suchan 2004). Typ a barva osvětlení je významným faktorem ovlivňujícím míru znečištění a efektivitu osvětlování. Především v minulosti byly instalovány lampy, které většinu světelného toku vyzařovaly do horního poloprostoru. Světlo je rozptýlováno do ovzduší a zároveň tak ani neplní efektivně svou funkci – tedy svítit směrem pod sebe. V parcích jsou například zdroje osvětlení často umístěny přímo mezi stromy, čímž narušují jejich fyziologický rytmus. Setkat se můžeme i s bodovými světelnými zdroji zabudovanými přímo v zemi, čímž veškeré vyzařované světlo uniká do horního poloprostoru (Monzer 1980). Nápravy lze docílit nainstalováním plně cloněných svítidel se směrovou optikou (Suchan 2004).



Obr. 6 Příklad nevhodného veřejného osvětlení s intenzivním zářením do horního poloprostoru (vlastní fotografie).

Individuálně osvětlované budovy jsou především architektonicky významné objekty a dominanty, jejichž nasvícování má obvykle estetický či slavnostní charakter. Nevhodným osvětlením, kdy světlo dopadá na nasvícovaný objekt tak, že se na něm zachytí pouze část světla a zbytek uniká do horního poloprostoru, však výrazně přispívá světelnému znečištění a ekonomickému plýtvání.



Obr. 7 Nevhodné nasvícení objektu (zdroj: Světelné znečištění, 2018a).

K regulaci nasvícování architektonických objektů lze přistoupit několika způsoby. Jedním z nich je částečné osvětlení, tedy osvětlení pouze části dané památky – u kostela to mohou být například hodiny či zvonice. Mezi další postupy patří regulace po určité noční hodině, kdy je osvětlení zcela vypnuto, případně částečně ztlumeno. Každá z těchto regulací by přinesla nejen zmírnění světelného znečištění, ale také nemalé úspory ve spotřebě elektrické

energie. Vhodným řešením je též nahrazení zastaralých a neefektivních svítidel LED osvětlením, které umožňuje přesnější zamíření světelného paprsku na daný cíl (Kondziolka, 2010b).

Průmyslové a sportovní areály svou velikostí často dominují celým městským čtvrtím, vládnou však také intenzitou svého osvětlení. Tendence přesvětlování jsou zde výraznější než u jakýchkoliv jiných objektů (Suchan 2004). Důvody jsou často nasnadě – větší bezpečnost při nočním pracovním provozu, přehlednější manipulace se zbožím, u sportovišť probíhající sportovní utkání po setmění. Vždy by však měl být kladen důraz na adekvátní typ osvětlení, který bude plnit svůj účel efektivně, zároveň však nebude zasahovat do prostoru, do kterého bezpodmínečně zasahovat nemusí.

Reklamní osvětlení, tedy nasvícení billboardů, nejrůznější osvětlené tabule či blikající nápisy mají za cíl především upoutávat lidskou pozornost. Reklamní osvětlení je v České republice velmi rozšířené. Intenzitu světelného znečištění může výrazně ovlivnit sám provozovatel reklamního osvětlení, především tak, že ji přizpůsobí okolnímu prostředí – úroveň jasů by neměla nijak výrazně převyšovat úroveň jasů okolí. Zároveň je velké množství ploch nasvěcováno nevhodně směrem zdola nahoru. V takových případech pak lze spatřovat nad objekty vějíře světla, přesahující plochu reklamní plochy (Suchan, 2004).

Vnitřní osvětlení interiérů budov také přispívá ke světelnému znečištění, ne však do takové míry jako u ostatních typů zmíněných výše. Světlo proniká skrz sklo do venkovních prostor a tak opět dochází k narušování přirozeného venkovního prostředí (Suchan, 2004). Vnitřní osvětlení je největším problémem především u velkých skleněných budov, jež jsou osvětlovány v průběhu celé noci, jako forma nasvícení objektu. Zpravidla se jedná o budovy úřadů, kanceláří či obchodních center. Toto nasvěcování je však z ekonomického hlediska velmi nevhodné (Kondziolka 2010a).

Habel (2003) zdůraznil základní zásady vhodného osvětlování, a to: volbu vhodného typu a tvaru osvětlení, volbu osvětlení s ohledem na úroveň okolního jasů, vhodné umístění – shora dolů, vhodnou intenzitu světelného zdroje, vhodný barevný odstín a adekvátní množství světelných zdrojů. Vzhledem k technickým i ekonomickým nárokům na obměnu instalovaných osvětlení je uvedení výše zmíněných zásad do praxe úkol dlouhodobý, ovšem při systematické snaze o jeho dosažení splnitelný, budou-li se tyto zásady vyžadovat při opravách i nových instalacích osvětlení.

4.2 Důsledky světelného znečištění

U **člověka** je tma předně úzce spjata s tvorbou hormonu melatoninu, jehož hladina v krvi se zvyšuje po nástupu tmy. Lékařské studie ukazují, že přítomnost světla během doby, kdy se má tvořit melatonin, vede k narušování cirkadiálních rytmů člověka, nárůstu obezity a ke zvyšování rizika vzniku rakoviny prostaty, dělohy a prsu. Dostatek tohoto hormonu má naopak synchronizační, imunostimulační a antioxidační účinky (Jones et al., 2015). Přítomnost světelného záření v době spánku může vyvolávat i psychické problémy (Obayashi et al., 2018). Tma při spánku je tedy jednou ze základních potřeb nutných pro zdraví člověka.

Většina **živočichů** je závislá na určitém množství světla a jeho parametrech. Světlo je pro živočichy to, co pro v přeneseném slova smyslu mohou být pro člověka hodinky. Míra světla živočichům určuje režim – dobu pro hledání potravy, rozmnožování i odpočinek. Pokud některé živočišné druhy žijí v prostředí, které je natolik zasaženo umělým světlem, že ovlivňuje jejich přirozené pochody, mohou mít tyto zásahy vliv na celý ekosystém. Dochází pak k narušování cirkadiálních rytmů podobně jako u člověka, dezorientaci ptáků a vlivu na jejich reprodukční chování, přitahování hmyzu světelnými zdroji apod. (Hollan et al., 2004). Velká část živočichů je aktivních právě v noci, u některých hmyzích řádů je to až 80 %. Z tohoto důvodu by měla být ochrana nočního prostředí samozřejmostí. Na světle jsou do jisté míry závislé také **rostliny**. Světlo u nich totiž ovlivňuje fáze růstu. Nadměrné množství světla v noci může vést až k jejich předčasnému olistění nebo pozdnímu opadu listů (Hollan et al., 2004).

Nevhodným osvětlováním dochází také k **ekonomickému plýtvání**. Jsou nasvětčovány objekty, které to nutně nepotřebují, používají se zastaralé či zbytečně silné druhy svítidel, nebo je nasvětčována větší plocha, než bylo původně zamýšleno (například vlivem špatného umístění svítidla). Otázkou také je, zda je nutné osvětlovat objekty v průběhu celé noci. Náklady na nevyužitě světlo v Evropě jsou odhadovány na 5,2 miliard EUR ročně (Morgan-Taylor, 2015), v přepočtu asi 130 miliard Kč. Úspor na spotřebě elektrické energie lze dosáhnout především, pokud jej na část noci budeme zcela vypínat nebo přinejmenším regulovat. Klasické lampy lze nahrazovat moderními systémy a rozvaděči, které umožňují tlumení tohoto osvětlení (Hollan, 2004).

4.3 Ochrana a osvěta ohledně světelného znečišťování

O světelném znečištění a nutnosti jej omezovat se v současnosti už diskutuje, ovšem dosud není ustálena právní úprava, která by tuto ochranu zajišťovala, například určením přípustných limitů světelného znečištění (MŽP, 2018).

V posledních letech vznikají iniciativy upozorňující na nutnost regulace osvětlení, a tedy i na snižování světelného znečištění. Některé obce regulují své osvětlení po určité hodině, především aby snížily své náklady. Kroky však podnikají i některá města snahou o regulaci nasvícování architektonických památek v pozdních nočních hodinách. Například osvětlení Pražského hradu je po půlnoci zcela vypínáno. Dochází také k technologické obměně na účinnější, směrovatelná a lépe regulovatelná LED svítidla (Světelné znečištění, 2018a).

