

UNIVERZITA PALACKÉHO OLMOUC

Přirodovědecká fakulta

Katedra geografie

Bc. Jří Starý

SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Diplomová práce

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

Olomouc 2013

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Bc. Jiří Starý (R110746)

Studijní obor: Regionální geografie

Název práce: Světelné znečištění ovzduší

Title of thesis: Light pollution of the ambient air

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

Rozsah práce: 98 stran, bez příloh

Abstrakt: Diplomová práce je interdisciplinární rešerší dostupných informací o tématice světelného znečištění. Zabývá se jeho zdroji, důsledky a pozicí v české i zahraniční legislativě. Navrhuje opatření ke zlepšení současného stavu a zdůrazňuje potřebu ochrany noční oblohy a dostupnosti informací o problematice světelného znečištění.

Klíčová slova: světelné znečištění, veřejné osvětlení, temná obloha, svítidlo

Abstract: Dissertation is an interdisciplinary evaluation of accessible informations of light pollution theme. It looks into its sources, impacts and position in Czech and foreign legal systems. It proposes some actions to improve current situation and stresses the accessibility of informations about light pollution theme.

Keywords: light pollution, public lightning, dark sky, lamp

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana RNDr. Martina JURKA, Ph.D. a veškerou použitou literaturu a zdroje jsem uvedl v seznamu použité literatury.

V Olomouci dne 22. 4.2013

.....

Podpis

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce RNDr. Martinu JURKOVI, Ph.D. za cenné rady a připomínky a svým rodičům za vytrvalou podporu při studiu.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří STARÝ
Osobní číslo: R110746
Studijní program: N1301 Geografie
Studijní obor: Regionální geografie
Název tématu: Světelné znečištění ovzduší
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 diplomové práce je zhodnotit problematiku světelného znečištění ovzduší veřejným osvětlením, případně dalšími venkovními zdroji světla, ve vztahu ke kvalitě noční tmy. Popisány budou přístupy k řešení veřejného osvětlení s ohledem na možnosti omezování světelného znečišťování a energetické náročnosti při zachování dostatečné míry bezpečnosti ve veřejném prostoru. Dále budou charakterizovány negativní dopady světelného znečišťování na člověka a jeho vybrané aktivity (např. astronomická pozorování, oblasti temné oblohy apod.). Práce zhodnotí přístup k dané problematice v České republice a v jiných vybraných státech světa.

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**
Rozsah pracovní zprávy: **20 000 - 24 000 slov**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

- HORÁLEK, P. (2010) Studium jasu oblohy [rukopis]. Brno: Masarykova univerzita, 2010. 40 s.**
MIZON, B. (2002) Light Pollution: Responses and Remedies. Berlin: Springer, 2002. 216 s. ISBN 1-85233-497-5
NARISADA, K., SCHREUDER, D. (2004) Light pollution handbook. Dordrecht: Springer, 2004. 936 s. ISBN 1-4020-2665-X
PLANDROVÁ, V. (2005): Světelný smog a kvalita života [rukopis]. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2005. 32 s.
RICH, C., LONGCORDE, T. (2005) Ecological Consequences of Artificial Night Lighting. Los Angeles: Island Press, 2005. 458 s. ISBN 1559631295

Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Martin Jurek, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: **29. listopadu 2011**
Termín odevzdání diplomové práce: **10. dubna 2013**

L.S.

Prof. RNDr. Jurař Ševčík, Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Zdeněk Sazzyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 29. listopadu 2011

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce.....	12
3	Metodika	13
3.1	Zhodnocení dostupné literatury	13
3.2	Vymezení pojmů.....	15
4	Světelné znečištění a rušivé světlo	17
4.1	Definice světelného znečištění	17
4.2	Měření světelného znečištění.....	18
4.2.1	Bortleho stupnice	19
4.2.2	Zásady měření	20
4.2.3	Přístroje.....	20
5	Zdroje světelného znečištění	22
5.1	Druhy umělých světelných zdrojů	22
5.2	Typy zdrojů světelného znečištění.....	26
5.2.1	Veřejné osvětlení	26
5.2.2	Osvětlení průmyslových, skladových a těžebních areálů.....	27
5.2.3	Osvětlení dopravních terminálů a koridorů.....	27
5.2.4	Osvětlení sportovišť	28
5.2.5	Reklamní osvětlení	29
5.2.6	Architektonické a slavnostní osvětlení.....	30
5.2.7	Vnitřní osvětlení	31
5.2.8	Ostatní osvětlení	31
5.3	Možnosti zlepšení současného stavu	32
5.3.1	Úpravy veřejného osvětlení.....	33
5.3.2	Úpravy ostatních druhů osvětlení.....	34

5.3.3	Úspora energie	35
6	Důsledky světelného znečištění	37
6.1	Lidské zdraví	37
6.1.1	Cirkadiánní rytmy	37
6.1.2	Poruchy a onemocnění	38
6.2	Ekosystémy a organizmy	39
6.2.1	Ekologické světelné znečištění	39
6.2.2	Vliv na organizmy	40
6.3	Astronomická pozorování	41
6.4	Ekonomické plýtvání	42
6.5	Bezpečnost a kriminalita	43
7	Legislativa	45
7.1	Legislativa ve světě	45
7.2	Světelné znečištění v legislativě České republiky	50
7.2.1	Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší	50
7.2.2	Předpisy k zákonu č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší	51
7.2.3	Zákon č. 201/2002 Sb. o ochraně ovzduší	52
7.3	Související zákony v České republice	52
7.3.1	Stavební zákon a občanský zákoník	52
7.3.2	Normy EU	53
7.4	Návrhy na úpravy legislativy České republiky	55
8	Iniciativy a opatření na podporu ochrany před světelným znečištěním	56
8.1	Konference o světelném znečištění	56
8.2	Oblasti tmavé oblohy	57
8.2.1	International Dark-Sky Assotiation	57
8.2.2	Jizerská oblast tmavé oblohy	60
8.2.3	Beskydská oblast tmavé oblohy	62

8.2.4	Park tmavé oblohy Poloniny	64
8.3	Globe at Night.....	65
8.4	Hodina Země	67
8.5	Marketingový výzkum „Světlo v noci“	69
8.5.1	Výsledky měření.....	69
8.5.2	Interpretace vybraných grafů.....	70
9	Současné trendy v umělém osvětlení veřejného prostoru	73
9.1	Architektonické osvětlení	73
9.1.1	Účel a architektonický záměr	73
9.1.2	Náprava nevhodného osvětlení.....	74
9.1.3	Konkrétní příklady.....	76
9.2	Osvětlení přírody	78
9.3	Osvětlení sjezdovek	79
9.3.1	Zpracované studie.....	80
9.3.2	Důsledky.....	80
9.3.3	Náprava nevhodného osvětlení.....	81
9.4	Osvětlení billboardů.....	82
10	Diskuze	84
11	Závěr.....	86
12	Summary.....	87
13	Použitá literatura.....	88
13.1	Zdroje informací.....	88
13.2	Zdroje grafických ilustrací	96

Použité zkratky

AV	Akademie věd
BAA	The British Astronomical Association
cd	candela
ČAS	Česká astronomická společnost
EU	Evropská unie
CHKO	Chráněná krajinná oblast
IDA	International Dark Sky Association
LED	Light Emitting Diode
lm	lumen
lx	lux
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NP	Národní park
Pa	Pascal
SQM	Sky Quality Meter
sr	steradián
SRVO	Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení
WWF	World Wildlife Fund
ZO ČSOP	Základní organizace Českého svazu ochránců přírody

1 Úvod

Mnohá náboženství a filozofické směry zdůrazňují myšlenku, že světlo je ztělesněním Boha a tma ztělesněním ďábla, zla a hříchu. Na tomto základě je světlo považováno za synonymum bezpečnosti a jistoty, kdežto tma se rovná strachu a nebezpečí (Narisada, Schreuder 2004).

Ať už za rozvojem osvětlení stálo společenské dědictví minulosti, potřeba prodloužit si denní dobu, během níž lze vykonávat většinu lidských aktivit nebo snaha o zvýšení bezpečnosti v soukromém i veřejném prostoru, rozmach osvětlování od doby industrializace s sebou přinesl i vedlejší negativní efekt, který si začínáme uvědomovat a řešit až v 80. letech 20. století – světelné znečištění. Od roku 1988 v čele kampaně za snížení světelného znečištění stanula IDA – International Dark-Sky Association (IDA 2013a).

Umělé světlo se stalo součástí běžného života tak rychle, že jsme zapomněli na hvězdnou oblohu nad námi a hustota a intenzita veřejného osvětlení už takřka znemožnila astronomická pozorování v zachovalé přirozené tmě. Nad dnešní noční krajinou rozptýlované světlo vertikálně prodlužuje zářícím závojem lidská sídla, dopravní tepny, průmyslové zóny a označuje místa, kde člověk „vítězí“ nad přírodními cykly a procesy.

Na rozdíl od ostatních zdrojů znečištění ovzduší pevnými či plynnými částicemi má umělé světlo méně patrné a poněkud plíživější důsledky. Nezpůsobuje, že se nám špatně dýchá, nicméně ovlivňuje cirkadiánní rytmy a produkci melatoninu. Nenarušuje povrchy listů a plošně neznehodnocuje vodní ekosystémy jako kyselá deště, a přesto zásadně ovlivňuje některé druhy živočichů. V boji proti světelnému znečištění nejsou vynakládány enormní finanční částky, i když jeho náprava, která často není technicky ani finančně náročná, by v dlouhodobém horizontu ulehčila nejen veřejným rozpočtům, ale i životnímu prostředí. Světelné znečištění je typický důsledek moderní doby, kdy se stále snažíme z přírodního prostředí dostat maximum bez ohlížení zpět a zároveň vítězit nad přirozenými přírodními procesy.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je interdisciplinární zhodnocení problematiky světelného znečištění ovzduší veřejným osvětlením a dalšími venkovními zdroji světla ve vztahu ke kvalitě nočního prostředí. Charakterizovány budou přístupy k veřejnému osvětlení s ohledem na snížení energetické náročnosti a produkce světelného znečištění a zároveň zachování dostatečné míry bezpečnosti ve veřejném prostoru.

Práce charakterizuje negativní důsledky světelného znečišťování na člověka a další vybrané aktivity a dále zhodnotí přístup k problematice světelného znečištění v České republice a dalších vybraných státech světa.

3 Metodika

Vzhledem k převažující marginální pozornosti vědeckých pracovníků zaměřených na znečištění ovzduší věnované problematice světelného znečištění, je diplomová práce především rešerší dostupných poznatků napříč disciplínami, jako jsou astronomie, ekologie, biologie, medicína, architektura, právo, osvětlovací technika atp.

3.1 Zhodnocení dostupné literatury

Ve světové literatuře věnované problematice světelného ovzduší vyšly například publikace *Light Pollution: Responses and Remedies* (Mizon 2002), velmi obsáhlé dílo *Light Pollution Handbook* (Narisada, Schreuder 2004) nebo *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (Rich, Longcorde 2005) zabývající se vlivem světelného znečištění na ekosystémy a živé organismy. Zahraniční tištěnou literaturu doplňují některé internetové zdroje. Velmi přínosný je zejména informační portál International Dark Sky Association darksky.org (IDA 2013b) nebo legislativní servis mezinárodní iniciativy StarLight starlight2007.net/laws.htm (Starlight Initiative 2007).

V České republice se problematice světelného znečištění věnují takřka pouze hvězdárny (např. Hvězdárna a planetárium Brno), Česká astronomická společnost, Astronomický ústav Akademie věd České republiky a výjimečně také organizace zacílené na osvětlovací techniku (např. Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení). Konkrétních uznávaných autorů je ale minimum a kromě **RNDr. Jana Hollana, Ph.D.** takřka nikdo nepublikuje vědecké články. V rámci Programu výzkumu a vývoje MŽP ČR nicméně řešitelský tým pod vedením RNDr. Jana Hollana, Ph.D. v roce 2003 zpracoval projekt *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky* (Hollan 2004), který poskytuje mnoho cenných informací přínosných pro diplomovou práci. RNDr. Jan Hollan, Ph.D. je také autorem publikace *Venkovní osvětlení v obcích* (Hollan 2011).

