

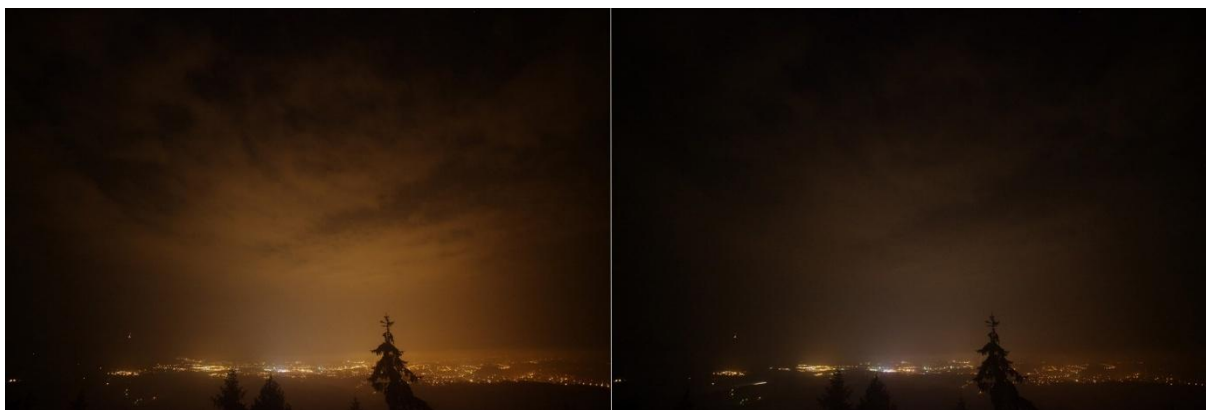
Měření při zhasínání veřejného osvětlení v Libereckém kraji 2009

Mgr. Martin Mašek, 2025; Česká astronomická společnost

Ve dnech 16. až 18. 9. 2009 probíhala v Libereckém kraji rozsáhlá akce, která proběhla pod záštitou Libereckého kraje – ve spolupráci se Sdružením obcí Libereckého kraje, Českou společností pro osvětlování, Společností pro rozvoj veřejného osvětlení a Technickou univerzitou Ostrava. Cílem bylo provést měření jasu noční oblohy z různých stanovišť v regionu při různých režimech osvětlení měst a obcí (Sokanský a kol., 2009). Měření se účastnili nejen odborníci z oblasti světelné techniky, ale jako nezávislí pozorovatelé byli přizváni také zástupci z řad astronomické komunity.

V noci z 16. na 17. září se měření uskutečnilo v Jablonci nad Nisou, kde bylo záměrem vyhodnotit změny jasu noční oblohy v různých režimech osvětlení – při zapnutém veřejném osvětlení v Jablonci nad Nisou, při rozsvíceném osvětlení stadionu Střelnice v Jablonci, dále pak při zhasnutém veřejném osvětlení a při zhasnutém stadionovém osvětlení. Průběh měření však výrazně ovlivnila nízká a proměnlivá oblačnost, která znemožnila získání dat vhodných pro spolehlivou interpretaci výsledků.

Následující noc, z 17. na 18. září, probíhalo koordinované měření napříč celým Libereckým krajem. V průběhu noci byla ve většině měst a obcí v Libereckém kraji postupně vypínána veřejná osvětlovací soustava, což mělo umožnit sledování změn jasu noční oblohy v rozsáhlém územním měřítku. I tento experiment však negativně ovlivnily meteorologické podmínky – především přechod nízké a následně i vysoké oblačnosti. Výsledná data tak nejsou dostatečně spolehlivá pro kvantitativní vyhodnocení dopadu vypnutí osvětlení na jas noční oblohy.