Světelné znečištění omezuje také astronomická pozorování. Zatímco na noční obloze nerušené umělým osvětlením je možné pouhým okem pozorovat zhruba tři tisíce hvězd, v současných světelných podmínkách během noci jsou to jen stovky, ve velkých městech často pouze desítky hvězd. Jsou proto zakládány oblasti na ochranu a uchování přírodního pohledu na tmavou hvězdnou oblohu. Mezinárodní iniciativy představují města, obce či jiné organizované komunity projevující snahu v podpoře zodpovědného osvětlování (IDA, 2013). V České republice existuje také několik iniciativ podporujících přirozenou noční oblohu. Mezi hlavní patří Jizerská, Beskydská a Manětínská oblast tmavé oblohy. Tyto oblasti mají hned několik funkcí, jako je především ochrana přírody a životního prostředí, ale také informovat veřejnost o problematice světelného znečištění. Obloha je zde výrazně tmavší než v urbanizovaných oblastech a okolí, průměrné hodnoty dosahují 21,25 MSA (ASU AV ČR 2018). Podle Bortleho stupnice ovšem i tato hodnota jasu noční oblohy odpovídá stupni 4, což zdaleka nedosahuje hodnot přirozené tmy.

Na dopady světelného znečištění upozorňuje mezinárodní program *Globe at Night*. Program mapuje světelné znečištění prostřednictvím dobrovolníků, kteří měří jas oblohy na místech po celém světě. V průběhu devíti let proběhlo už více než 100 000 měření ve 115 zemích světa, největší hustotu pokrytí měřeními vykazuje oblast Evropy a východní části USA (Globe at Night, 2018).

Měřit míru světelného znečištění si kladou za cíl i aplikace pro chytré mobilní telefony. Pro iPhone byla vyvinuta aplikace *Dark Sky Meter*, využívající citlivosti fotoaparátu zabudovaného do mobilního telefonu. Při pokusném měření s touto aplikací se ovšem

zjištěné hodnoty od hodnot získaných přístrojem SQM lišily o 1–2 MSA, což už je pro přesnost měření příliš velká odchylka. Jiný metodický přístup volí aplikace *Loss of the Night* (dostupná pro iOS i Android), která umožňuje pozorovateli vyhodnotit viditelnost hvězdných objektů různých hvězdných velikostí a míru světelného znečištění na základě toho odhadnout. Aplikace pro mobilní telefony lze proto označit spíše za orientační způsoby zjištění světelného znečištění, jejich předností je snadná dostupnost, která tak může mít přínos především informační a vzdělávací.

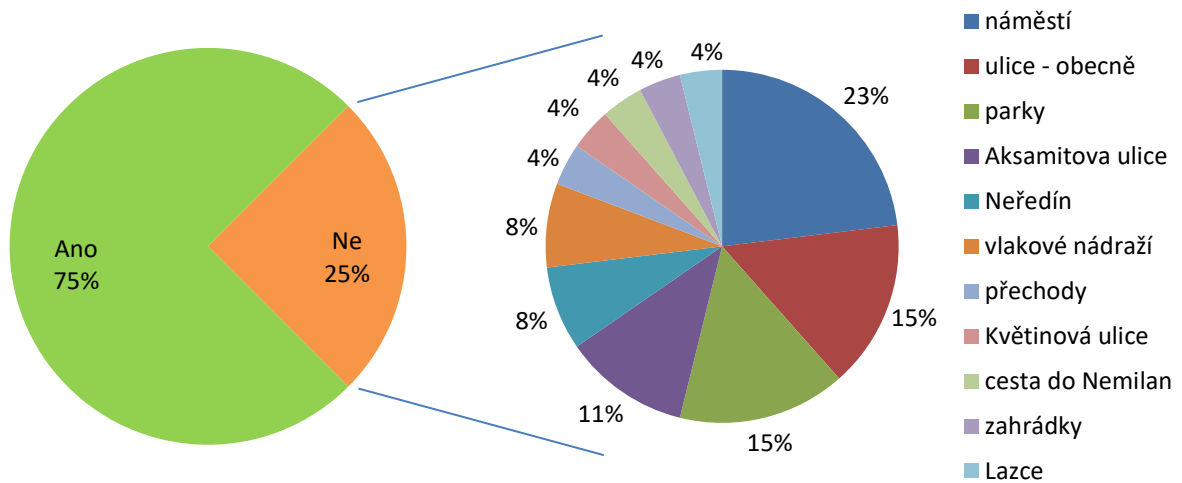
5 Dotazníkové šetření o světelném znečištění v Olomouci

Se záměrem získat základní představu o povědomí obyvatel Olomouce k tématu světelného znečištění bylo v průběhu dubna 2018 provedeno malé dotazníkové šetření (na vzorku 100 respondentů). Z něj vyplynulo, že většina dotázaných považuje noční veřejné osvětlení za dostačující (obr. 8). U záporných odpovědí byly za nedostatečně osvětlené lokality označena nejčastěji náměstí, parky nebo pouliční osvětlení obecně, u dalších variant odpovědi jde už o názory jednotlivců, často vázané na místo dotazování. V následující otázce na možná přesvícená místa (obr. 9) se podle většiny (67 %) respondentů žádná taková místa v Olomouci nenacházejí, třetina odpovědí však taková místa identifikovala – nejčastěji uváděli centrum města a oblast fotbalového stadionu.

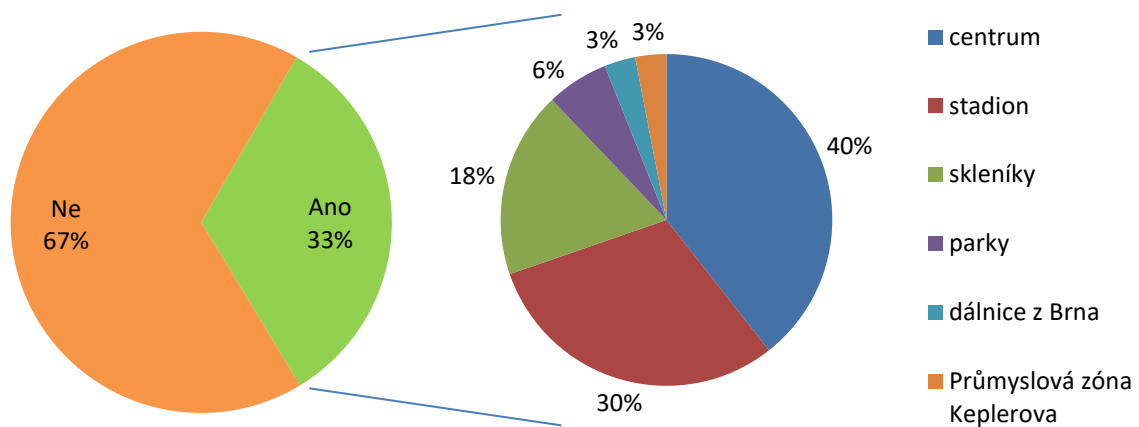
Celkem 80 % respondentů uvedlo, že jim do místnosti, kde spí, nesvítí zdroj světla z veřejného osvětlení, a v takovém případě pak svůj pokoj označovali za dostatečně temný pro spánek nebo uváděli, že jim úplná tma pro spánek ani nevyhovuje. U zbylých 20 %, jejichž pokoj je osvětlován zdrojem veřejného osvětlení, pouze polovině tato situace vadí (obr. 10).

V otázce míry nasvícení architektonických objektů (obr. 11) by většina (62 %) respondentů navrhovala omezení po určité noční hodině, zejména v méně frekventovaných místech, a nejčastěji jako zdůvodnění uváděli případné energetické úspory. Pro úplné zrušení tohoto typu osvětlení jsou pouhá 4 % dotázaných.

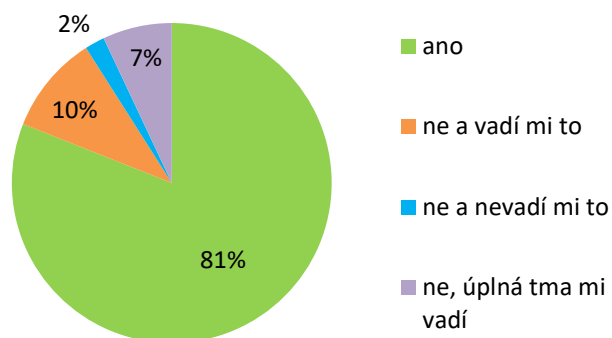
S tématem světelného znečištění (příp. světelného smogu či rušivého světla) se nikdy nesetkalo pouze 31 % dotázaných, dalších 15 % však uvedlo, že o jeho významu nemají konkrétnější představu (obr. 12).