Popularizátory světelného znečištění jsou dále také astronom a předseda odborné skupiny pro temné nebe České astronomické společnosti Pavel Suchan a amatérský astronom a fotograf Bc. Jan Kondziolka, který stál u vzniku Beskydské oblasti tmavé oblohy

(viz kapitola 8.2.4) a přispíval svými články nejen o světelném znečištění do *Instantních astronomických novin* fungujících do roku 2009. Na téma měření světelného znečištění zpracoval dvě práce Tomáš Lázna – *Jak měřit světelné znečištění* (Lázna 2009) a *Měření světelného znečištění v Prostějově* (Lázna 2010).

Mnoho odkazů na české i zahraniční zdroje obsahují dvě datové základny – první je dostupná na webové adrese <http://amper.ped.muni.cz/noc/>, váže se k projektu *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky* (Hollan 2004) a poskytuje dílčí články a navazující výzkumné studie. Druhou, která je dostupná na adrese <http://svetlo.astro.cz/>, zpravovala do roku 2007 Česká astronomická společnost. Aktuální informace a články, včetně důsledků světelného znečištění ovzduší a příkladů legislativních opatření ve světě, Česká astronomická společnost nyní publikuje na svém současném webovém portálu (ČAS 2012).

Jelikož je veřejné osvětlení a osvětlení obecně v popředí zájmu nejen astronomie a světelné techniky, ale také architektury, projektování a dalších oborů, je výčet dostupných tištěných publikací výrazně širší. V diplomové práci jsem využil publikace Ing. Arch. Ladislava Monzera specializujícího se na propojení světla a architektury – konkrétně *Venkovní osvětlení architektur* (Monzer 1980), *Světlo a osvětlování* (Krtilová, Matoušek, Monzer 1981) a *Osvětlení Prahy, proměny sedmi století* (Monzer 2003). Aktuální informace k osvětlovací technice poskytuje ve svých člancích *Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení* a odborný časopis *Světlo*, který je vydáván jednou za dva měsíce nakladatelstvím FFC Public a je dostupný i v elektronické podobě. Toto nakladatelství na jaře 2013 vydává také publikaci *Světlo a osvětlování* (Habel, K. Dvořáček, V. Dvořáček, Žák 2013), která se má mimo jiné věnovat světelným zdrojům a osvětlováním veřejných prostor, nicméně v době zpracování diplomové práce ještě nebyla k dispozici.

Kromě přesahů do architektury a světelné techniky jsou pro diplomovou práci nesmírně cenné odborné články i na další související témata – např. měření světelného znečištění v *Introducing the Bortle Dark-Sky Scale* (Bortle 2001), bezpečnost v *Outdoor lighting and Crime* (Clark 2000), důsledky pro zdraví lidí v *Vliv světelného znečištění na veřejné zdraví* (Drahoňovská 2004), důsledky pro hmyz v *Vliv clonění světelného zdroje na hmyz s noční letovou aktivitou* (Bina 2004) nebo vliv na rostliny v *Does Night Lighting Harm Trees?* (Chaney 2002).

Velmi komplikovanou částí bylo rozplétání předpisů a norem ovlivňujících legislativu týkající se světelného znečištění a umělého světla v České republice. Jelikož portál Poslanecké sněmovny parlamentu České republiky (psp.cz) odkazuje na několik dalších webových rozhraní, kde jsou zákony k dispozici, zvolil jsem pro pročítání zákonů portál nakladatelství právnícké a ekonomické literatury *Sagit*, neboť je zde přehled zákonů kompletní ve srozumitelném uživatelském rozhraní. Nezbytné jsou nicméně i původní informace z portálu Poslanecké sněmovny parlamentu České republiky, neboť jsou zde přehledně zobrazeny aktivní či pasivní degorace (rušení právního předpisu z důvodu novelizace) a provázání s dalšími zákony.

Jako poslední zdroj informací ke světlenému znečištění ovzduší slouží audio a video záznamy. Mezi odvysílanými pořady jsou ke shlédnutí *Dny bez nocí* (Gabzdyl 2010), *Půlnoc* (Tasovská 2010), *Brněnský světelný cirkus* (Hlaváček 2011) nebo *Saving the Night* (Levy 2000) a na léto 2013 je připravován bakalářský film *Kdyby zhasnul svět* (autorkou je Žofie Milatová) o světelném znečištění v Beskydech. Astronomii se pravidelně věnuje také Český rozhlas Radiožurnál, který přinesl několik přednášek a rozhovorů týkajících se i světelného znečištění a posledním příkladem je rozhovor s Janem Kondziolkou v pořadu TV Noe *Hlubinami Vesmíru*.

3.2 Vymezení pojmů

(pro vymezení pojmů byly použity tyto zdroje: Hollan 2004, Hollan 2011, Encyklopedie fyziky 2006-2013, Vega 2008)

Horní poloprostor je část prostoru nad rovinou vodorovnou se zemským povrchem a procházející zájmovým bodem (v této práci obvykle procházející zdrojem světla).

Intenzita osvětlení (též **osvětlenost**) je fotometrická veličina (značka E) vyjadřující množství světla dopadajícího na určitou plochu a vypočítá se jako podíl světelného toku na jednotku plochy. Jednotkou je lux (značka lx), což je osvětlení způsobené světelným tokem 1 lm na plochu o rozměrech 1 m².

Jas je fotometrická veličina (značka L) vyjadřující svítivost jednotkové plochy světelného zdroje nebo osvětlené plochy daným směrem. Jednotkou je kandela na m² (cd/m²). Jas světelného zdroje nebo osvětlené plochy je zásadní pro vnímání světla.

K **oslnění** dochází při překročení hranice adaptability lidského oka v situaci, kdy se do zorného pole dostanou velmi jasné nebo kontrastní objekty. Při oslnění se zhoršuje či znemožňuje rozeznatelnost okolí nejjasnějšího centra v zorném poli.

Plně cloněné svítidlo nevyzařuje žádné světlo do horního poloprostoru a je ideálním svítidlem s ohledem na míru světelného znečišťování.

Rušivé světlo pochází z osvětlovacího zařízení a je tou částí světla, která neslouží účelu, pro něž bylo zařízení určeno.

Skotobiologie je interdisciplinární vědní obor zkoumající vlivy umělého světla na živé organismy. Termín vznikl v rámci konference Ecology of the Night.

Světelné znečištění podrobně viz *4.1 kapitola Definice světelného znečištění*.

Světelné znečišťování je proces, během něhož dochází k přidávání umělého světla do nočního prostředí.

Světelným zdrojem se rozumí zařízení vyzařující světlo – např. žárovka, zářivka, výbojka.

Světelný tok je fotometrická veličina (značka Φ) udávající množství světla vyzářeného světelným zdrojem do všech směrů a vyjadřuje tedy světelný výkon posuzovaný z hlediska citlivosti lidského oka. Jednotkou světelného toku je lumen (značka lm), který odpovídá světelnému toku vyzářeného do prostorového úhlu 1 sr zdrojem, jehož svítivost je ve všech směrech 1 cd.

Svítidlo je konstrukční zařízení složené ze světelného zdroje a technického příslušenství umožňující jeho činnost. Svítidlem mohou být např. pouliční lampy nebo reflektory.

Svítivost je fotometrická veličina (značka I), která vyjadřuje intenzitu světla vyzářovaného v určitém směru, takže udává prostorovou hustotu světelného toku zdroje v různých směrech. Základní jednotkou je candela (cd).

Účinnost je dána poměrem mezi elektrickým **výkonem** (vyjadřujícím vykonanou elektrickou práci za jednotku času) a elektrickým **příkonem** (vyjadřujícím množství elektrické energie spotřebované zařazením za jednotku času). **Světelná účinnost** se může týkat buď zdroje (a značí, jak je zdroj schopný měnit vstupní energii na světlo) nebo záření (pak značí, kolik elektromagnetického záření s přeneseným výkonem se mění na viditelné světlo).

4 Světelné znečištění a rušivé světlo

Dříve než je možné diskutovat o zdrojích světelného znečištění a řešit jeho následky, je třeba pojem přesně vymezit a odlišit od příbuzných termínů jako je světelný smog či rušivé světlo. K porovnávání či sledování zlepšení/zhoršení stavu světelného znečištění je dále vhodné tento polutant kvantifikovat.

4.1 Definice světelného znečištění

Oxfordský slovník definuje světelného znečištění jako *„brightening of the night sky that inhibits the observation of stars and planets, caused by street lights and other man-made sources“* (Oxford Dictionaries 2013), tedy jako projasnění noční oblohy narušující astronomická pozorování, způsobené pouličním osvětlením a jinými antropogenními zdroji. Český astronomický ústav Akademie věd České republiky uvádí: *„Světelné znečištění jako důsledek nevhodného nakládání se světlem ruší přirozenou noční tmou a biorytmy všech živých organismů (včetně člověka), které tmou potřebují k efektivnímu spánku. Osvětluje oblohu na desítky kilometrů daleko a je tudíž svízelným problémem i pro všechny profesionální i laické pozorovatele noční oblohy.“* (Astronomický ústav AV ČR 2008). V podobném znění jsou k nalezení desítky pouček a definic, nicméně při bližším a hlubším pohledu lze rozlišit dva přístupy, respektive dva způsoby vymezení pojmu světelné znečištění ovzduší.

Obecné a širší vymezení pojmu říká, že světelné znečištění je **veškeré antropogenní světlo**, neboť znečištěním se rozumí narušení přirozeného prostředí cizorodými a nepatřičnými látkami a v noci je jakékoliv umělé světlo nepřirozenou složkou nočního prostředí a tedy i světelným polutantem. V tomto případě je i dokonalé svítidlo považováno za zdroj světelného znečištění.

Při užším vymezení termínu je světelným znečištěním **nadbytečné světlo**, které je vyzařováno bez užítku, a nad pozitivním přínosem převažují negativní důsledky. Zdrojem světelného znečištění jsou v tomto případě například svítidla osvětlující i prostor mimo cílovou plochu nebo používající příliš intenzivní světelný zdroj. To znamená, že dokonalé svítidlo by při tomto vymezení pojmu nezpůsobovalo žádné světelné znečištění.

V souvislosti s používáním termínu světelné znečištění se často uvádí také pojmy **rušivé světlo** a **světelný smog**. Zatímco světelný smog (který je často považován za synonymum světelného znečištění) je umělým zvýšením jasu noční oblohy a je tedy jedním z projevů světelného znečištění, rušivé světlo lze podle nařízení komise (ES) č. 245/2009 ztotožnit s užší definicí světelného znečištění. Nařízení totiž uvádí: "*Světelným znečištěním se rozumí souhrn všech nepříznivých dopadů umělého světla na životní prostředí, včetně vlivu rušivého světla.*" a zároveň "*rušivým světlem se rozumí část světla pocházející z osvětlovacího zařízení, která neslouží účelu, pro něž bylo zařízení určeno*" (Úřední věstník Evropské unie 2009)

V české legislativě definoval světelné znečištění zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší jako *„každou formu osvětlení umělým světlem, které je rozptýleno mimo oblasti, do kterých je určeno, zejména pak míří-li nad hladinu obzoru“* (Sbírka zákonů 2002). Novelizující předpis č. 92/2004 Sb. měnil a rozšiřoval vymezení pojmu na základě důsledků a uváděl, že je "*světelným znečištěním viditelné záření umělých zdrojů světla, které může obtěžovat osoby nebo zvířata, způsobovat jim zdravotní újmu nebo narušovat některé činnosti a vychází z umístění těchto zdrojů ve vnějším ovzduší nebo ze zdrojů světla, jejichž záření je do vnějšího ovzduší účelově směřováno*" (Sbírka zákonů 2004).