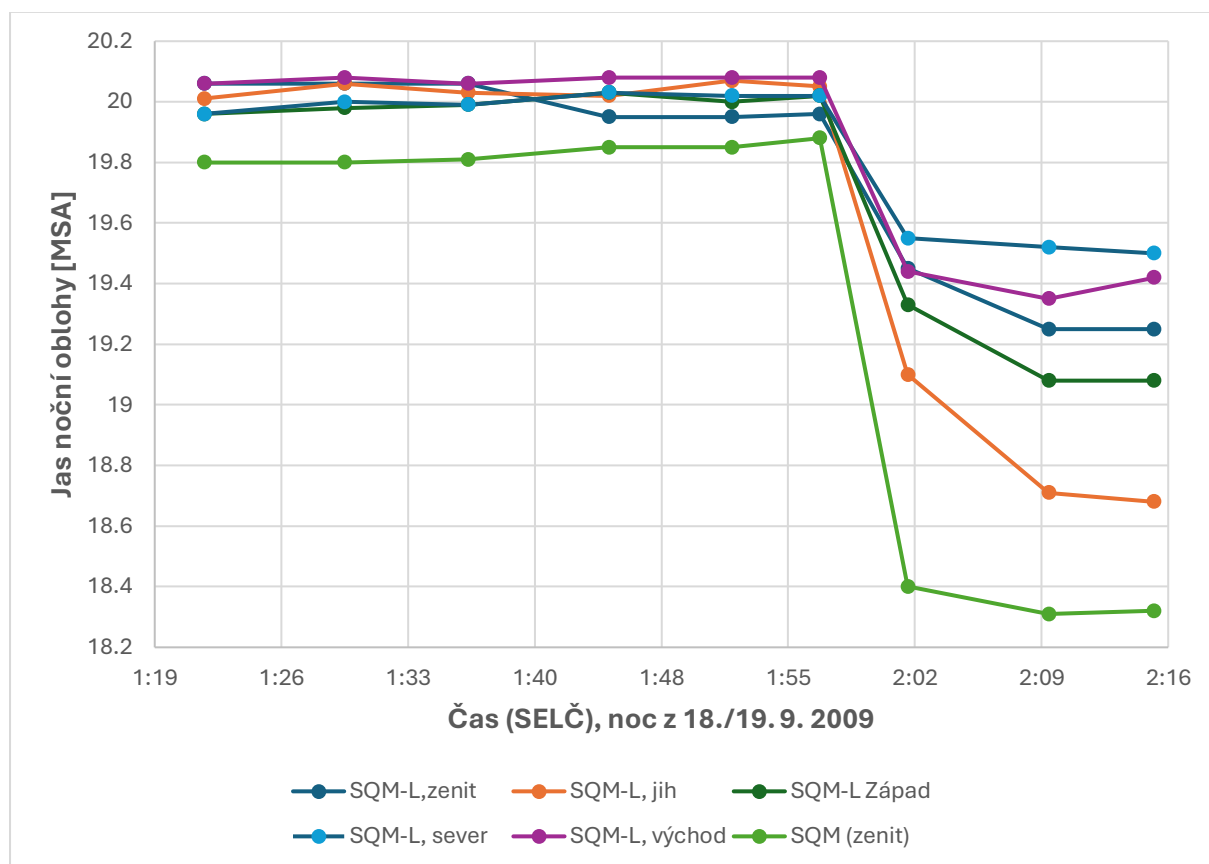
Obr.1: Srovnání pohledu z rozhledny na Císařském kamení směrem na Liberec při zapnutém (vlevo) a zhasnutém (vpravo) veřejném osvětlení v noci ze 17. na 18. září 2009. Při měření přecházela proměnlivá oblačnost, která je nápadně nasvícená umělými zdroji světla.

Zdroj: Martin Gembec, poskytnuto autorem

Ve třetí noci, z 18. na 19. září, již akce oficiálně neprobíhala. Přesto však mezi 1:00 až 2:00 SELČ došlo k neočekávanému, předem neohlášenému zhasnutí veřejného osvětlení ve městě Liberec (ostatní města a obce v kraji osvětlení nezhasly). Na tuto situaci jsem nebyl předem připraven, nicméně po zaznamenání náhlého zhasnutí veřejného osvětlení jsem operativně zahájil měření jasů noční oblohy pomocí přístrojů SQM a SQM-L ze stanoviště na sídlišti v Rochlici (50°45'11.9" s. š., 15°3'31.3" v. d.). Naměřené hodnoty jsou uvedeny v grafu č. 1 a v tabulce v příloze (příloha 1). Měřit jsem začal v 1:22 SELČ, k opětovnému rozsvícení VO došlo ve 2:00 SELČ, v měření jsem pokračoval až do 2:16 SELČ. Významnou předností těchto dat je, že byla získána za zcela jasné oblohy a za meteorologicky stabilních podmínek. Na rozdíl od měření prováděných v předchozích dvou nocích tak lze tato data považovat za věrohodná a vhodná k další analýze.