Obr. 8 Odpovědi na otázku: *Považujete noční osvětlení v Olomouci za dostačující? Pokud ne, kde podle Vás dostačující není?*



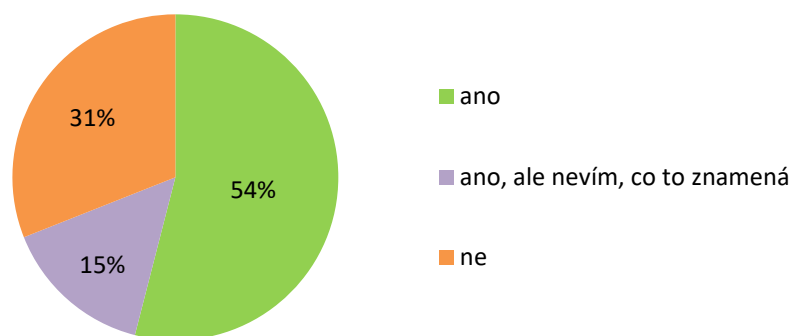
Obr. 9 Odpovědi na otázku: *Jsou podle Vás v Olomouci některá příliš přesvícená místa? Pokud ano, kde?*



Obr. 10 Odpovědi na otázku: *Máte pro svůj spánek v pokoji dostatečnou tmou?*



Obr. 11 Odpovědi na otázku: *Jaký je Váš názor na nasvícení architektonických památek v Olomouci?*



Obr. 12 Odpovědi na otázku: *Setkali jste se již někdy s pojmy „světelné znečištění“, „světelný smog“ nebo „rušivé světlo“?*

6 Vlastní měření jasu noční oblohy v Olomouci

V průběhu března a dubna 2018 byla provedena měření jasu noční oblohy v centru a v širším okolí centra Olomouce, a to v sadě stanovišť reprezentujících různé typy otevřených prostranství ve vnitřním městě. Měření byla prováděna vždy po ukončení večerního astronomického soumraku, na každém stanovišti v pěti různých dnech, a kromě hodnot zjištěných jasoměrem SQM byly zaznamenány i aktuální meteorologické podmínky, které se v jednotlivých dnech měření lišily. Bylo využito i možnosti změřit rozdíl v jasu noční oblohy při dočasném vypnutí některých prvků umělého osvětlení během akce Hodina Země dne 24. března 2018. Hodnoty získané z jednotlivých měření jsou souhrnně uvedeny v příloze 1 bakalářské práce.

6.1 Centrum Olomouce

Měření v centru Olomouce probíhala v rámci pěší trasy z Horního náměstí přes Bezručovy sady k Envelopě a zpět na Tržnici se zakončením ve Smetanových sadech (poloha stanovišť je vyznačena v obr. 2 v kapitole Metodika), a to v pěti dnech března 2018, které jsou spolu s meteorologickými podmínkami během měření uvedeny v tab. 2.

Ze srovnání hodnot na jednotlivých stanovištích a mezi jednotlivými dny (obr. 13) je patrné, že oblast obou centrálních náměstí vykazuje zřetelně vyšší přítomnost světla rozptýleného do horního poloprostoru, většina hodnot se pohybuje v intervalu 15–16 MSA a rozdíly mezi jednotlivými dny jsou zde menší než ve zbytku trasy měření, kde se výrazněji projevuje vliv pokrytí oblohy oblačností – při velké oblačnosti se i v parcích a v lokalitách podél tř. Svobody a 17. listopadu hodnoty pohybují v intervalu 15–16 MSA, zato při jasnější obloze klesají k 18 MSA.

V prostoru centrálních náměstí je možné registrovat výraznější rozdíly na malých vzájemných vzdálenostech. Nejtemnější stanoviště v tomto prostoru se nachází na ploše mezi budovou Moravského divadla a radnicí (resp. mezi Arionovou kašnou a sloupem Nejsvětější Trojice), kde hodnoty ve dnech s malou oblačností klesají k 17,4 MSA. Hlavní plocha Dolního náměstí je ve dnech s malou oblačností druhým nejtemnějším stanovištěm v prostoru centrálních náměstí, s hodnotami jasu oblohy okolo 16,6 MSA.

Oproti tomu nejjasnějším stanovištěm je průchod mezi Horním a Dolním náměstím, který je pro měření jasu noční oblohy přístrojem SQM příliš těsný, navíc s velkou koncentrací prvků

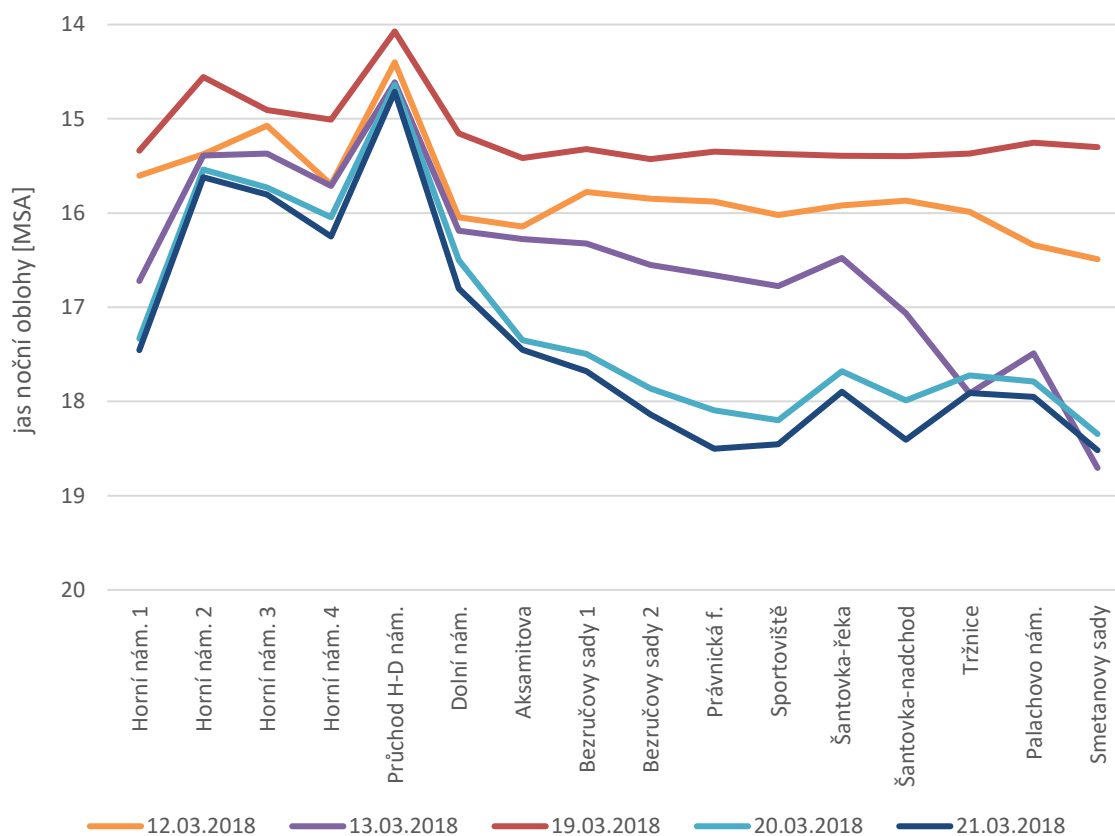
veřejného osvětlení i nasvětlení fasád. Ve všech dnech bez ohledu na oblačnost se zde naměřené hodnoty pohybují mezi 14,0 až 14,7 MSA.

Nejtemnějším stanovištěm celé měřicí trasy v centru Olomouce byla volná travnatá plocha ve Smetanových sadech (měření probíhalo v dostatečné vzdálenosti od vzrostlých stromů, nedocházelo tak k zastínění oblohy v zorném poli sensoru), kde ve dnech s malou oblačností hodnoty jasu oblohy klesaly k 18,5 MSA.

Tab. 2 Meteorologické podmínky v Olomouci v době měření jasu noční oblohy.