Nelze tvrdit, že jedna z definic světelného znečištění (buď jako veškerého antropogenního světla nebo jako zbytečného světla) by byla chybná, pouze je pojem vymezen pro jiné účely a z jiných hledisek. Je nicméně nutné definovat pojem světelné znečištění ovzduší pro použití v diplomové práci, pro kterou lze termín definovat jako *„projev umělého osvětlení, který narušuje přirozené noční prostředí tím intenzivněji, čím klesá efektivnost a účelnost zdroje umělého světla“*.

4.2 Měření světelného znečištění

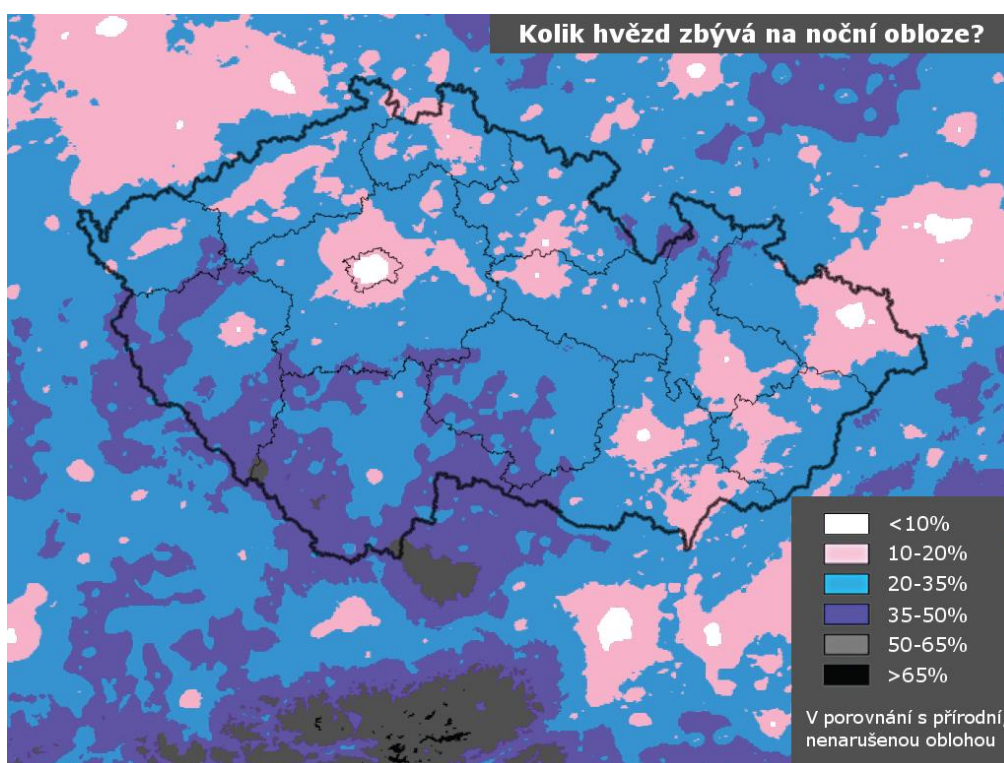
O kvantifikaci světelného znečištění se snaží profesionální astronomové i amatérští pozorovatelé, kteří prostřednictvím prostého oka určují mezní hvězdné velikosti, z nichž lze vyvodit počet pozorovatelných hvězd a tedy i odhadnout míru světelného znečištění – na tomto principu je založený např. mezinárodní projekt *Globe at Night* (viz kapitola 8.3 *Globe at Night*)

4.2.1 Bortleho stupnice

Popsat pozorovací podmínky na úrovni, která by byla dostupnější než měření drahými přístroji a přesnější než určování hvězdné velikosti, se snažil John E. Bortle v článku *Introducing the Bortle Dark-Sky Scale* publikovaném v roce 2001 v časopisu *Sky and telescope*. (Bortle 2001)

Bortleho stupnice je založená na viditelnosti kosmických objektů a úkazů včetně projevů světelného znečištění. Škála má 9 stupňů – stupeň 1 označuje excelentní, skutečně tmavou oblohu (jasná mléčná dráha, viditelné zodiakální světlo atd.) a stupeň 9 oblohu uvnitř velkých měst (prosvícená celá obloha, viditelná jen nejjasnější souhvězdí). V České republice se kategorie 1 a 2 nevyskytuje (Bareš 2007-2008a), a tak nejméně znečištěné oblasti odpovídají venkovské obloze v odlehlých horských oblastech.

Světelné znečištění podle Bortleho stupnice zůstává stejně jako určování mezní hvězdné velikosti subjektivní, neboť nezískáváme žádná surová data z přesných měření a osoba pozorovatele nemusí situaci interpretovat přesně. Přesto umožňuje poměrně snadno získat představu o pozorovacích podmínkách.



Obr. 1 Uplatnění Bortleho škály na území České republiky

(zdroj: Bareš 2007-2008b)

4.2.2 Zásady měření

Kvantifikace veličin souvisejících se světelným znečištěním se provádí různými přesnými měřicími přístroji. Nicméně ani měření kalibrovanými přístroji nelze určit například unikající světlo z rozlehlých prostor, kde je používáno více druhů svítidel (je ale možné měřit veličinu osvětlení oblohy).

Při měření speciálními přístroji je nutné dodržovat některé zásady, aby byly naměřeny objektivní hodnoty. Vyšší vypovídající hodnotu mají údaje získané různými přístroji z většího počtu měření – pokud se neměří stejná veličina, je třeba data dodatečně převést kvůli komparaci. Stejně tak můžeme porovnávat pouze data získaná za stejných podmínek, ať už se jedná o vnější vlivy jako oblačnost a počasí nebo úhel, pod kterým je měřeno.

Mezi měřitelné veličiny patří osvětlenost oblohy (neboli intenzita osvětlení – značka E). V tomto případě nesmí být měření ovlivněno blízkým svítidlem nebo překážkou mezi přístrojem a oblohou. Měřit lze také osvětlenost povrchů, od kterých se světlo odráží. (LÁZNA 2009)

4.2.3 Přístroje

Měření světla probíhá i v jiných disciplínách prostřednictvím luxmetrů, které udávají intenzitu osvětlení (v luxech). Luxmetr vyhodnocuje osvětlenost přes čidlo citlivé na světlo – fotodetektor. Luxmetr je běžně dostupné měřidlo, dostatečně citlivé přístroje jsou však drahé.



Obr. 2 Sky Quality Meter (zdroj: Unihedron 2013)

Dalším zařízením je jasoměr, nicméně používá se spíše označení SQM (Sky Quality Meter). Byl vyvinut v Kanadě v roce 2004 a pod různými úhly měří veličinu jas (v kandelách na metr m^2) (Štelzig 2011).

Měření oblohy lze provádět také pomocí fotovoltaického panelu, neboť mezi osvětlením oblohy a napětím na fotovoltaickém panelu existuje přímá úměrnost. Aby mohlo zařízení kontinuálně měřit osvětlenost noční oblohy, musí být ještě opatřeno elektronickým měřicím přístrojem – multimetrem. Zkalibrované zařízení je pak schopno zaznamenat i velmi slabou intenzitu osvětlení. (LÁZNA 2010)

Dalším způsobem posuzování jasu noční oblohy je využití digitálního fotoaparátu a surová data dále přepočítávat pomocí speciálního programu.

5 Zdroje světelného znečištění

Pravděpodobně první zkonstruované svítidlo pochází z období mladého paleolitu (40 až 10 tis. let př. n. l.) z jeskyně La Mouthe ve Francii. Zdobená kamenná deska sloužila jako kahan, palivem byl živočišný tuk a knotem svinutý rašeliník. V období 3 až 5 tis. let př. n. l. jsou umělá svítidla již dobře zdokumentována a stala se poměrně běžnou součástí života. Z prozkoumaných archeologických nalezišť jsou dochovaná například zdobená svítidla na olej.

Revoluční změnu představuje až využití elektrického světla. Jeho vývoj protíná takřka celé 19. století a podíleli se na něm konstruktéři a vynálezci jako Davy, De la Rué, Jobart, Goebel či Lodygin. Prakticky použitelnou formu (žárovka s uhlíkovým vláknem) ale přinesl až Thomas Alva Edison roku 1879 (Krtilová, Matoušek, Monzer 1981).

5.1 Druhy umělých světelných zdrojů

Žárovka je poměrně jednoduché teplené svítidlo s kovovým vláknem. Během dlouhého vývoje bylo vyvinuto mnoho druhů a typů – od žárovek pro všeobecné osvětlení, přes zrcadlené žárovky z měkkého či tvrdého skla pro směrové osvětlení, až po halogenové žárovky založené na reakci wolfram-halogen. Ve venkovním osvětlení se v současnosti už téměř nevyužívá a od 50. let 20. století byly nahrazovány zejména rtuťovými výbojkami.

Výhodou žárovek je plynulé světelné spektrum, takže kvůli zachování barev jsou vhodné pro instalaci do domácností. Výroba žárovek je konstrukčně jednoduchá a levná, nicméně mají krátkou životnost (1 000–2 000 hodin) a jsou energeticky neefektivní, neboť většina energie se přemění na teplo (Krtilová, Matoušek, Monzer 1981).

Od konce 2. světové války jsou využívány **zářivky**. Jedná se nízkotlaký rtuťový zdroj skládající se z elektrod a skleněné trubice pokryté luminoforem, který uchycuje energii a vyzařuje ji ve formě světla. Optimálních parametrů dosáhne při teplotě 25°C a průměrná životnost je 8 000 hodin při zachování světelného toku přibližně z 80 %. Zářivky se objevovaly i ve veřejném osvětlení, ačkoliv nyní jsou spíše součástí interiérů nebo průmyslového osvětlení (Trnčák 2013).

Zářivky můžeme dělit na lineární (klasický přímkový tvar), tvarové (kruhové nebo tvar „U“), kompaktní (vícenásobný tvar „U“ či spirály) a speciální (barevné, UV zářivky, pro chovatelské, pěstitelské či léčebné účely).

Vysokotlaké rtuťové výbojky jsou světelné zdroje, u kterých světlo vzniká při rtuťovém výboji při parciálním tlaku přes 100 kPa, čemuž odpovídá odolnější křemenné sklo použité na výrobu výbojové trubice, která je spolu s elektrodami hlavní částí výbojky. Příkon se pohybuje v rozmezí 50 až 1 000 W, životnost se výrazně liší dle typu a výrobce (od 6 000 po 16 000 hodin) a světelný tok klesá na 75–80 % (Trnčák 2013, Dvořáček 2008).

Dnes se vysokotlaké rtuťové výbojky ve veřejném osvětlení používají jen výjimečně, neboť produkují UV záření a převážná část světla je vyzařována v modrozelené části spektra. Také mají nízkou účinnost a jsou nevhodné pro stmívání. Mezi výhody kromě poměrně dlouhé životnosti patří nízká pořizovací cena či spolehlivý provoz při nízkých teplotách.

Konstrukční variantou vysokotlakých rtuťových výbojek jsou směšové výbojky, u nichž dochází k propojení rtuťové výbojky a žárovkového vlákna z wolframu, které doplňuje spektrum zejména v červené oblasti (Krtilová, Matoušek, Monzer 1981). Hlavní výhodou je zapojení do sítě bez předřadných přístrojů (jako u žárovek), mají ale nižší výkon než klasické vysokotlaké rtuťové výbojky. Využívají se ke kosmetickým a průmyslovým účelům (např. při zkouškách materiálu nebo při vytvrzování barev a laků).

Halogenidové výbojky se vyrábějí od 60. let 20. století a jejich princip je podobný jako u vysokotlakých rtuťových výbojek s tím rozdílem, že u halogenidových výbojek jsou ke rtuti přidány kovové halogenidy. Vyrábějí se v příkonové řadě 250–5 000 W, životnost se pohybuje od 1 000 do 7 500 hodin a vytvářejí intenzivní bílé světlo (Krtilová, Matoušek, Monzer 1981).

Vzhledem k silné modré složce a krátké životnosti jsou pro celonoční svícení nevhodné, ale optimální jsou pro příležitostné osvětlení, při stmívání či svítání nebo jako doplnění denního světla. Kvůli vysokému výkonu a poměrně přesnému směřování našly halogenidové výbojky uplatnění při osvětlení sportovních, průmyslových, dopravních areálů nebo u architektonického osvětlení.