Jas noční oblohy při vypnutém veřejném osvětlení (VO) se v případě přístroje SQM-L, který měří v užším zorném poli, pohyboval v rozmezí 19,95 až 20,08 MSA. Měření bylo prováděno v zenitu a ve čtyřech hlavních světových směrech (sever, východ, západ a jih) ve výšce 60° nad obzorem. Přístroj SQM, pracující se širším zorným polem a zaměřený na zenit, zaznamenal jas v rozmezí 19,80 až 19,88 MSA. Ve 2:00 SELČ došlo k opětovnému zapnutí veřejného osvětlení, jehož náběh byl pozvolný. V této fázi však došlo k ovlivnění měření přístrojem SQM přímým světlem z blízké lampy veřejného osvětlení (vysokotlaká sodíková výbojka), která byla umístěna na jihu. Stejně osvětlení narušilo i data získaná přístrojem SQM-L při měření směrem k jihu. Za relevantní po zapnutí veřejného osvětlení lze proto považovat pouze data naměřená přístrojem SQM-L ve směrech zenit, východ, západ a sever, tedy v těch směrech, které nebyly ovlivněny

přímým světelným zdrojem. Jas noční oblohy v těchto směrech po rozsvícení veřejného osvětlení dosahoval hodnot v rozmezí 19,08 až 19,42 MSA (dle údajů z přístroje SQM-L, s výjimkou směru jih).



Graf 1: průběh změny jasu noční oblohy při vypnutí a následně zapnutí veřejném osvětlení v noci z 18. na 19. 9. 2009. Měření probíhalo mezi 1:22 až 2:16 SELČ, VO bylo rozsvíceno ve 2:00 SELČ (měření viz příloha č. 1).

Zdroj: vlastní měření

Během období vypnutí veřejného osvětlení v Liberci zůstala v provozu řada soukromých a komerčních světelných zdrojů, které měly vliv na jas noční oblohy. Nad jihozápadním obzorem byla patrná výrazná světelná záře pocházející z průmyslové zóny Liberec–jih a obchodního centra Nisa. Poměrně silným zdrojem světelného znečištění bylo rovněž osvětlení železniční infrastruktury (Liberec hlavní nádraží), především ve směru jihozápad až severozápad. V oblasti severozápadu se dále nachází rozsáhlá obchodní a průmyslová zóna Liberec–sever, která rovněž přispívala ke zvýšenému jasu v této části oblohy. Ve směru na sever je situováno samotné městské centrum, přičemž nad severním obzorem bylo výrazné zvýšení jasu v důsledku okrasného nasvícení komínu liberecké spalovny komunálního odpadu. Značná část

světelného toku z tohoto zdroje přesahovala fyzický obrys komína a vytvářela rozsáhlý světelný kužel, který zasahoval desítky úhlových stupňů přes značnou část severní části oblohy.

Vyhodnocení naměřených dat

Na základě měření jasu noční oblohy provedeného před vypnutím VO a následně po jeho opětovném zapnutí je možné odhadnout podíl veřejného osvětlení na celkovém jasu oblohy. Tento podíl lze odhadnout pomocí vhodného výpočtu, přičemž jednotlivé proměnné mají následující význam:

„PL_contribution“ je podíl veřejného osvětlení na umělém jasu,

„total_brightness“ označuje celkový jas noční oblohy při zapnutém veřejném osvětlení,

„PL_off_brightness“ představuje jas oblohy při vypnutém veřejném osvětlení,

„natural_brightness“ odpovídá přirozenému jasu noční oblohy bez vlivu umělých zdrojů (22,0 MSA),

a „k“ je korekční koeficient, který vyjadřuje podíl světla z konkrétní oblasti na umělém jasu oblohy v místě měření. Tento koeficient umožňuje zohlednit vliv okolních obcí a měst, která nebyla během experimentu zhasnuta, tudíž tak ovlivňovala celkový jas noční oblohy. Hodnotu koeficientu „k“ lze určit pomocí nástroje „Zenith Brightness Simulation“ dostupného na webové stránce lightpollution.info. V tomto případě byl při výpočtu použit korekční koeficient $k = 0,95$, jelikož simulace pomocí nástroje „Zenith brightness simulation“ ukázala, že příspěvek polygonu města Liberec tvoří přibližně 95 % celkového jasu noční oblohy v místě měření.