Datum	Teplota (°C)	Vlhkost vzduchu (%)	Rychlost větru (m/s)	Oblačnost
12. 3. 2018	9,2	81	3,4	Oblačno
13. 3. 2018	7,4	76	0,9	Oblačno *
19. 3. 2018	-2,0	75	3,2	Zataženo
20. 3. 2018	-3,0	74	2,6	Polojasno
21. 3. 2018	-1,0	71	3,1	Jasno

* V průběhu měření 13. 3. 2018 došlo k výraznějšímu úbytku oblačnosti.
Zdroj: ČHMÚ, 2018 a vlastní pozorování (oblačnost).



Obr. 13 Hodnoty jasu noční oblohy v centru Olomouce (vlastní měření).

6.2 Západní okraj centra Olomouce

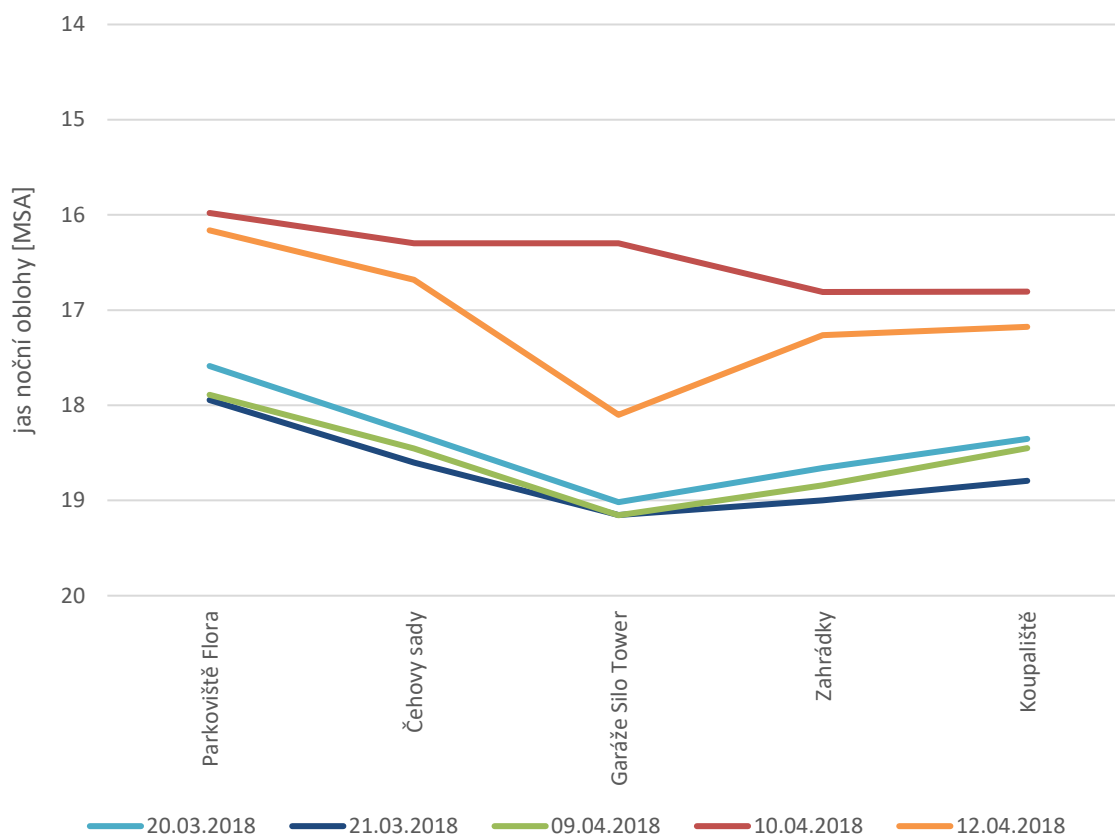
Kromě měření v samotném historickém centru a přilehlých parcích byla vybrána také sada měřicích stanovišť v návazném prostoru západního okraje centra města, a to 20. a 21. března (bezprostředně po měření v centru) a také ve třech dnech v dubnu. Meteorologické podmínky během měření jsou uvedeny v tab. 3, poloha stanovišť je vyznačena v obr. 3 v kapitole Metodika.

I v této části města je patrný rozdíl naměřených hodnot mezi dny s malou a velkou oblačností (obr. 14). Zatímco ve dnech s malou oblačností se jas oblohy pohyboval v rozmezí 17,6–19,1 MSA, což jsou hodnoty srovnatelné s prostorem Tržnice či Smetanových sadů ve stejných dnech měření (20. a 21. 3.), ve dnech s velkou oblačností (10. a 12. 4.) se jas oblohy zvýšil na 16,0–17,3 MSA a byl tedy o něco nižší, než v zatažených březnových dnech v prostoru Tržnice a Smetanových sadů. Hodnota 18,1 MSA u Garáží při Silo Tower 12. 4. souvisí s krátkým zmenšením oblačnosti v zenitové oblasti. Ve dnech s malou oblačností se toto stanoviště vyznačuje hodnotami okolo 19,1 MSA a je tak nejtemnějším ze všech zkoumaných stanovišť z obou měřicích tras. Toto lze vysvětlit absencí veřejného osvětlení v prostoru stanoviště, rozptýlené světlo sem doléhá jen ze vzdálenějších lamp v okolních ulicích.

Tab. 3 Meteorologické podmínky v Olomouci v době měření jasu noční oblohy.

Datum	Teplota (°C)	Vlhkost vzduchu (%)	Rychlost větru (m/s)	Oblačnost
20. 3. 2018	–3,0	74	2,6	Polojasno
21. 3. 2018	–1,0	71	3,1	Jasno
9. 4. 2018	2,0	73	1,9	Jasno
10. 4. 2018	–2,0	80	3,5	Zataženo
12. 4. 2018	1,0	79	2,5	Oblačno

Zdroj: ČHMÚ, 2018 a vlastní pozorování (oblačnost).



Obr. 14 Hodnoty jasu noční oblohy na západním okraji centra Olomouce (vlastní měření).

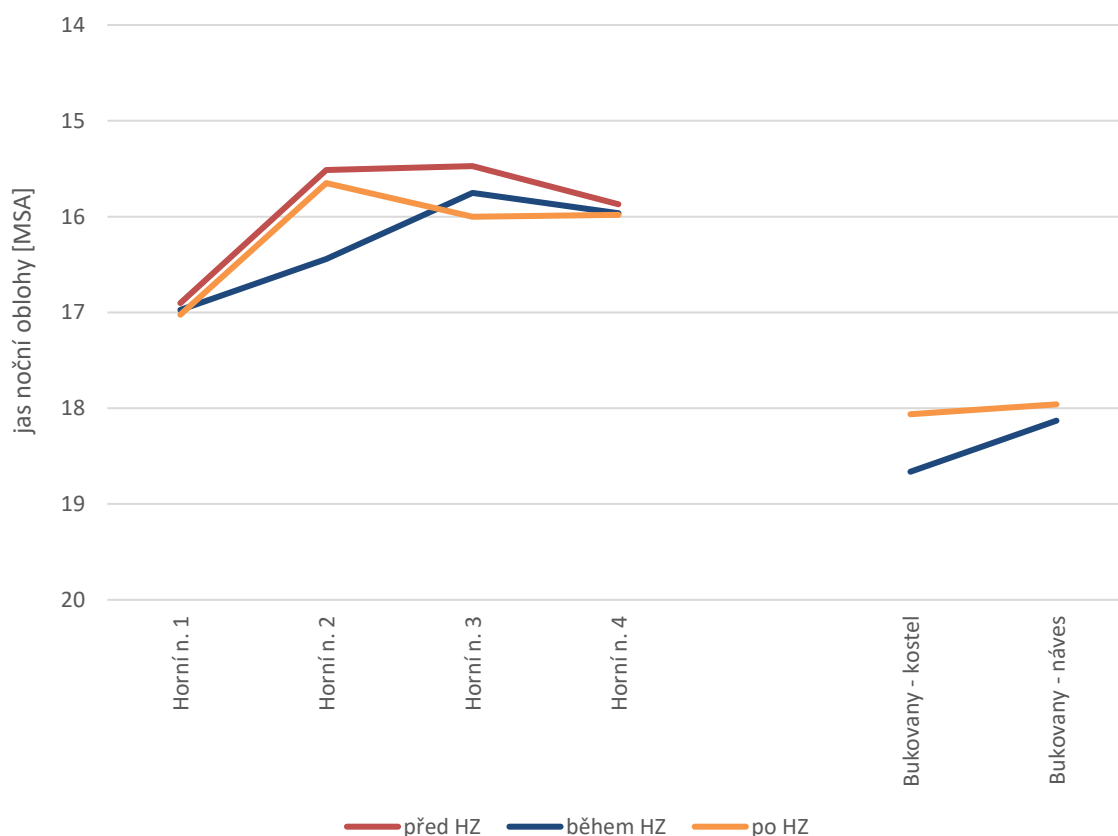
6.3 Hodina Země

Environmentálně osvětová akce Hodina Země je pořádána od roku 2007 k podpoře informovanosti o změně klimatu. Koná se vždy poslední sobotu v březnu, Česká republika se k ní připojuje od roku 2010. V roce 2018 připadla na sobotu 24. 3. na dobu 20:30–21:30 SEČ (Veronica, 2018). Olomouc se k akci připojila zhasnutím osvětlení sloupu Nejsvětější Trojice a zhasnutím sady střešních reflektorů osvětlujících severní fasádu radnice s orlojem. Tohoto dočasného vypnutí některých prvků osvětlení v prostoru Horního náměstí bylo vhodné využít ke srovnávacímu měření jasu oblohy.