Budoucností osvětlení jsou halogenidové výbojky s keramickým hořákem (keramika odolná vyšším teplotám, méně citlivá na korozi) umožňující vylepšení měrného výkonu,

libovolnou polohu svícení, rozšíření příkonové řady (až na 20 W) či podání barev výbojek. Technologie výroby je zatím ale velmi náročná. (Dvořáček 2009a)

Nízkotlakové sodíkové výbojky se objevují již ve 30. letech 20. století a jsou to světelné zdroje, u kterých světlo vyzařují sodíkové páry pod parciálním tlakem 0,1 až 1,5 Pa. Sodíkové výbojky patří k neúčinnějším světelným zdrojům vůbec (měrný výkon až 200 lm/W) a jejich žlutooranžové záření se blíží maximu spektrální citlivosti lidského oka ve dne. Životnost je velmi rozdílná dle výrobce a dodržování provozních podmínek, nicméně pro nejlepší z nich se uvádí až 20 000 hodin (Dvořáček 2009b).

Kvůli vlastnostem sodíku mohou výbojky svítit jen v jedné poloze a hlavní nevýhodou je monochromaticnost záření, takže všechny barvy osvětlovaných předmětů kromě oranžové se mění v odstíny šedé. Na druhou stranu tato vlastnost zlepšuje zřakovou ostrost a rozeznatelnost kontrastů, čímž zlepšuje viditelnost při mlze či smogu. Z hlediska světelného znečištění jsou nízkotlaké sodíkové výbojky ideální – neúčinnější světelné zdroje bez krátkovlnného záření rušícího cirkadiánní rytmus a s menším rozptylem v ovzduší v porovnání se světly s vysokým podílem krátkých vlnových délek (Hollan 2011). S ohledem na omezení podávání barev je ale jejich využití především v osvětlení rychlostních komunikací, případně jako bezpečnostní, dekorační či speciální technologické osvětlení.

U **vysokotlakých sodíkových výbojek** je světlo vyzařováno sodíkovými parami pod parciálním tlakem 3 - 60 kPa. Světelná účinnost při stlačování sodíku klesá, po dosažení minima opět roste a při tlaku přibližně 10 kPa dosahuje druhého maxima a výbojka může dosáhnout měrného výkonu až 150 lm/W. S rostoucím tlakem také vzniká silná spojité záření, z čehož plyne výrazně lepší podání barev než u nízkotlakých sodíkových výbojek – světlo má sytý oranžový odstín a škodlivé modré světlo zůstává potlačeno. Životnost výbojek dosahuje 16 000 – 30 000 hodin (Trnčák 2013).

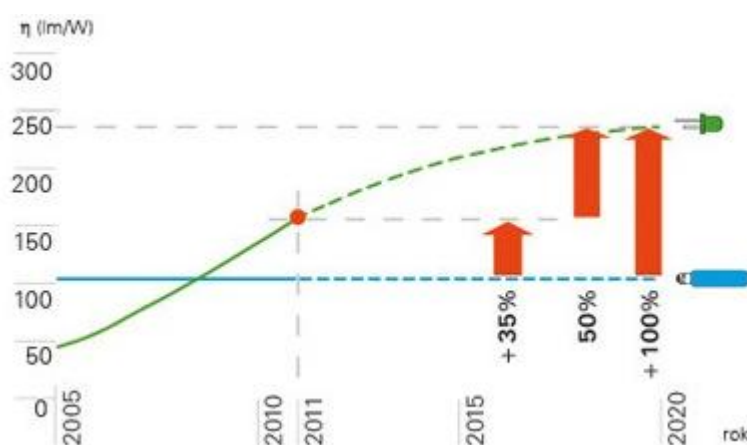
Kromě vysokého měrného výkonu, dlouhé životnosti a zlepšení barevné rozlišitelnosti patří k dalším přednostem vysokotlakých sodíkových výbojek spolehlivý provoz, snadná údržba a dostatečná konkurence na trhu, stlačující cenu světelných zdrojů dolů.

Vysokotlaké sodíkové výbojky mají široké využití zejména ve venkovním osvětlení – slouží jako veřejné osvětlení, osvětlení průmyslových a dopravních areálů a dalších rozlehlých ploch atd.

Světelné diody (též elektroluminiscenční diody, **LED**) jsou polovodičové světelné zdroje, které se objevily již ve 20. letech 20. století, použitelné v praxi byly až od 60. let a nyní postupně vytlačují ostatní světelné zdroje. Elektrická energie se prostřednictvím LED technologie (elektrický proud prochází skrz přechod P-N z polovodičů) mění přímo na nekoherentní světlo určité barvy. Světlo vyzařované polovodičovým čipem je třeba usměrnit pomocí krytu a vhodných optických prvků. Úhel vyzařovaného světelného svazku je v rozmezí 8 – 120°. Vytvoření modré LED na bázi nitridu galia a india následně umožnilo vyvinout i diody s bílou barvou světla, čímž značně stoupla jejich použitelnost. Měrný výkon světelných diod dosahuje 100 lm/W a životnost 50 000 hodin (Dvořáček 2009c).

LED technologie má řadu výhod od geometrických po světelné a provozní. V první řadě umožňují navrhovat svítidla nejrůznějších tvarů s vysoce koncentrovaným svazkem záření. Diody lze spojovat do série a získat velké množství barev (a kombinovat je), jsou libovolně polohovatelné a velmi spolehlivé, mají vysoký jas a dlouhou životnost. Hlavní nevýhodou je vysoká pořizovací cena a také závislost světelných vlastností na teplotě okolí.

Světelné diody se uplatňují v řadě odvětví a ve venkovním osvětlení nahrazují většinu zdrojů světla (s výjimkou sodíkových výbojek). Jsou ideální na osvětlování menších ploch nepřliš intenzivním světlem, ačkoliv ani velká prostranství pro světelné diody nejsou překážkou. Stávají se součástí uličního, dopravního, bezpečnostního, reklamního i architektonického osvětlení a jsou instalovány do interiérů. Využití nacházejí také ve zdravotnictví či hi-tech odvětvích.



Obr. 3 Porovnání vývoje účinnosti sodíkových výbojek a světelných diod

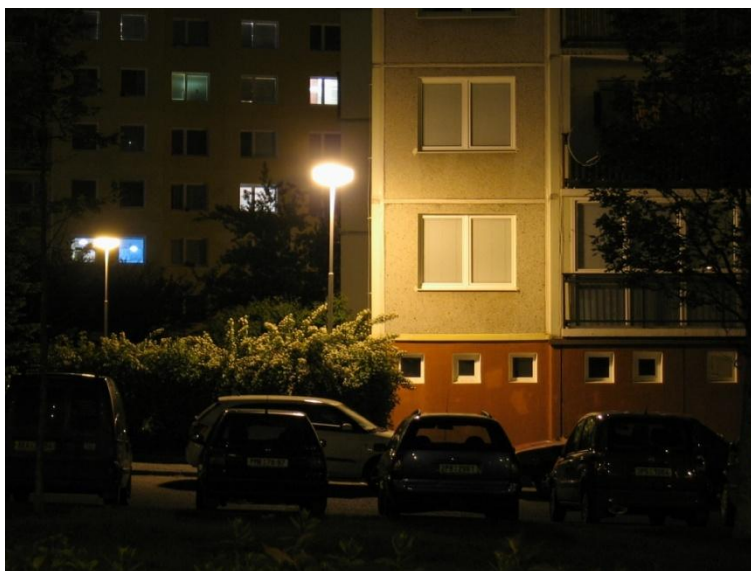
(zdroj: Etna 2011)

5.2 Typy zdrojů světelného znečištění

5.2.1 Veřejné osvětlení

Největším zdrojem světelného znečištění je pouliční osvětlení, neboť je neodlučitelnou součástí měst a obcí a z pohledu kvantity je nejpoužívanějším druhem venkovního osvětlení (Hollan 2004). Pouliční osvětlení prošlo dramatickým vývojem od 19. století – na většině míst se mnohonásobně zvýšila intenzita vyzařovaného světla, hustota svítidel však zůstala téměř nezměněná. Města a obce také často nemají finanční prostředky na renovaci veřejného osvětlení, a tak v provozu zůstávají zastaralé lampy (např. používají vysokotlaké rtuťové výbojky) s nepříznivým poměrem výkonu a spotřebované elektrické energie.

Kromě použití nevhodných výbojek a vyzařování agresivního bílého světla vycházejí další problémy z nevhodných konstrukcí, a jelikož světelné znečištění se do povědomí dostává pozvolna, je náprava instalovaných svítidel považována za drahou a zbytečnou. Lampy pak obvykle ozařují mnohem větší plochu, než je třeba, a světlo uniká do prostoru. Pokud je ale i minimálně vyzařováno vodorovně či šikmo do horního poloprostoru, dochází k významnému znehodnocení nočního prostředí. Plně cloněné lampy osvětlující pouze určenou plochu pod sebou se součástí veřejného osvětlení stávají velmi pozvolně.



Obr. 4 Příklad nevhodného veřejného osvětlení, které svítí do bytu místo na chodník

(zdroj: Světelné znečištění.cz)

Nevhodně směřovaná světla mohou oslňovat chodce i řidiče, a tak místo napomáhání bezpečnosti v městech a obcích mohou mít opačný účinek. Některé lampy jsou instalovány v blízkosti oken vícepatrových domů a přímo tak narušují spánkový režim.

Veřejné osvětlení je instalováno i ve veřejných parcích s ohledem na pocit bezpečnosti chodců. Často tak dochází k osvětlování stromů místo komunikace, čímž je narušen noční život v jeho okolí i samotný strom. Pokud se park osvětluje scénicky jako celek reflektory umístěnými při zemi (či v zemi), dochází ke značným únikům světla do okolního prostoru (Monzer 1980).

5.2.2 Osvětlení průmyslových, skladových a těžebních areálů

Areály podniků s různým zaměřením bývají kvůli bezpečnosti osvětleny velmi silnými reflektory často na vysokých stožárech a jednotlivé budovy dále nasvíceny zdola, takže dochází ke značnému úniku světla nad hranici objektu. Takto osvětlené budovy vytváří výrazné stíny, mohou oslňovat projíždějící řidiče i ochranu areálu a bez účinně směřovaného světla mají tato svítidla velmi nízkou efektivitu. Velkou hrozbou jsou dále průmyslové zóny, kdy na obrovském prostoru je koncentrováno mnoho výrobních či skladových areálů s nevhodně osvětlenými prostranstvími a nasvícenými budovami.

Ze stejných důvodů jako průmyslové či skladovací areály jsou v noci osvětleny také oblasti těžby a obří komplexy vázané na těžební průmysl. Ačkoliv se jedná o lokální zdroje světelného znečištění, často jsou ve svém okolí dominantní vzhledem k necloněným extrémně silným svítidlům, které osvětlují značné rozsáhlé plochy a prosvětlená obloha je viditelná z dalekého okolí. Tento typ světelného znečišťovatele je schopný zcela změnit přirozené noční prostředí (Suchan 2004).

5.2.3 Osvětlení dopravních terminálů a koridorů

Dopravní terminály jsou osvětlovány různě. Zatímco prostory železničních nádraží používají necloněné výkonné reflektory na vysokých stožárech a přispívají velmi výrazně ke světelnému znečištění, autobusová nádraží využívají spíše pouličního osvětlení. Letiště využívají kombinaci mnoha druhů osvětlení, a zatímco kvalitně podsvícené přistávací dráhy nemusí být při pohledu ze země vůbec patrné, prosvětlené haly, hangáry a přilehlá parkoviště mohou vzhledem k časté perifernosti letišť zářit do širokého okolí.

Zejména ve městech bývají osvětleny dálnice, které je protínají, a pokud nejsou svítidla směřována pouze na vozovku, umocňují světelné znečištění z pouličního osvětlení. U

rychlostních komunikací jsou bodovými zdroji světelného znečištění a možného oslnění také čerpací stanice s přilehlými parkovišti.