$$PL_contribution = \frac{(total_brightness - PL_off_brightness)}{((total_brightness - natural_brightness) \times k)}$$

Vzhledem k tomu, že magnituda je logaritmická škála, je před prováděním výpočtů vhodné převést naměřené hodnoty jasnosti na lineární veličinu – tok (flux). Tento převod se provádí pomocí vztahu:

$$F = 10^{(-0.4 \times MSA)},$$

kde F představuje relativní tok a MSA označuje jas noční oblohy v magnitudách na úhlovou čtvereční vteřinu. Tento přepoččet umožňuje srovnávat a vyhodnocovat změny jasu ve fyzikálně smysluplných poměrech.

Výsledky výpočtu podílu veřejného osvětlení na celkovém jasu noční oblohy v jednotlivých směrech jsou shrnuty v následující tabulce (tabulka č. 1). Tyto hodnoty byly získány porovnáním jasů oblohy před a po zapnutí veřejného osvětlení.

Směr měření	Podíl VO na jas oblohy
Zenit	54,88 %
Sever	43,25 %
Západ	65,00 %
Východ	56,44 %

Tab. 1: podíly VO na jas oblohy v závislosti na směru, výsledky měření v Liberci 2009.

Zdroj: vlastní měření

Z výsledků je patrné, že veřejné osvětlení v dané lokalitě přispívá k jas noční oblohy významným podílem, který se v závislosti na směru pohybuje mezi přibližně 43 % a 65 %. Nejvyšší změna jasu, a tedy největší podíl VO na jas oblohy, byla zaznamenána ve směru západ. Nejmenší změna jasu noční oblohy byla pak zaznamenána ve směru sever. Tímto směrem se nachází centrum města Liberec a zvýšený jas způsobovalo osvětlení komínu spalovny komunálního odpadu. Ve směru zenitu tvoří podíl veřejného osvětlení na jas oblohy přibližně 55 %.

Druhým měřicím stanovištěm byl Jablonec nad Nisou, kde měřil Martin Gembec. Ten měl na balkóně, v městské části Kokonín (50°42'7.0" s. š., 15°10'49.1" v. d.) umístěn přístroj SQM-LE, který byl namířen do azimutu přibližně 130°-150° a do výšky 50°-60° nad obzor, tedy přibližně na druhou stranu, než je Liberec. Přestože Jablonec nad Nisou, ani další města nezhasínala, byl tento přístroj v průběhu noci schopen zaznamenat pokles jasu oblohy způsobený zhasnutím VO v Liberci (měření byla prováděna automaticky každou minutu po celou noc). Pokles a nárůst jasu změřený v Kokoníně je 0,04 magnitudy a časově souhlasí s vypnutím a zapnutím VO v Liberci (viz měření příloha č. 2).

Pokud jsou data z tohoto měření dosazena do výše uvedeného vzorce pro výpočet podílu veřejného osvětlení na jas noční oblohy a zároveň je zohledněn korekční koeficient k , který v tomto případě činí 0,099 (tj. světelný příspěvek Liberce k celkovému zenitovému jas oblohy na pozorovacím stanovišti v Kokoníně odpovídá přibližně 9,9 %), vychází podíl veřejného osvětlení na umělém jas oblohy na hodnotu 51,34 %. Tento výsledek je v dobrém souladu s hodnotami získanými při měření ze stanoviště v liberecké části Rochlice.