K akci Hodina Země se také připojila nedaleká obec Bukovany, která během příslušné hodiny zhasnula své veřejné osvětlení úplně. Protože Bukovany leží 10 km od Olomouce, bylo možné se přesunout mezi Olomoucí a Bukovany a provést srovnávací měření postupně na obou místech. Meteorologické podmínky v době tohoto měření byly následující: skoro jasná obloha, teplota 0,6 °C, vlhkost vzduchu 77 % a rychlost větru 0,6 m/s (ČHMÚ, 2018).

Z hodnot na Horním náměstí v Olomouci (obr. 15) je patrné, že zhasnutí architektonického nasvětlení sloupu Nejsvětější Trojice a severní fasády radnice se nejvíce projevilo na stanovišti č. 2 (u Herkulovy kašny), kde došlo k potemnění o 0,86 MSA, zatímco v ostatních částech náměstí se prakticky neprojevilo. Celkově byly hodnoty na Horním náměstí před a po akci Hodina Země obdobné hodnotám z 20. a 21. 3., kdy bylo pokrytí oblohy oblačností obdobné.

V Bukovanech se hodnoty jasu oblohy po skončení Hodiny Země pohybovaly okolo 18 MSA a v průběhu akce byly obě lokality temnější, přičemž rozdíl byl výraznější v lokalitě u kostela, která byla o 0,6 MSA temnější oproti zapnutému osvětlení. Na návsi činil rozdíl pouze 0,17 MSA.



Obr. 15 Hodnoty jasu noční oblohy na Horním náměstí v Olomouci a v Bukovanech – srovnání v rámci akce Hodina Země (HZ) (vlastní měření).

7 Diskuze

Z provedených měření jasu noční oblohy jasoměrem SQM vyplývá, že jas oblohy nad centrem Olomouce odpovídá převážně nejvyššímu stupni 9 na Bortleho stupnici (< 17,5 MSA), tedy obloze uvnitř velkoměsta. Pouze v několika zvolených stanovištích byla obloha temnější, i tak ovšem zůstávala na stupni 8, což je městská obloha (hodnoty okolo 18 MSA). Srovnatelné hodnoty byly přitom naměřeny i v Bukovanech.

Všechna měření byla prováděna ve večerních hodinách po skončení astronomického soumraku a ve dnech okolo novoluní, jas oblohy tak nebyl ovlivněn svitem Měsíce. Výjimkou byla pouze akce Hodina Země, která připadla na den, kdy Měsíc dosáhl fáze první čtvrti a v době měření se nacházel relativně vysoko nad obzorem – těsně před začátkem měření ještě ve výšce 48° (tedy na okraji zorného pole senzoru jasoměru SQM), ve 22.00 pak ve výšce 34° nad obzorem (poloha vypočtena z dat Hvězdářské ročenky 2018; Rozehnal et al., 2017). Je tedy možné, že měření z 24. 3. mohla být svitem Měsíce částečně ovlivněna, což by mohlo vysvětlit např. rozdíly na stanovišti 3 na Horním náměstí – k ověření této domněnky by bylo zapotřebí měření zopakovat při příští vhodné příležitosti.

Celkově lze z naměřených hodnot jasu oblohy konstatovat, že v oblasti Horního a Dolního náměstí byly registrovány výrazně vyšší hodnoty jasu než v ostatních zvolených stanovištích v centru Olomouce. Projevuje se zde vliv větší koncentrace architektonického nasvícení objektů a těsnější zástavby poskytující veřejnému osvětlení více odrazných ploch.

Zajímavé dílčí zjištění přineslo měření jasu v prostoru u galerie Šantovka. Přestože se zde vyskytuje pěší nadchod nad dopravně frekventovanou ulicí, který je v celé délce nasvětlen, toto nasvětlení je řešeno šetrně v zábradlí nadchodu směřováním přímo na plochu nadchodu. Světlo se jen minimálně rozptyluje mimo cílovou plochu osvětlení a jako poměrně temný se ukázal horní poloprostor nejen na samotném nadchodu (při jasných dnech zde naměřeno 17,99 MSA, resp. 18,41 MSA), ale i v sousedních lokalitách poblíž nadchodu; na stanovištích 12 a 14 se naměřené hodnoty jasu oblohy pohybovaly v příslušných dnech mezi 17,68 až 17,91 MSA.

Velmi zajímavé výsledky poskytuje srovnání hodnot z měření za různých meteorologických podmínek. Hodnoty teploty vzduchu a rychlosti větru se během jednotlivých měření nijak dramaticky nelišily, relativní vlhkost vzduchu okolo 70–80 % ukazuje, že během měření se

nevyskytovala mlha. Jediný rozdílnější ze sledovaných parametrů byl charakter oblačnosti – při jasných a polojasných dnech byl jas oblohy o zhruba 2 MSA nižší než při dnech oblačných nebo zatažených nízkou oblačností. Při zatažených dnech se navíc hodnoty mezi stanovišti vzájemně lišily mnohem méně než při dnech jasných, kdy světlo z umělých zdrojů může od zemského povrchu snadněji unikat do vyšší atmosféry a není v takové míře rozptylováno a odráženo v aerosolech oblačnosti.

8 Závěr

Měření jasu noční oblohy v centru Olomouce jasoměrem SQM ukázalo, že obě centrální náměstí vykazují výrazně vyšší hodnoty jasu než ostatní zkoumané lokality v centru města. Významnou roli v tomto sehrává architektonické nasvícení objektů na obou náměstích, které sleduje především cíl kulturně-estetický a plní i funkci bezpečnostní, protože v tomto prostoru s ohledem na zvýšený pohyb osob v nočních hodinách. I přesto by část obyvatel uvítala ještě vyšší míru osvětlení těchto náměstí, jak ukázaly odpovědi v dotazníkovém šetření. Je však otázkou, jak by toto mohlo být do budoucna řešeno; způsob nasvícení nadchodu ke galerii Šantovka je z bezpečnostního hlediska dostatečný, nepřispívá však k nadměrnému jasů do horního poloprostoru. Ve srovnání s tím se na Horním náměstí nachází celá řada reflektorů mířících vzhůru a jako nejsilnější se ukázala sada osvětlující ze střešního umístění na dálku celou severní fasádu radnice; při dočasném vypnutí této sady reflektorů se v severní části náměstí snížil jas o téměř 1 MSA.

Aktuální úroveň světelného znečištění je ovlivňována meteorologickými podmínkami rozptylu světla v přízemní atmosféře. Z provedených měření se potvrdil vliv zatažení nízkou oblačností (zvýšení jasu o 2 MSA a více oproti jasným dnům), kdy se všechny lokality v centru přiblížily svými hodnotami Hornímu a Dolnímu náměstí; intenzita světla vyzařovaného z jednotlivých lokalit se v nízké oblačnosti homogenizuje – rozptyluje a odráží se rovnoměrněji nad širší oblastí než při jasné obloze. Pro další bližší prozkoumání tohoto jevu by bylo vhodné provést měření i za dalších meteorologických situací – při nižší vlhkosti vzduchu, dále naopak při vlhkově nasyceném ovzduší s tvorbou mlhy apod. Mezi další vhodná rozšíření výzkumu by patřilo rozšíření měřicích stanic i do okrajových částí města, měření v profilu celým městem a případné srovnání hodnot z jasoměru SQM s hodnotami získanými jinými měřicími postupy. Z technického hlediska by bylo vhodné zkoumat hodnoty jasu detailněji ve vztahu k typu a prostorové konfiguraci svítidel na daných stanicích.