Do kategorie dopravního světelného znečištění patří také mobilní vozidla, ať už se jedná o automobily, vlaky, lodě či letadla, neboť jejich světlomety vyzařují značný podíl světla mimo vozovku do okolního prostoru (Suchan 2004).

Speciálními objekty s návazností na dopravu jsou vysoké stavby, které jsou osvětleny kvůli bezpečnosti provozu či navigaci – např. majáky, vysílače či televizní věže.

5.2.4 Osvětlení sportovišť

Osvětlení sportovních stadionů je přechodný zdroj světelného znečištění. Vzhledem k požadavkům na televizní přenos i samotným sportovním podmínkám, jsou obvykle používána svítidla velkých intenzit. I když je snaha reflektory směřovat, stále významná část světla uniká do prostoru nad stadion. Kromě toho bývají velké sportovní haly nasvěcovány i zvenku jako součást architektonického osvětlení (Suchan 2004).

Menší sportovní hřiště přinášejí podobné komplikace jako velké stadiony, i když v jiném měřítku. Zásadní je, aby osvětlení bylo v provozu pouze po dobu sportu a nikoliv během celé noci. Příliš intenzivní a špatně směřované (či nesměrované) osvětlení může sportovcům ztěžovat orientaci v prostoru a narušovat koncentraci.



Obr. 5 Osvětlení sportoviště u strahovských kolejí (vlevo)

Obr. 6 Osvětlení stadionu Evžena Rošického (vpravo)

(zdroj: Fotogalerie astronomické společnosti Pardubice 2006)

Osvětlení využívá také čím dál větší počet sjezdových tratí. Ty se potom stávají dominantním lokálním polutantem, který vyzařuje více světla do okolí než přilehlé obce. Intenzivní bílé světlo je obvykle špatně směřováno a ke světelnému znečištění tak nepřispívá pouze odraz od bílého sněhu. Nesprávně nastavená svítidla často prosvěćují okolní les, jsou viditelná ze vzdálených míst mimo sjezdovku a pokud nesvíćí směrem po svahu, mohou oslňovat lyžaře a stávat se bezpečnostním rizikem (Hollan 2004). Více o problematice osvětlení sjezdovek v kapitole 9.3 *Osvětlení sjezdovek*.

5.2.5 Reklamní osvětlení

Reklamní osvětlení v různých podobách (od podsvícení názvů společností po velkoformátové reklamy) se stalo běžnou součástí měst a doplňuje světelné znečištění z pouličního osvětlení. Reklamní osvětlení by mělo být vázáno na dobu, kdy může někoho upoutat. Nemělo by tedy svítit během celé noci a záření z vývěsních štítů by nemělo směřovat do okolních bytů.



Obr. 7 Přesycení reklamním osvětlením

(zdroj: Top Konstrukt 2013)

Podél rychlostních komunikací jsou stále častější nasvícené billboardy, kdy ovšem svítidla reklamní plochu osvětlují ze zdola nahoru, vytváří nad billboardem světelný závoj a přispívají ke světelnému znečištění v okolí dálnic. Snahou zřizovatelů je také používat co nejsilnější osvětlení, aby zvýšili pravděpodobnost, že zaujmou řidiče (Kondziolka 2010d). Podrobněji o osvětlení billboardů v kapitole 9.4 *Osvětlení billboardů*.

Jako světelná reklama zejména na noční podniky se někdy používají silné reflektory záměrně svítící vzhůru. Zákaz tohoto druhu propagace se už objevil i v české legislativě (Sbírka zákonů 2004), neboť jeden svazek světelných paprsků může znehodnotit široké noční prostředí. Větší společenská tolerance panuje u světelných show, které jsou jednorázovým zdrojem světelného znečištění, nebo u osvětlení zábavních parků, které ovšem mohou být dominantním polutantem ve svém okolí.

5.2.6 Architektonické a slavnostní osvětlení

Osvětlení památek zažívá v posledních desetiletích velký rozmach, neboť ztráknivňuje jednotlivé historické objekty či lokality. Jen výjimečně ale vyzařované světlo kopíruje tvar budovy, a tak dochází k úniku světla do okolního prostoru. Pokud je několikrát intenzivnější než okolní osvětlení, může působit rušivým dojmem místo podpory estetického vnímání.

Kombinací pouličního a architektonického osvětlení je případ historických center měst, kde pouliční osvětlení slouží zároveň k osvětlování fasád historických domů. Za tímto účelem jsou ale často používána kulová svítidla, která vyzařováním na všechny strany mohou oslnovat chodce a navíc přispívají ke světelnému znečištění (Suchan 2004). Modernizace pouličního osvětlení v chráněných památkových zónách ale není snadná kvůli obavám z narušení historického rázu části města.



Obr. 8 Záře nad osvětleným kostelem v obci Nový Knín u Dobříše

(zdroj: Hlávka 2012)

Slavnostní osvětlení budov se používá jednorázově (např. kolaudace) nebo opakovaně (např. výročí) a mělo by být v souladu s celkovou kompozicí stavby a jejího okolí. Často se používají barevné odstíny a světlo přesahující hranici objektu, i když by často stačilo ubrat na intenzitě okolního osvětlení. Extrémním případem slavnostního osvětlení bývá vánoční výzdoba měst i soukromých budov.

Osvětlení stavení lze také zahrnout do této kategorie, i když se nejedná o permanentní zdroj světelného znečištění. Motivací však není zaujmout jako u ostatních nasvícených objektů, ale ochránit majetek před zloději a vandaly.

Více o problematice architektonického osvětlení v kapitole *9.1 Architektonické osvětlení*.

5.2.7 Vnitřní osvětlení

Osvětlení soukromých či veřejných interiérů vyzařováním světla skrz okna také přispívá ke světelnému znečištění, jeho intenzita je však nízká a individuálně mu lze v noci poměrně snadno zabránit roletami či žaluziemi. Hledání účinného opatření v širším měřítku je ale problematické (Suchan 2004).

K největšímu světelnému znečištění u osvětlení vnitřních prostor dochází u moderních skleněných budov, ze kterých světlo září do všech směrů a v některých případech bývají vnitřní prostory osvětlené přes celou noc jako forma nasvícení budovy. Takové záření může působit rušivě pro obyvatele sousedních objektů a je velmi nevhodné (Kondziolka 2010a).

5.2.8 Ostatní osvětlení

Do této kategorie lze zařadit všechny ostatní zdroje světelného znečištění. Jedná se o marginální polutanty a patří sem např. bezpečnostní a přenosná svítidla nebo osvětlení soukromých pozemků.

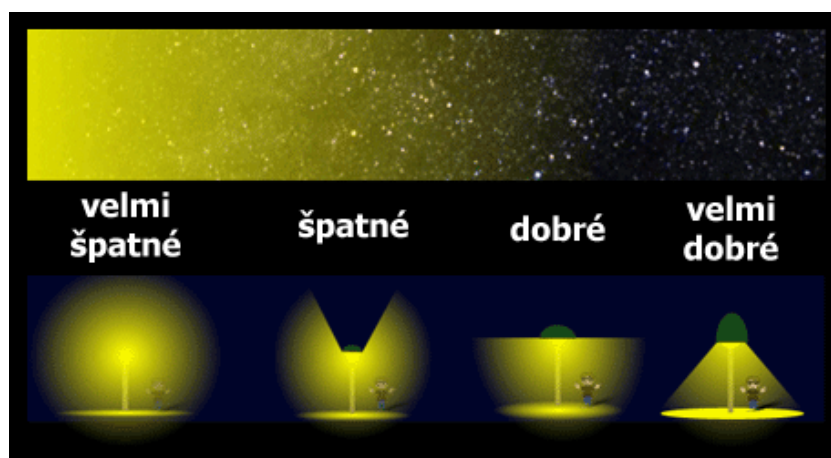
5.3 Možnosti zlepšení současného stavu

Mezi návrhy na organizaci boje proti světelnému znečištění na globální úrovni autoři *Light pollution Handbook* doporučují:

- Nespěchat – boj proti světelnému znečištění je během na dlouhou trať
- Přesvědčit lidi s rozhodovací pravomocí, že zachování noční oblohy je přínosem pro celou společnost a nikoliv jen pro pár astronomů
- Není možné bojovat dlouhodobě úspěšně na všech frontách, ale je třeba se soustředit na dosažení dílčích cílů
- Světelné znečištění je celosvětový problém zasahující i do nejdlehlších oblastí a je nutné rozlišovat mezi jednotlivými regiony, neboť problémy spojené se světelným znečištěním a ostatně i možná řešení se mohou v jednotlivých oblastech velmi lišit
- Je třeba nebojovat na vlastní pěst, ale spojit se s podobně smýšlejícími lidmi, kterým není lhostejný osud naší planety

(Narisada, Schreuder 2004)

Konkrétních kroků ke zlepšení a zvrácení současné produkce světelného znečištění je mnoho – některé náročné, některé relativně snadné. Základním pravidlem je osvětlovat pouze určený prostor a používat co nejvýhodnější svítidla z hlediska jejich světelně technických vlastností, poměru výkon/cena a šetrnosti k životnímu prostředí (Lenža, Suchan 2006). Ideální svítidlo pro většinu použití má světelný zdroj umístěný hluboko v krytu a na konci je opatřeno vodorovným sklem. Nelze opomenout ani vlastnosti jako vodotěsnost a prachotěsnost



Obr. 9 Schématické porovnání kvality svítidel podle směrování záření

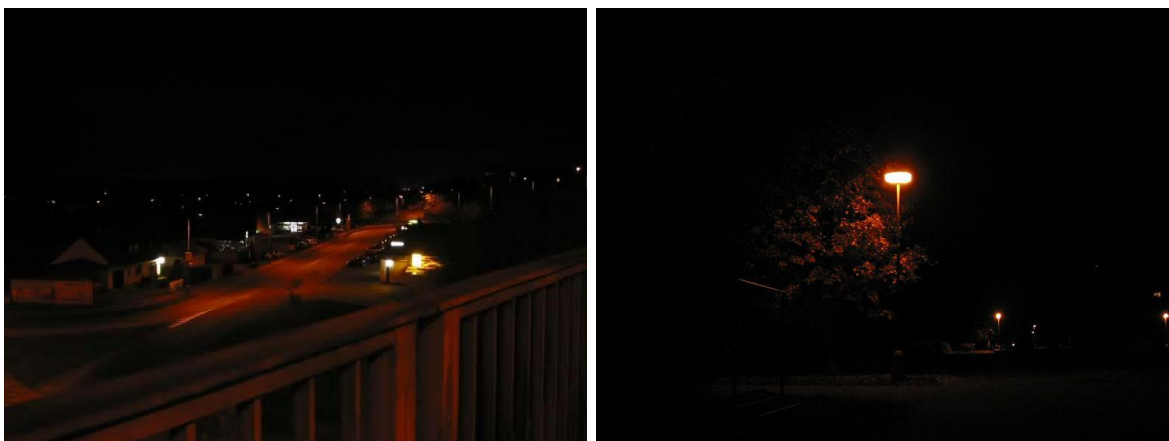
(zdroj: Světelné znečištění.cz)

5.3.1 Úpravy veřejného osvětlení

Pouliční svítidla by měla být plně cloněna, aby svítila pouze pod sebe a neosvětlovala blízké byty, neoslňovala chodce či zbytečně nezářila do okolního prostoru. Při směřování světla vhodnými optickými prvky pak není nutné používat světlo takové intenzity (Hollan 2011). Veřejné osvětlení by se také mělo vyhnout agresivnímu bílému světlu a využívat především oranžové spektrum sodíkových výbojek. Při nízké hustotě osídlení by pouliční svítidla neměla být zbytečně blízko sebe, aby spojitě osvětlovala celou cestu, neboť stačí, aby byla na dohled. Světlo mezi takto umístěnými lampami se bude blížit k přírodnímu, což je pro orientaci i bezpečnost dostačující.

V současné době by nemělo již vůbec docházet k používání kulových či jiných svítidel bez jakéhokoliv clonění nebo reflektorů umístěných v chodnicích a svítících nahoru (Suchan 2004). I v památkově cenných částech měst lze použít historizující tvary svítidel osazené moderní směrovou optikou. Necloněná svítidla je třeba odstranit i z městských parků, kde patrně přetrvává domněnka, že okolní stromy veškeré světlo pohltnou.