K oficiálnímu zveřejnění výsledků této rozsáhlé akce nikdy nedošlo. Existuje pouze předběžný dokument s názvem „Zpráva o měření jasů noční oblohy v Libereckém kraji“ (Sokanský a kol.,

2009), který shrnuje průběh a metodiku provedených měření. Přesto se přibližně rok po experimentu objevily v médiích zprávy, podle nichž se veřejné osvětlení na celkovém jasů noční oblohy podílí pouze přibližně jednou třetinou. Tato informace, prezentovaná například v článku „Vědci ponořili Liberecko do tmy a zjistili, že lampy škodí ‚jen‘ ze třetiny“, který vyšel na iDNES (Hoření, 2010), byla do veřejného prostoru uvedena světelnými technikami, kteří se na organizaci akce podíleli. S ohledem na proměnlivé meteorologické podmínky během měření, absenci zpracovaných dat a chybějící oficiální publikaci výsledků je však tato interpretace a tvrzení nejen sporná, ale lze ji považovat za odborně problematickou a potenciálně zavádějící.

Tato mediálně často citovaná hodnota — tedy přibližně třetinový vliv veřejného osvětlení — je navíc v rozporu s výsledky měření provedeného za stabilních meteorologických podmínek v Liberci. Podle dat ze stanoviště v Rochlici činil podíl veřejného osvětlení na umělém jasů oblohy v zenitu přibližně 55 %, přičemž byl podobný výsledek zaznamenán také v Jablonci nad Nisou, kde byl změřen patrný vliv zhasnutí veřejného osvětlení v Liberci. Tato shoda z nezávislých stanovišť posiluje důvěryhodnost výsledků a podtrhuje význam stabilních podmínek a vhodné metodiky při vyhodnocování vlivu veřejného osvětlení na jas noční oblohy.

Odkazy a zdroje:

SOKANSKÝ, K. et al. 2009. Zpráva o měření jasů noční oblohy v Libereckém kraji. Dostupné z: https://www.srvo.cz/wp-content/uploads/2017/12/Zprava_o_mereni_jasu.pdf

Mapa umělého jasů noční oblohy. Dostupné z: <https://www.lightpollutionmap.info>

HOŘENÍ, J. 2010. Vědci ponořili Liberecko do tmy a zjistili, že lampy škodí ‚jen‘ ze třetiny. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/vedci-ponorili-liberecko-do-tmy-a-zjistili-ze-lampy-skodi-jen-ze-tretiny.A101108_1479424_liberec-zpravy_alh

Příloha:

Čas [SELČ]	SQM-L, zenit, jas [MSA]	SQM-L, jih, jas [MSA]	SQM-L západ, jas [MSA]	SQM-L, sever, jas [MSA]	SQM-L, východ, jas [MSA]	SQM (zenit), jas [MSA]	Poznámka
1:22	20,06	20,01	19,96	19,96	20,06	19,80	
1:30	20,06	20,06	19,98	20,00	20,08	19,80	
1:37	20,06	20,03	19,99	19,99	20,06	19,81	
1:45	19,95	20,02	20,03	20,03	20,08	19,85	
1:52	19,95	20,07	20,00	20,02	20,08	19,85	
1:57	19,96	20,05	20,02	20,02	20,08	19,88	Před zapnutím VO
2:02	19,45	19,10	19,33	19,55	19,44	18,40	Po zapnutí VO, postupný náběh VO
2:10	19,25	18,71	19,08	19,52	19,35	18,31	VO naběhnuté
2:16	19,25	18,68	19,08	19,50	19,42	18,32	

Příloha 1: Měření jasu noční oblohy při vypínání VO v Liberci v noci z 18. na 19. 9. 2009, měření z Liberce-Rochlice

Zdroj: vlastní měření

Čas [SELČ]	Jas [MSA]	Čas [SELČ]	Jas [MSA]
0:54:13	20,63	1:56:13	20,69
0:55:13	20,63	1:57:13	20,69
0:56:13	20,62	1:58:13	20,69
0:57:13	20,63	1:59:13	20,69
0:58:13	20,64	2:00:13	20,69
0:59:13	20,63	2:01:13	20,68
1:00:13	20,64	2:02:13	20,67
1:01:13	20,67	2:03:13	20,67
1:02:13	20,67	2:04:13	20,66
1:03:13	20,67	2:05:13	20,66
1:04:13	20,67	2:06:13	20,65
1:05:13	20,67	2:07:13	20,65

Příloha 2: Měření jasu noční oblohy při vypínání VO v Liberci v noci z 18. na 19. 9. 2009, měřeno z Jablonce n. N. (vypnutí VO v 1:00 SELČ, zapnutí VO ve 2:00 SELČ).

Zdroj: Martin Gembec