9 Summary

The main aim of this bachelor thesis is to describe the current state of light pollution in Olomouc. Based on available literature, important sources of light pollution were introduced and its effects on human health, animal and plant species, economic and astronomical consequences were summed up. Possible solutions and initiatives aiming at decreasing light pollution were described.

A questionnaire survey among the citizens of Olomouc was carried out to obtain a certain idea about inhabitants' awareness of light pollution and their attitudes to illuminating public spaces. More than half of the respondents know about light pollution, 75% consider artificial night lightning of the city as sufficient and 33% perceive certain locations as excessively illuminated, often mentioning the city centre as an example. 62 % percent of the respondents would agree to the implementation of regulations in illuminating architectural sights.

Field measurements of night sky brightness using Sky Quality Meter (SQM) revealed that the central squares in Olomouc are much brighter than the adjacent streets and city parks, namely due to the use of architectural lighting. When comparing the results of measurements from different days, the influence of cloudiness was well demonstrated. During overcast nights, the values of night sky brightness were much more uniform across all measurement sites, as the light emitted from artificial lighting is much more dispersed and redirected by the aerosols in the low clouds. An experiment of measuring night sky brightness during and around the Earth Hour of 24 March 2018 was also carried out at the Upper Square in Olomouc and in the municipality of Bukovany near Olomouc. The most pronounced difference was detected at the northern part of the Upper Square, where turning off of the reflectors illuminating the town hall led to a decrease in the measured brightness by almost 1 MSA.

Seznam použité literatury

ASU AV ČR (2018) *Astronomický ústav Akademie věd České republiky – Světelné znečištění* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/svetelne-znecisteni>

BAREŠ, M. (2007) *Bortleho stupnice (Bortle scale) a světelné znečištění* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.nitelite.eu/observing/bortle.htm>

Beskydská oblast tmavé oblohy [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.boto.cz/>

BOGARD, P. ed. (2008) *Let There be Night: Testimony on Behalf of the Dark*. Reno: University of Nevada Press.

BOGARD (2013) *The End of Night: Searching for Natural Darkness in an Age of Artificial Light*. New York: Little, Brown and Company.

BORTLE, J. (2001) *The Bortle Dark-Sky Scale* [online, cit. 2018-07-27] Dostupné z: <https://www.skyandtelescope.com/astronomy-resources/light-pollution-and-astronomy-the-bortle-dark-sky-scale/>

CITIES AT NIGHT (2018) *Cities at night* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://citiesatnight.org/>

ČAS (2017) *Česká astronomická společnost – Aktuální mapy světelného znečištění* [online, cit. 2018-07-29]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/clanky/svetelne-znecisteni/aktualni-mapy-svetelneho-znecisteni.html>

ČAS (2018) *Česká astronomická společnost – Světelné znečištění* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/rady/svetelne-znecisteni.html>

ČHMÚ (2018) *Prohlížeč webových kamer – Olomouc* [online, cit. 2018-04-12] Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/kam/prohlizec.html?cam=olomouc>

FALCHI, F., BOGARD, P., CIPRIANO, M. (2016a) *The World Atlas of Light Pollution*. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1534642560.

FALCHI, F., CINZANO, P., DURISCOE, D., KYBA, C. C., ELVIDGE, C. D., BAUGH, K., PORTNOV, B. A., RYBNIKOVA, N. A., FURGONI, R. (2016b) The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*, 2016 Jun 1,2(6):e1600377.

- GABZDYL, P. (2010) *Dny bez nocí* (dokumentární film). Brno: Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně. Dostupné online [cit. 2018-02-21] z: <https://www.youtube.com/watch?v=WF90MWbcpoA>
- GLOBE AT NIGHT (2018) *About Globe at Night* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.globeatnight.org/about.php>
- HABEL, J. et al. (2013) *Světlo & osvětlování*. Praha: FCC Public, 2013. 622 s. ISBN 9788086534213
- HOLLAN, J. (2004) *Venkovní osvětlení v obcích*. Brno: ZO ČSOP Veronica, 2011. 64 s.
- HOLLAN, J. et al. (2004) *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu České republiky – závěrečná zpráva projektu* [online, cit. 2018-02-16]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf
- HORÁLEK, P. (2010) *Studium jasu oblohy* (bakalářská práce). Brno: Masarykova univerzita.
- IDA (2013) *International dark sky communities*. [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/88-international-dark-sky-communities>
- IDA (2018) *International Dark Sky Association* [online, cit. 2018-07-25]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/>
- JONES, T. et al. (2015) Melatonin: a possible link between the presence of artificial light at night and reductions in biological fitness. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 370, 1667.
- KATZ, Y., LEVIN, N. (2016) Quantifying urban light pollution A comparison between field measurements and EROS-B imagery. *Remote Sensing of Environment* 177, 65-77.
- KOLLÁTH, Z. et al. (2016) Qualifying lighting remodelling in a Hungarian city based on light pollution effects. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer* 181, 46-51.
- KONDZIOLKA, J. (2010a) *Architektonické osvětlení – vadí někomu? díl 1.* [online, cit. 2018-12-16]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/clanky/svetelne-znecisten/architektonicke-osvetleni-vadi-nekomu-dil-1.html>

- KONDZIOLKA, J. (2010b) *Architektonické osvětlení – vadí někomu? díl 2.* [online, cit. 2018-12-16]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/clanky/svetelne-znecisteni/architektonicke-osvetleni-vadi-nekomu-dil-2.html>
- KRTILOVÁ, A., MATOUŠEK, J., MONZER, L. (1981) *Světlo a osvětlování.* Praha: Avicenum.
- LIGHT POLLUTION MAP (2018) *Light pollution map* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <https://www.lightpollutionmap.info/>
- LoNNe (2018) *Loss of the Night Network* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.cost-lonne.eu/>
- Manětínská oblast tmavé oblohy* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://manetinskatma.cz/svetelne-znecisteni/o-svetelnem-znecisteni/>
- MAŠEK, M. (2017) *Měření jasu noční oblohy a jeho geografické aspekty* (bakalářská práce). Liberec: Technická univerzita v Liberci.
- MEIER, J. HASENÖHRL, U., KRAUSE, K., POTTHARST, M. (2015) *Urban Lighting, Light Pollution, and Society.* New York: Routledge.
- MILATOVÁ, Ž. (2013) *Kdyby zhasnul svět* (dokumentární film). Opava: Slezská univerzita v Opavě. Dostupné online [cit. 2018-02-21] z: <https://www.youtube.com/watch?v=9cVMq-WbkeA>
- MIZON, B. (2012) *Light Pollution: Responses and Remedies. Second Edition.* New York: Springer.
- MONZER, L. (1980) *Venkovní osvětlení architektury.* 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, n.p., 1980. 172 s.
- MORGAN-TAYLOR, M. (2015) Regulation of Light Pollution in Europe: Legal Challenges and Ways Forward. In MEIER, J. et al.: *Urban lighting, light pollution and Society*, 159-176.
- MŽP (2018) *Ministerstvo životního prostředí – Světelné znečištění* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/svetelne_znecisteni

- OBAYASHI, K. et al. (2018) Bedroom Light Exposure at Night and the Incidence of Depressive Symptoms. *American Journal of Epidemiology* 187, 427-434.
- PEŠKOVÁ, E. (2016) *Měření světelného znečištění ovzduší ve vybraných lokalitách* (bakalářská práce). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- RICH, C., LONGCORE, T. eds. (2005) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington DC: Island Press.
- ROZEHNAL, J. et al. (2017) *Hvězdářská ročenka 2018*. Praha: Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy v koedici s Astronomickým ústavem AV ČR.
- SKY QUALITY (2018) *Sky Quality.com – projekt mapování jasu noční oblohy* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://www.skyquality.cz/>
- STARÝ, J. (2013) *Světelné znečištění ovzduší* (diplomová práce). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- SUCHAN, P. et al. (2004) Analýza znečišťovatelů světlem na území České republiky. In HOLLAN, J. et al: *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky – závěrečná zpráva projektu* [online, cit. 2018-02-16]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf
- SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ (2018a) *Světelné znečištění – web Odborné skupiny pro tmavé nebe při České astronomické společnosti* [online, cit. 2018-07-27] Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz>
- SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ (2018b) *Světelné znečištění a plýtvání elektrickou energií* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/co-je-svetelne-znecisteni/plytvani-elektrickou-energi/>
- UNIHDRON (2017) *Instruction sheet* [online, cit. 2018-07-27]. Dostupné z: http://unihedron.com/projects/darksky/Instruction_sheet.pdf
- VERONICA (2018) *Ekologický institut Veronica – Hodina Země* [online, cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://www.veronica.cz/hodinazeme/>

Přílohy

Příloha 1: Data z měření

Příloha 2: Dotazníkové šetření

Příloha 1 – Data z měření

Hodnoty jasu oblohy jsou uvedeny v MSA, čas měření je v SEČ (včetně dubnových měření), uvedeny jsou pracovní názvy čtyř směrů, ke kterým byl přístroj držen (při směřování senzoru na zenit) a výsledný průměr hodnot.