U osvětlení rozlehlých otevřených prostorů není nutné osvětlit celou plochu intenzivními svítidly, stačí věnovat pozornost pouze obvodu náměstí či prostranství, neboť tudy prochází většina chodců (Hollan 2011).

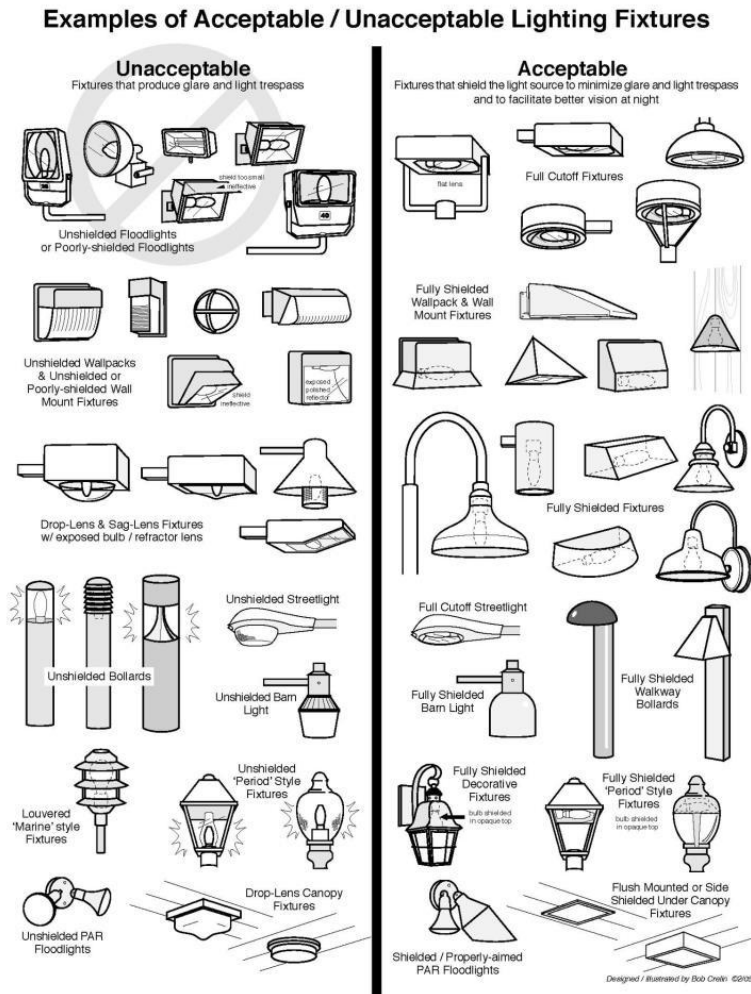


Obr. 10 Dobrý příklad veřejného osvětlení svítícího pouze na vozovku (vlevo)

Obr. 11 Špatný příklad veřejného osvětlení svítícího do všech směrů (vpravo)

(zdroj: Fotogalerie astronomické společnosti Pardubice 2006)

Úpravy nejen veřejného osvětlení s ohledem na zlepšení stavu nočního prostředí by usnadnilo legislativní ukotvení – to bohužel nyní v České republice neexistuje. Technické parametry svítidel se tak řídí pouze normami, které většinou požadují intenzivní a jasné osvětlení místo hledání efektivních a šetrných způsobů.



Obr. 12 Příklady technických řešení svítidel (zdroj: Jacobs 2009)

5.3.2 Úpravy ostatních druhů osvětlení

Světelné znečištění působené intenzivním světlem z vysokých stožárů (u průmyslových, dopravních či sportovních areálů) omezí instalace plně cloněných svítidel případně alespoň krytů zabraňujícím vyzařování světla do horního poloprostoru (Suchan 2004). Pokud není osvětlení nezbytně nutné, lze ho ztlumit či zcela vypnout. To platí takřka u všech druhů osvětlení včetně rychlostních komunikací – k tlumení a selektivnímu vypínání přistoupily např. Belgie nebo Velká Británie (Dohnal 2012, Novák, Maňourová 2011).

U billboardů (pokud je vůbec třeba je nasvítit) je nutné volit svítidla směřující světelný paprsek ze shora dolů a nikoliv naopak. Rušivé reklamy promítané přímo na oblohu je třeba zcela zakázat, což obcím umožňoval zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší (Sbírka zákonů 2002), nyní ale nemají žádnou legislativní pravomoc, jak tento radikální zásah do nočního prostředí omezit. Nasvícené reklamní štíty a propagačního osvětlení lze alespoň na část noci vypnout (nebo alespoň ztlumit), neboť v pozdních hodinách nemají na koho zacílit.

Architektonické osvětlení by zefektivnilo používání krytů ve tvaru nasvícovaného objektu, používání dokonale směřovaných reflektorů nebo osvětlení ze shora dolů, pokud je to technicky možné. Podobně jako u reklamního osvětlení ani ztraktivnění památek v pozdních hodinách nikdo neocení, a tak není třeba, aby bylo v provozu přes celou noc. Zdůraznit stavbu může dále snížení intenzity světla v jejím okolí a zvýraznění jejích dominantních prvků a nejvýznamnějších částí (Kondziolka 2010b). K osvětlování drobných objektů by nemělo docházet vůbec.

5.3.3 Úspora energie

Nejjednodušším způsobem úspory spotřeby elektrické energie je vypínat osvětlení na část noci. Může se jednat o ulice s minimálním provozem nebo selektivní výběr ze všech instalovaných svítidel. Klasické ovládání zapínání osvětlení fotobuňkou či spínacími hodinami je možné nahradit moderními systémy a rozvaděči umožňujícími tlumení osvětlení (Hollan 2011).

Předřadníky (většinou cívky) jsou nutnou součástí zapojení výbojek. Využit lze ale také složitější elektronické předřadníky, které už se staly součástí kompaktních výbojek a přináší řadu výhod (Hollan 2011). Výbojku chrání proti přepětí, méně se přehřívají, umožňují přizpůsobení světla momentální potřebě a některé varianty mohou být ovladatelné na dálku. Typ světelného zdroje je každopádně nutné volit podle účelu osvětlení a požadovaných vlastností osvětlení (přehled uvádí Tab. 1)

Značnou úsporu energie může znamenat jednorázová investice do moderních zdrojů světla, zejména LED diod, které fungují jako samostatné světlomety, které lze jednotlivě směřovat. Mají také dlouhou životnost a nízké provozní náklady, a tak největší překážkou zůstává vysoká pořizovací cena. Světelné diody umožňují také spínat světlo pomocí infračidel, která reagují na pohyb, a světelný zdroj je tedy využitý pouze v momentě, kdy je potřeba, a nesvítí tak zbytečně (Bartík 2010, Kondziolka 2010b).

Tab. 1 Měrný světelný výkon (P) a světelná účinnost (K) vybraných světelných zdrojů

Světelný zdroj	P (lm/W)	K (%)
Svíčka	0,3	0,04
Žárovka wolframová, 5 W	5	0,7
Žárovka wolframová, 40 W	10,5	1,5
Žárovka wolframová, 60 W	11,7	1,7
Žárovka wolframová, 100 W	13,4	2,0
Halogenová žárovka křemenná	24	3,5
Vysokoteplotní žárovka	35	5,1
Kompaktní zářivka (úsporná žárovka) 5 - 24 W	45 - 60	6,6 - 8,8
Zářivka trubicová	50 - 104	7 - 15,2
Výbojka metalhalogenidová	100	15
Výbojka vysokotlaká, sodíková	150	22
Výbojka nízkotlaká, sodíková	183	27
Svítilno LED20	do 140	do 20,5
denní světlo	41	6,0

(zdroj: Vega 2009)

6 Důsledky světelného znečištění

Světelné znečištění jako nepřírozený jev s sebou nutně přináší negativní důsledky, které vyplývají především z nedokonalých vlastností svítidel a světelných zdrojů. Umělé světlo v nočním prostředí ovlivňuje zdraví člověka a jeho aktivity, faunu a floru a plýtváním elektrické energie při neefektivním osvětlení zbytečně zatěžuje přírodní zdroje.

6.1 Lidské zdraví

Vliv umělého světla na zdraví lidí je studován od 80. let 20. století. Do té doby bylo světlo bráno pouze jako faktor pracovního prostředí v souvislosti s funkcí zraku. Požadavky na osvětlení byly navíc soustředěny hlavně na posilování intenzity světla, aby ho byl v pracovním prostředí dostatek pro optimální zrakový výkon.

V souvislosti s biologickými rytmy, prvními hypotézami o hormonu melatoninu a poruchami spánku se v 90. letech vliv světla začíná studovat také z pohledu negativních účinků při jeho nadbytku.

Ze světových i českých vědeckých prací a výzkumů MUDr. Hana Drahoňovská, CSc., vyvozuje následující fakta:

1. Světlo nepůsobí na člověka negativně, pouze když je ho nedostatek
2. Jeho nepřítomnost v noci je pro správné fungování organismu nezbytná
3. Používání umělého osvětlení významně změnilo životní styl člověka v industriální společnosti a jeho životní prostředí a nemůže tak být bez významného vlivu na zdraví

(Drahoňovská (2004))

6.1.1 Cirkadiánní rytmy

Cirkadiánní rytmus je endogenní biorytmus s periodou okolo 24 hodin řízenou stimulatorem (odpovídá termínu biologické hodiny), který je synchronizován především pravidelným střídáním světla a tmy (Špérová 2008).

S rozvojem umělého osvětlení se smazávají rozdíly mezi dnem a nocí a dochází k prodlužování světlé části dne. Současní lidé nejsou tak jako dříve ovlivněni změnou přirozeného světla během dne danou střídáním ročních období.

Světlo je v těle vedeno dvěma cestami. První část skrz centrum zraku umožňuje reakci na viděné podněty a druhá část synchronizuje fyziologické děje prostřednictvím sekrece hormonu melatoninu v epifyze. Produkce melatoninu je totiž závislá na světle respektive na tmě a k jeho vylučování dochází při spánku, nebo když by lidé fyziologicky spát měli (maximum produkce je okolo půlnoci). Stoupající hladina melatoninu vyvolává ospalost a jeho produkce je závislá na okolních světelných podmínkách. Poruchy cirkadiálního rytmu mohou přispívat k různým onemocněním a obtížím (Drahoňovská (2004).

6.1.2 Poruchy a onemocnění

Syndrom sezónní deprese se objevuje v souvislosti s krácením světlé části dne ke konci roku zejména v oblastech v severních zeměpisných šířkách. Přirozený úbytek světla umocňuje změna životního stylu způsobující trávení značného množství času pod umělým světlem, což vede k narušení biologických cyklů (Drahoňovská 2004).

Mezi symptomy sezónní deprese patří nadměrná unavitelnost, ospalost, útlum fyzické činnosti, klesá schopnost koncentrovat se a učit se. Syndrom může také doprovázet poruchy spánku.

Poruchy spánku jsou vyvolávány narušenou sekrecí melatoninu. Při chronické nespavosti dochází ke zpomalení či zrychlení vnitřních hodin, periodickou nespavost způsobují poruchy vnímání světla a příčinou temporální nespavosti jsou přesuny mezi časovými pásmy nebo práce na noční směny.

Produkce melatoninu a její režim jsou světlem ovlivněny, ať člověk spí nebo ne. Působení osvětlení během noci může posouvat fáze vylučování melatoninu a vyvolaná ospalost se pak může projevit ráno po probuzení. Stejně tak může světlo jako inhibitor produkce melatoninu zhoršovat usínání a např. nevhodné reklamní či veřejné osvětlení směřující do obytného prostoru může způsobovat přerušování spánku, což se může projevit v denní činnosti (např. při koncentraci či zvládnání stresu) (Focus 2004).

Hormon melatonin má **antikarcinogenní** a antioxidační vlastnosti a kontroluje další ochranné mechanismy. Poruchy sekrece melatoninu mohou být jednou z příčin vzniku nádorů u orgánů, jejichž činnost podléhá cirkadiálním rytmům – prostaty, vaječnicků či dělohy.