Data z měření – centrum Olomouce

(1) HORNÍ NÁMĚSTÍ 1

49.5935781N, 17.2507575E

Datum	Čas	Divadlo	Socha	Radnice	ARA	Průměr
12.3.2018	20:05	15,65	15,62	15,61	15,53	15,60
13.3.2018	20:00	16,74	16,65	16,67	16,82	16,72
19.3.2018	20:02	15,34	15,29	15,38	15,34	15,34
20.3.2018	20:10	17,27	17,23	17,43	17,40	17,33
21.3.2018	19:55	17,37	17,47	17,38	17,60	17,46

(2) HORNÍ NÁMĚSTÍ 2

49.5941339N, 17.2510792E

Datum	Čas	Socha	Radnice	Rosmann	ČSOB	Průměr
12.3.2018	20:08	15,39	15,39	15,32	15,40	15,38
13.3.2018	20:02	15,35	15,42	15,30	15,49	15,39
19.3.2018	20:04	14,48	14,56	14,61	14,58	14,56
20.3.2018	20:13	15,44	15,55	15,59	15,58	15,54
21.3.2018	20:00	15,58	15,62	15,65	15,63	15,62

(3) HORNÍ NÁMĚSTÍ 3

49.5940783N, 17.2519161E

Datum	Čas	Lékárna	Socha	Rosmann	Radnice	Průměr
12.3.2018	20:10	14,92	15,08	15,07	15,23	15,08
13.3.2018	20:05	15,28	15,42	15,33	15,45	15,37
19.3.2018	20:07	14,89	14,91	14,85	14,98	14,91
20.3.2018	20:17	15,66	15,68	15,75	15,82	15,73
21.3.2018	20:03	15,73	15,78	15,84	15,86	15,80

(4) HORNÍ NÁMĚSTÍ 4

49.5935914N, 17.2516156E

Datum	Čas	Průchod	Mona Lisa	K radnici	K soše	Průměr
12.3.2018	20:15	15,84	16,01	15,20	15,75	15,70
13.3.2018	20:08	15,96	15,99	15,12	15,78	15,71
19.3.2018	20:10	15,01	15,12	14,82	15,08	15,01
20.3.2018	20:20	15,97	16,16	15,89	16,16	16,05
21.3.2018	20:07	16,18	16,31	16,36	16,14	16,25

(5) PRŮCHOD HORNÍ–DOLNÍ NÁMĚSTÍ

49.5931328N, 17.2519589E

Datum	Čas	Galerie	Dolní n.	Tescoma	Horní n.	Průměr
12.3.2018	20:17	14,55	14,24	14,49	14,32	14,40
13.3.2018	20:10	14,58	14,62	14,80	14,45	14,61
19.3.2018	20:15	14,13	13,93	14,19	14,04	14,07
20.3.2018	20:25	14,70	14,60	14,63	14,62	14,64
21.3.2018	20:10	14,80	14,62	14,84	14,59	14,71

(6) DOLNÍ NÁMĚSTÍ

49.5917139N, 17.2530106E

Datum	Čas	Sloup	Koš	Hospoda	Horní náměstí	Průměr
12.3.2018	20:20	16,08	16,00	15,97	16,13	16,05
13.3.2018	20:15	16,14	16,16	16,16	16,29	16,19
19.3.2018	20:21	15,11	15,15	15,15	15,21	15,16
20.3.2018	20:30	16,25	16,58	16,63	16,54	16,50
21.3.2018	20:15	16,79	16,76	16,81	16,85	16,80

(7) ULICE AKSAMITOVA

49.5905383N, 17.2554672E

Datum	Čas	K fasádě	K silnici	Značka	K sadům	Průměr
12.3.2018	20:30	16,00	16,13	16,25	16,20	16,15
13.3.2018	20:25	16,22	16,27	16,33	16,28	16,28
19.3.2018	20:30	15,36	15,40	15,44	15,47	15,42
20.3.2018	20:36	17,26	17,35	17,38	17,41	17,35
21.3.2018	20:20	17,39	17,41	17,50	17,50	17,45

(8) BEZRUČOVY SADY 1

49.5929867N, 17.2556122E

Datum	Čas	Lavička	Kulán	Fakulta	Šantovka	Průměr
12.3.2018	20:35	15,78	15,75	15,78	15,80	15,78
13.3.2018	20:30	16,18	16,39	16,28	16,44	16,32
19.3.2018	20:33	15,31	15,34	15,31	15,33	15,32
20.3.2018	20:40	17,38	17,62	17,57	17,41	17,50
21.3.2018	20:30	17,62	17,72	17,77	17,61	17,68

(9) BEZRUČOVY SADY 2

49.5928894N, 17.2559556E

Datum	Čas	Stromek	Šantovka	Ke kopci	Kulán	Průměr
12.3.2018	20:40	15,90	15,83	15,80	15,86	15,85
13.3.2018	20:32	16,59	16,55	16,48	16,58	16,55
19.3.2018	20:36	15,48	15,39	15,40	15,44	15,43
20.3.2018	20:42	17,74	17,90	17,86	17,95	17,86
21.3.2018	20:35	18,13	18,11	18,06	18,25	18,14

(10) PRÁVNICKÁ FAKULTA

49.5901214N, 17.2612983E

Datum	Čas	Ke škole	K zastávce	Ke keři	K silnici	Průměr
12.3.2018	20:50	15,87	15,89	15,88	15,88	15,88
13.3.2018	20:40	16,68	16,72	16,64	16,60	16,66
19.3.2018	20:45	15,35	15,33	15,35	15,36	15,35
20.3.2018	20:50	18,11	18,18	18,00	18,08	18,09
21.3.2018	20:50	18,50	18,54	18,38	18,59	18,50

(11) SPORTOVIŠTĚ U SOKOLOVNY

49.5892972N, 17.2587828E

Datum	Čas	Silnice	K fasádě	Hřiště	Ke koši	Průměr
12.3.2018	21:00	16,02	16,01	16,02	16,03	16,02
13.3.2018	20:45	16,75	16,69	16,85	16,81	16,78
19.3.2018	20:50	15,35	15,39	15,40	15,35	15,37
20.3.2018	20:55	18,16	18,17	18,23	18,23	18,20
21.3.2018	20:56	18,47	18,48	18,46	18,41	18,46

(12) ŠANTOVKA – ŘEKA

49.5886050N, 17.2572431E

Datum	Čas	Řeka	Šantovka	Most	Sokol	Průměr
12.3.2018	21:08	15,93	15,90	15,93	15,92	15,92
13.3.2018	20:55	16,50	16,49	16,45	16,47	16,48
19.3.2018	20:56	15,39	15,39	15,38	15,41	15,39
20.3.2018	21:02	17,80	17,70	17,61	17,60	17,68
21.3.2018	21:03	17,95	17,93	17,86	17,84	17,90

(13) ŠANTOVKA – NADCHOD

49.5887025N, 17.2568033E

Datum	Čas	Envelopa	Šantovka	Tržnice	Pilíře	Průměr
12.3.2018	21:13	15,79	15,77	15,98	15,93	15,87
13.3.2018	21:02	17,07	16,99	17,08	17,11	17,06
19.3.2018	20:58	15,43	15,39	15,42	15,34	15,40
20.3.2018	21:10	17,99	18,09	17,96	17,91	17,99
21.3.2018	21:05	18,39	18,48	18,40	18,35	18,41

(14) TRŽNICE – PARKOVIŠTĚ

49.5890433N, 17.2563419E

Datum	Čas	Silnice	Tržnice	Most	Šantovka	Průměr
12.3.2018	21:16	15,95	16,00	16,01	15,99	15,99
13.3.2018	21:08	18,00	17,93	17,79	17,93	17,91
19.3.2018	21:05	15,38	15,33	15,39	15,38	15,37
20.3.2018	21:15	17,83	17,69	17,58	17,79	17,72
21.3.2018	21:10	18,06	17,90	17,86	17,82	17,91

(15) PALACHOVO NÁMĚSTÍ

49.5908656N 17.2502481E

Datum	Čas	Brána	Hotel	Moritz	Fakulta	Průměr
12.3.2018	21:25	16,39	16,27	16,33	16,37	16,34
13.3.2018	21:15	17,45	17,51	17,48	17,52	17,49
19.3.2018	21:20	15,23	15,26	15,26	15,26	15,25
20.3.2018	21:30	17,87	17,71	17,74	17,83	17,79
21.3.2018	21:25	17,92	17,85	17,96	18,08	17,95

(16) SMETANOVY SADY

49.5888625N, 17.2497758E

Datum	Čas	Vlevo	Asfalt	Flora	Kulán	Průměr
12.3.2018	21:35	16,44	16,43	16,49	16,60	16,49
13.3.2018	21:25	18,66	18,72	18,74	18,70	18,71
19.3.2018	21:35	15,29	15,29	15,31	15,31	15,30
20.3.2018	21:40	18,36	18,38	18,32	18,32	18,35
21.3.2018	21:40	18,66	18,61	18,09	18,71	18,52

Data z měření – západní okraj centra Olomouce

(1) PARKOVIŠTĚ ZA HOTELEM FLORA

49.5911400N, 17.2424444E

Datum	Čas	K bráně	Vpravo	K trati	Vlevo	Průměr
20.3.2018	21:50	17,81	17,56	17,55	17,43	17,59
21.3.2018	21:40	18,07	17,93	17,93	17,85	17,95
9.4.2018	21:05	17,91	17,73	17,93	17,99	17,89
10.4.2018	21:15	16,06	15,92	15,91	16,03	15,98
12.4.2018	21:00	16,11	16,23	16,22	16,09	16,16

(2) ČECHOVY SADY – U BOŽENY NĚMCOVÉ

49.5934631N, 17.2446761E

Datum	Čas	Stromek	Pomník	Jehličnan	Silnice	Průměr
20.3.2018	21:58	18,34	18,40	18,24	18,20	18,30
21.3.2018	21:50	18,53	18,72	18,56	18,60	18,60
9.4.2018	21:15	18,45	18,53	18,43	18,41	18,46
10.4.2018	21:25	16,28	16,35	16,31	16,25	16,30
12.4.2018	21:10	16,74	16,61	16,66	16,71	16,68

(3) GARÁŽE – U SILO TOWER

49.5965333N, 17.2413181E

Datum	Čas	Centrum	Vpravo	Stromy	Bazén	Průměr
20.3.2018	22:15	18,98	19,03	19,10	18,96	19,02
21.3.2018	22:10	19,12	19,22	19,15	19,12	19,15
9.4.2018	21:30	19,11	19,21	19,12	19,18	19,16
10.4.2018	21:40	16,28	16,35	16,31	16,25	16,30
12.4.2018	21:25	18,11	18,19	17,98	18,12	18,10

(4) ZAHRÁDKY KAŠPAROVA

49.5999928N, 17.2403147E

Datum	Čas	Zahrady	Vpravo	Vlevo	K silnici	Průměr
20.3.2018	22:30	18,63	18,66	18,65	18,70	18,66
21.3.2018	22:24	18,92	18,98	19,02	19,07	19,00
9.4.2018	21:35	18,79	18,83	18,89	18,85	18,84
10.4.2018	21:50	16,99	16,55	16,89	16,81	16,81
12.4.2018	21:40	17,23	17,17	17,31	17,35	17,27

(5) KOUPALIŠTĚ

49.5979172N, 17.2456686E

Datum	Čas	K centru	Vpravo	Stromy	Bazén	Průměr
20.3.2018	22:40	18,41	18,23	18,41	18,36	18,35
21.3.2018	22:35	18,72	18,80	18,85	18,81	18,80
9.4.2018	21:45	18,51	18,45	18,35	18,49	18,45
10.4.2018	22:00	16,85	16,73	16,83	16,81	16,81
12.4.2018	21:48	17,12	17,23	17,14	17,21	17,18

Data z měření – Hodina Země 24. 3. 2018

Řádky s měřeními během hodiny Země (mezi 20:30 a 21:30) jsou podbarveny.

HORNÍ NÁMĚSTÍ 1

49.5935781N, 17.2507575E

Čas	1	2	3	4	Průměr
20:27	17,11	16,70	16,86	16,94	16,90
20:42	17,22	16,81	16,87	17,00	16,98
22:07	17,02	17,01	17,00	17,07	17,03

HORNÍ NÁMĚSTÍ 2

49.5941339N, 17.2510792E

Čas	1	2	3	4	Průměr
20:20	15,67	15,55	15,52	15,32	15,52
20:35	16,61	16,24	16,50	16,42	16,44
22:00	15,81	15,61	15,72	15,46	15,65

HORNÍ NÁMĚSTÍ 3

49.5940783N, 17.2519161E

Čas	1	2	3	4	Průměr
20:22	15,31	15,38	15,50	15,70	15,47
20:37	15,61	15,60	15,84	15,96	15,75
22:02	15,86	15,81	16,15	16,18	16,00

HORNÍ NÁMĚSTÍ 4

49.5935914N, 17.2516156E

Čas	1	2	3	4	Průměr
20:25	15,87	15,83	15,86	15,93	15,87
20:40	16,00	15,79	15,90	16,17	15,97
22:05	15,88	15,79	16,12	16,13	15,98

BUKOVANY – KOSTEL

49.6081775N, 17.3495706E

Čas	1	2	3	4	Průměr
21:05	18,62	18,79	18,78	18,46	18,66
21:35	18,22	18,26	17,86	17,91	18,06

BUKOVANY – NÁVES

49.6052678N, 17.3446836E

Čas	1	2	3	4	Průměr
21:10	18,07	17,97	18,09	18,39	18,13
21:40	18,06	17,66	18,04	18,08	17,96

Příloha 2

Dotazníkové šetření

VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ A SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ V OLOMOUCI

Vážená paní, vážený pane,

v rámci bakalářské práce na téma *Světelné znečištění a jeho intenzita v Olomouci*, vedenou panem RNDr. Martinem Jurkem, Ph.D., si Vám dovoluujeme položit několik otázek souvisejících s veřejným osvětlením v Olomouci. Výzkum je striktně anonymní, čas potřebný k vyplnění dotazníku není delší než 10 minut a je určen respondentům starším 18 let, kteří mají trvalé bydliště v Olomouci.

Děkuji za Vaše odpovědi!

Lenka Kříčenská

Uveďte prosím, ve které **části Olomouce** bydlíte:

.....

Pohlaví: muž žena **Věk:** 18-39 40-59 60 a více let

1. Považujete noční veřejné osvětlení v Olomouci za dostačující? Pokud ne, uveďte, kde podle Vás dostačující není.

A. Ano, je dostatečné **B.** Ne, je nedostatečné v

2. Jsou podle Vás v Olomouci některá příliš přesvícená místa? Pokud ano, kde se nachází?

A. Ano, **B.** Ne

3. Svítí Vám do místnosti, ve které spíte, umělý zdroj světla z veřejného osvětlení?

A. Ano **B.** Ne

4. Máte pro svůj spánek v pokoji dostatečnou tmu (např. zatažením závěsů či žaluzií), nebo Váš spánek v noci ruší světlo z ulice?
- A. Ano, mám dostatečnou tmu
 - B. Ne, nedaří se mi pokoj dostatečně zatemnit a světlo z ulice mi překáží
 - C. Světlo z ulice mi při spánku vůbec nevadí
 - D. Úplná tma mi při spánku vadí, raději spím u rozsvícené lampičky apod.
5. Jaký je Váš názor na nasvícení architektonických památek v Olomouci?
- A. Vyhovuje mi současný stav
 - B. Zcela bych ho zrušil/a, stačí pouliční lampy
 - C. Jsem pro omezení po určité noční hodině (např. 23.00 či půlnoc)
6. Setkali jste se již někdy s pojmy „světelné znečištění“, „světelný smog“ nebo „rušivé světlo“?
- A. Ano
 - B. Ano, ale nevím, co to přesně znamená
 - C. Ne