Prokázána je také souvislost mezi melatoninem a **rakovinou prsu**. Melatonin reguluje mimo jiné produkci hormonu estrogeneru, který nese zodpovědnost za patologické změny v prsní tkáni (Drahoňovská 2004).

Souvislosti mezi poruchami vnitřních rytmů způsobených negativním působením světla jsou pozorovány u řady dalších nemocí, například u psychogenních onemocnění. Noční světelná expozice během spánku zvyšuje náchylnost k epileptickým záchvatům.

Pozitivní vliv melatoninu byl prokázán u Alzheimerovy choroby, encefalomyopatie a jeho antioxidační účinky mohou oddalovat některé projevy spojené se stárnutím organismu. Kromě estrogeneru kontroluje sekreci prolaktinu, testosteronu a růstového hormonu.

6.2 Ekosystémy a organizmy

6.2.1 Ekologické světelné znečištění

Světlo je jednou ze základních podmínek pro život a existenčně důležité pro většinu živých organismů. Stejně jako světlo je ale i tma součástí denního cyklu střídání dne a noci a jeho narušení může mít fatální důsledky, podobně jako zmatení umělým světlem u organismů závislých na lunárním cyklu. Pro poruchy v chování organismů vyvolané stále koncentrovanějším umělým světlem vedoucí z rozvracení ekosystémů, se užívá termín *ekologické světelné znečištění* (Rich, Lognecorde 2005).

Ekologické světelné znečištění zahrnuje přímé oslňování, zvýšenou intenzitu a přechodné výkyvy osvětlení. Mezi jeho hlavní zdroje patří jas oblohy, osvětlené budovy, veřejné osvětlení, bezpečnostní světla, ale také například světla na vozidlech, rybářských člunech či ropných těžařských plošinách. Ekologické světelné znečištění ovlivňuje behaviorální a populační ekologii na přírodních stanovištích, neboť významně přispívá ke změnám orientace či dezorientaci organismů a k přitahování či odpuzování od deformovaného světelného prostředí, což může vést ke změnám a poruchám v příjmu potravy, rozmnožování nebo migraci.

6.2.2 Vliv na organizmy

K dezorientaci vlivem umělého osvětlení dochází u živočichů s vyvinutou navigací v přirozeném nočním prostředí. Příkladem jsou čerstvě vylíhnuté mořské želvy, které za obvyklých podmínek směřují od temných siluet na pevnině do oceánu, zatímco při osvětlení pláží a mořského pobřeží dochází ke smazání jemných rozdílů noční krajiny. (Rich, Longcorde 2005).

Dezorientace výrazně postihuje ptáky, kteří jsou přitahováni světly na budovách, majácích, komínech, těžařských plošinách a dalších objektech, což má za následek úmrtí vlivem nárazu nebo narušení migrační trasy (Rich, Longcorde 2005). Čím dál častěji jsou migrace narušeny extrémně silnými světly zářícími kolmo nahoru v rámci světelné show či propagace nočních podniků. Skupiny ptáků mohou být při tazích lapeny širokými osvětlenými zónami a vlivem dezorientace dochází k vzájemným srážkám, vyčerpání nebo se stávají snadnou kořistí jiných dravců. Ptáci mohou být umělým světlem ovlivněni také při výběru hnízdiště.

Nejsilnější reakce na světlo je ale u hmyzu, který se orientuje podle ultrafialové části světelného spektra, jež je silnou složkou například rtuťových výbojek (Bína 2004). Přitahování světlem je prokázáno u mnoha řádů nočního hmyzu a vede k oslňování a prostorové dezorientaci, což je příčinou hromadného úhynu vyčerpáním nebo dokonce shořením. Vymírání populací hmyzu ale není příliš viditelné, ačkoliv ovlivňuje celý potravní řetězec lokality. Některé druhy organismů se adaptovaly na umělé světlo a naučily se ho využívat – např. někteří pavouci, ale i vyšší živočichové, kteří zde loví a přicházejí snadno k potravě (např. plazi).

Snadno ulovitelného hmyzu kolem umělých svítidel využívají i netopýři. Zvýšená koncentrace potravy ale prospívá jen těm druhům, které využívají světelné zdroje (obecně pomalejší druhy se světlem vyhýbají), a tak se zde objevuje riziko dramatické změny vnitřní struktury společenstva.

Narušení interakce predátor-kořist je pozorovatelná i u dalších organismů. Zooplankton, jehož vertikální pohyb je závislý na lunárním cyklu, je intenzivně loven rybami při umělém osvětlení vodního sloupce a naopak někteří živočichové se pod svítidla schovávají před nočními predátory. Při prodloužení dne umělým světlem dochází i ke změně doby na přijímání potravy. Při porušování přirozených vazeb prostředí a zasahování do konkurence

živočichů může u citlivých ekosystémů dojít k ovlivnění jeho funkcí a trvalým změnám – zejména u mořských ekosystémů (Rich, Lognecorde 2005).

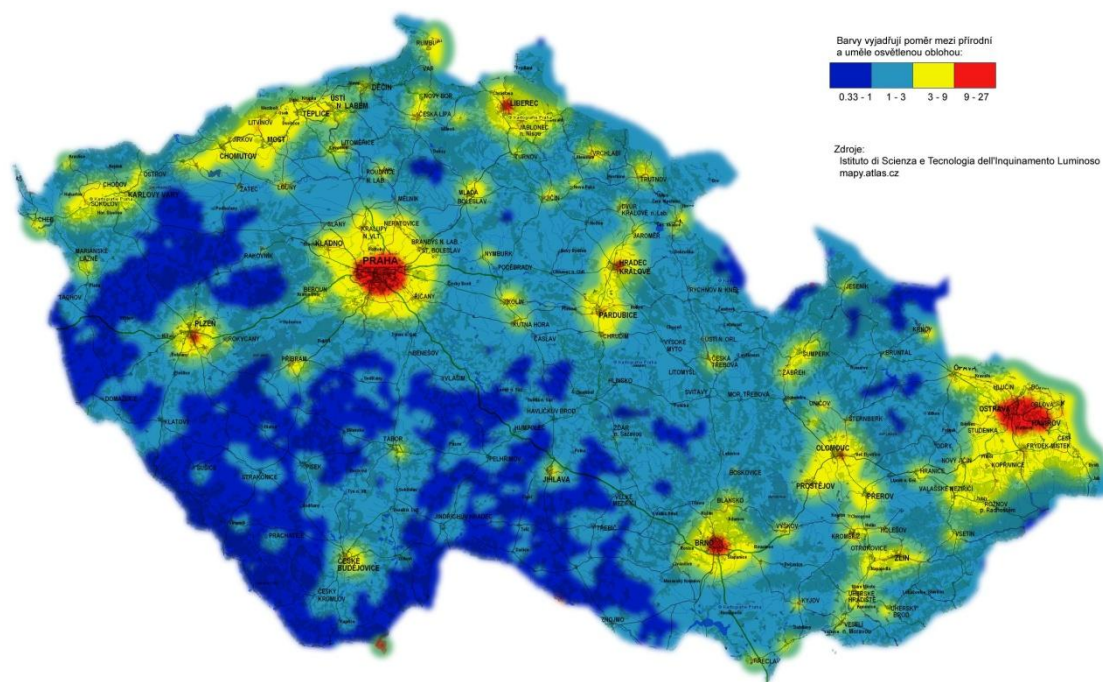
Kromě živočichů ovlivňuje noční světlo i rostliny, u nichž se smazávají rozdíly mezi ročními obdobími a fázemi cirkadiálního rytmu. U dřevin v blízkosti silného zdroje umělého světla (zejména infračervené části spektra) dochází k opoždění opadávání listů na podzim a deformacím koruny. Listovní stromů, které jsou osvětleny nepřetržitě, může být větší a náchylnější na znečištění ovzduší či vůči stresu během vegetačních období (Chaney 2002).

6.3 Astronomická pozorování

Astronomové si růstu jasů oblohy všímali a upozorňovali na něj již od 60. let, neboť přicházeli o „své pracovní prostředí“ a účinnost astronomických pozorování trvale klesala. Příčinou zhoršování astroklimatu je jednak snižování průhlednosti vzdušného obalu Země (= atmosférická extince) a nárůst světelného znečištění noční oblohy umělým světlem, které se rozptyluje v ovzduší, činí oblohu světlejší a znemožňuje pozorování vzdálenějších objektů a jevů (Hollan 2004).

Ani bez vlivu umělého světla ale není přírodní obloha zcela černá. Vlastnosti vzduchu ve výškách nad 100 kilometrů ovlivňují sluneční pochody a vzduch sám v důsledku ionizace slabě svítí. Ještě méně se projevuje tzv. zodiakální světlo, což je sluneční světlo rozptýlené na prachových částicích v meziplanárním prostoru. Nicméně antropogenní světelné znečištění omezuje stále více astronomickou viditelnost a narušuje přirozené noční prostředí. Rozptyl světla ale není konstantní, neboť je rozhodující, pod jakým úhlem je vyzařováno – obecně lze říci, že čím strměji je světlo vyzařováno, tím méně se ho stačí rozptýlit.

Částečnou konzervaci noční oblohy umožnilo vyhlášení ochranných pásem kolem významných observatoří a koncept oblastí temné oblohy, jehož cílem je především vzdělávání veřejnosti a zachování přirozeného nočního prostředí, mimo jiné i pro astronomická pozorování (Mikulášek 2004).



Obr. 13 Mapa světelného znečištění resp. poměru mezi přírodní a uměle osvětlenou oblohou (zdroj: Astronomický ústav AV ČR 2008)

6.4 Ekonomické plýtvání

Ekonomické škody spojené se světelným znečištěním vyplývají z vlastností osvětlení, které neplní svůj účel a ozařuje zbytečné plochy a prostory. IDA uvádí, že v USA všechna osvětlení vyplývají ročně energii o ceně zhruba 2 miliard amerických dolarů (Department of Physics 2012).

Přes rostoucí ceny energií města a obce přístup k veřejnému osvětlení příliš nemění. Používána jsou stále zastaralá svítidla s vysokým poměrem příkonu a množstvím vyzařovaného světla (4 – Construction 2000). Nově instalovaná zařízení jsou obvykle velmi silná a ekonomicky neefektivní, často postrádají optimální stínidla a vedou k oslnění obyvatel. Při vhodném směrování světla lze přitom použít méně výkonná svítidla a např. využití nízkotlakých sodíkových výbojek dlouhodobě sníží provozní náklady.

K plýtvání elektrickou energií dochází významně i v soukromém sektoru např. při osvětlení průmyslových areálů, skladů, obchodních domů, při vnitřním celonočním svícení

atd. Příkladem může být průmyslový park v Kopřivnici, kde jsou haly osvětlovány zesponu a areál září kvůli nadbytečnému světlu vyzařujícímu nad horizont do širokého okolí.

Náklady na energie stoupají také u slavnostního a architektonického osvětlení. Slavnostní osvětlení je jednorázové, obvykle spojené s nějakou událostí (svátek, kolaudace budovy), zatímco hlavním efektem architektonického osvětlení je podpora estetického vnímání. I zde je ale třeba hledat účelnost, aby byly opravdu osvětleny jen významné budovy a nikoliv každý objekt v urbánním či přírodním prostoru.

Snahu omezit plýtvání energií neefektivním a zbytečným osvětlením prosadily některé státy a regiony i do legislativních nařízení – např. USA, Itálie, Francie, Slovinsko.



Obr. 14 Projasnění celého okolí průmyslovým parkem Kopřivnice (vlevo)

Obr. 15 Příklad velmi nevhodného osvětlení haly v Kopřivnici (vpravo)

(zdroj: Kodziolka 2007)

6.5 Bezpečnost a kriminalita

Podle zprávy B. A. J. Clarka BSc, MAppSc, PhD, se v USA se 54 % trestných činů odehrálo mezi 6:00 a 18:00 během denního světla, ačkoliv většina obyvatel se domnívá, že větší počet a intenzita světla v noci povede ke snížení kriminality. Idea, že osvětlení majetku snižuje pravděpodobnost trestného činu, nebyla nezávisle prokázána a může se jednat pouze o mystifikaci médií a výrobců bezpečnostního osvětlení. Bezpečnostní osvětlení také často svítí ze zdola nahoru a místo ochranných vlastností (leč neprokázaných) pouze přispívá ke

světelnému znečištění. Noční osvětlení nicméně pomáhá v pocitu jistoty a bezpečí, např. v městských parcích.

Temné oblasti mohou dokonce vést ke snížení vandalizmu a trestné činnosti. Kriminální činy je obecně těžší spáchat v tmavém prostředí a přenosná svítidla může přilákat pozornost. Intenzivní oslnivé světlo pak poskytuje tmavé stíny pro úkryt a může také pachatelům dodat odvalu. Kriminalita je tedy spíše než s absencí osvětlení svázána s odlehlostí lokality (Clark 2000).

Špatné konstrukce svítidel mohou vést k oslnění, když se příliš jasné světlo dostává do zorného pole. Oslnění způsobuje horší reakci, snižuje schopnost vidění, narušuje koncentraci, při delším působení způsobuje únavu a může být rizikové pro osoby s vyšší citlivostí na světlo či pro osoby s očními vadami. Fatální důsledky může mít nevhodně instalované světlo například na přechodech pro chodce.



Obr. 16 Cloněné osvětlení zachovávající dostatečnou míru bezpečnosti na parkovišti

Obr. 17 Zbytečné, příliš intenzivní a oslňující světlo ze svítidel na parkovišti

(zdroj: IDA 2012)

7 Legislativa

Ačkoliv Česká republika byla jednou z prvních zemí světa, která řešila legislativními cestami problematiku světleného znečištění, nevyužila možnosti stát se průkopníkem v opatření zahrnutých do právního rámce. Vzory se tak stávají některé jiné evropské státy – např. Slovinsko a Itálie.

7.1 Legislativa ve světě

Na **Slovensku** se v legislativě objevuje pouze termín rušivé světlo, který definuje vyhláška č. 539/2007 Z. z. o podrobnostiach o limitných hodnotách optického žiarenia a požiadavkách na objektivizáciu optického žiarenia v životnom prostredí (Zbierka zákonov 2007) a to následovně: "*rušivé svetlo je svetlo zo zdrojov umelého svetla vo vonkajšom prostredí okrem svetla z dopravných prostriedkov a okrem svetla z verejného osvetlenia, ktoré po dopade na vonkajšiu plochu osvetľovacieho otvoru obytnej miestnosti svojím pôsobením subjektívne obťažuje užívateľov obytnej miestnosti*" (§ 2 písm. b). Tuto definici si lze vyložit tak, že rušivé světlo je složkou světelného znečištění. Každopádně není možné tyto pojmy ztotožnit vzhledem k velmi úzkému vymezení pojmu rušivého světla.

Ochranou zdraví před působením umělého světla a stanovením limitů rušivého světla (Tab. 2) se zabývá zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a vyhláška č. 539/2007 Z. z. o zdrojích rušivého světla měnících intenzitu či barvu, která při stanovení limitních hodnot vychází z technické normy STN EN 12464-2 (tato evropská norma platí i pro Českou republiku). Tématiky se dále okrajově dotýká zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny zabývající se omezeními svícení v oblastech s různým stupněm ochrany, občanský zákoník řešící obtěžování světlem a stavební zákon zabývající se technickými parametry staveb i billboardy a dalšími reklamními zařízeními (Svetelne znečistenie 2011).

Tab. 2 Limitní hodnoty rušivého světla z venkovních svítidel

Ekologická zóna	E_v [lx]		I [kcd]		L_{av} [cd.m ⁻²]	L_{max} [cd.m ⁻²]
	do 22.00 h	po 22.00 h	do 22.00 h	po 22.00 h	do 22.00 h	do 22.00 h
E1	2	1	2,5	0	0	0
E2	5	1	7,5	0,5	5	10
E3	10	2	10	1,0	10	60
E4	25	5	25	2,5	25	150

Vysvetlivky:

E1 prirodzene tmavé územia, národné parky, chránené oblasti
E2 územia s nízkym jasom, vidiecke osídlenie, okrajové časti malých miest
E3 centrá malých miest, urbanizované územia v okolí centier veľkých miest
E4 zóny s vysokým jasom, centrá veľkých miest, zóny s vysokou aktivitou v noci
 E_v vertikálna osvetlenosť vonkajšej plochy okna
 I svietivosť zdrojov svetla v smere možného rušenia
 L_{av} priemerný jas fasád budov – odporúčané hodnoty
 L_{max} maximálny jas fasád budov – odporúčané hodnoty

(zdroj: Svetelne znečistenie 2011)

V boji proti světelnému znečištění patří k průkopníkům **Slovinsko**, o čemž svědčí komplexní zákon přijatý v roce 2007 (*Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja*). Jeho cílem je snížení spotřeby elektrické energie, ochrana obytných prostor před rozptýleným světlem a ochrana před oslněním a před škodlivými účinky světelného znečištění (Dark Skies Awareness 2007).

Zákon definuje 14 kategorií zdrojů světelného znečištění – např. osvětlení silnic, železnic, výrobních prostor, komerčních budov, sportovních ploch, kulturních památek, reklamních zařízení atd. (§ 3 odst. 4). Hlavním nařízením je zákaz pro naprostou většinu svítidel, aby vyzařovala nad horizont (§ 4) neboli do horního poloprostoru. Na obyvatele stanovuje maximální spotřebu elektrické energie u veřejného osvětlení a osvětlení silnic a

dálnic (§ 5), přičemž reálné hodnoty v roce 2007 byly přibližně dvojnásobné oproti nově stanoveným limitům.

Kulturní památky musí být mimo jiné osvětleny tak, aby maximálně 10% světelných paprsků míjelo stavbu. Osvětlené části smí být pouze jeden metr od spodní hrany střechy nebo jeden metr od vrcholu památky, pokud střechu nemá. (§ 11, odst. 3) Rozsáhlá kapitola je věnována osvětlení reklamním zařízení (Kondziolka 2010).

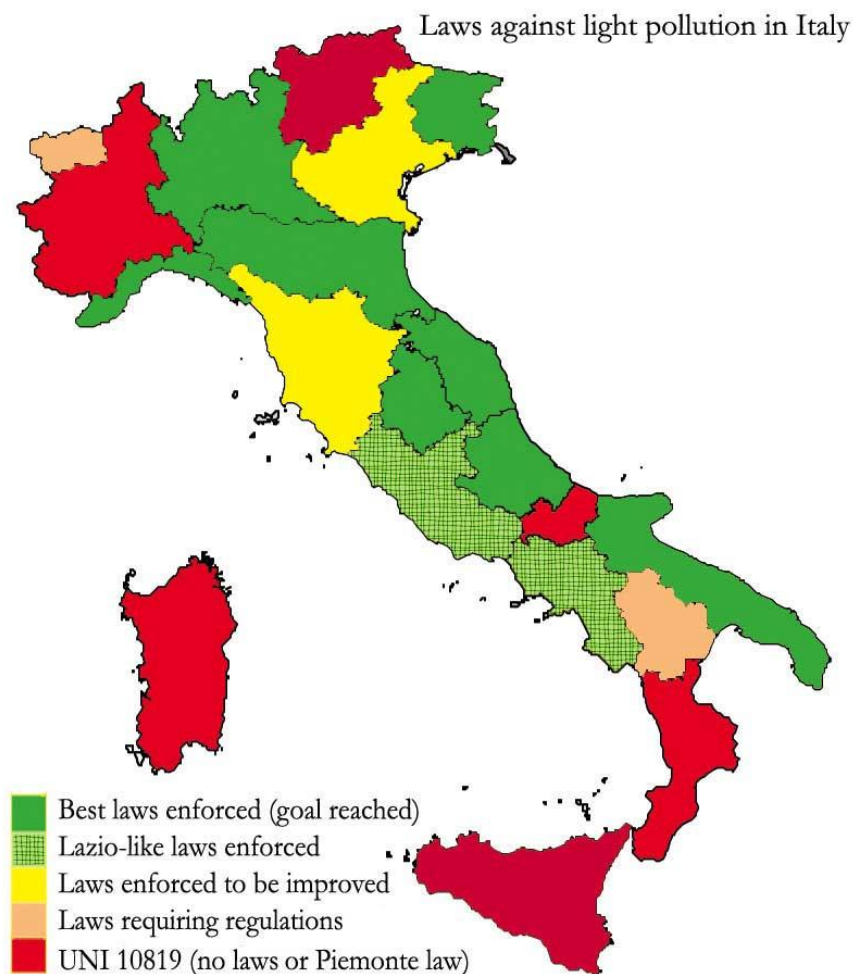
Sankce jsou stanoveny na hodnoty 600 EUR, 2400 EUR a 12000 EUR (§ 26) a na závěr zákon řeší i časový horizont úprav stávajících svítidel (§ 28) (Dark Skies Awareness 2007).

Itálie byla vůbec jednou z prvních zemí, kde se problematika světelného znečištění řešila a to na úrovni regionálních vlád. K roku 2007 byl zákon proti světelnému znečištění v nějaké podobě prosazen v 75 % italských regionů (chyběl pouze v regionech Kalábrie, Tridentso – Horní Adiže, Molise a ostrovních regionech Sardinie a Sicílie). Vůbec první byl Benátský zákon z roku 1997, nicméně nejznámější je Lombardský zákon z roku 2000 – upraven 2004 (Cinzano 2007).

Účelem Lombardského zákona (*L.R. Lombardia 17/2000, L.R. Lombardia 38/2004*) je snížení světelného znečištění a spotřeby elektrické energie, udržování ekologické rovnováhy a ochrana vědeckého výzkumu (§ 1 odst. 1), který je podpořen např. ochrannými územími okolo astronomických observatoří (§ 5 odst. 2 písm. i). K naplnění účelu mělo dojít pomocí soustav považovaných za neprodukcující světelné znečištění a mající sníženou spotřebu energie – tedy těch svítidel, která mají svítivost 0 cd na 1 000 lumenů do směru 90° a výše - tedy nad horizont (§ 6 odst. 2) (ČAS 2011). Prakticky to ale znamená hranici 0,49 cd na 1 000 lumenů na rozdíl od slovinské legislativy, kde se nepřipouští žádné záření nad horizont neboli 0,00 cd na 1000 lumenů.

Soustavy svítící seshora dolů musí být dle Lombardského zákona upřednostněny u osvětlení budov, pomníků či informačních tabulí a i např. u sportovišť a velkých areálů musí být zamezeno rozptylu světla směrem vzhůru (§ 6 odst. 4,6,10).

Konkrétní sankce jsou stanoveny jak pro zřizovatele nevyhovujícího osvětlení v ochranné zóně okolo astronomických observatoří, tak pro veřejné subjekty včetně obcí, které nesplnily požadovaná kritéria ve stanovené lhůtě (§ 8 odst. 1,4) (ČAS 2011).



Obr. 18 Forma zákona proti světelnému znečištění v italských regionech k roku 2007

(zdroj: Cinzano 2007)

Ve **Spojených státech amerických** je snaha snižovat světelné znečištění spojena zejména s potřebou snížení spotřeby elektrické energie a promítá se především v osvětlení pozemních komunikací.

Ačkoliv se podoba zákonů liší různou mírou komplexity, ke konci roku 2007 existovala legislativa týkající se omezování světelného znečištění ve státech Arizona, Arkansas, Colorado, Connecticut, Georgie, Havaj, Kalifornie, Maine, New Jersey, Nové Mexiko, Rhode Island, Texas, Wyoming. Další nařízení byla připravována ve státech Delaware, Iowa, Maryland, Massachusetts, Michigan, New Hampshire, New York, Oregon, Pensylvánie a Virginie (Skykeepers 2007).

Konkrétním příkladem může být Connecticutský zákon požadující energeticky účelné osvětlení komunikací, který například nařizuje plně stíněná svítidla podél komunikaci nebo uvádí, že státní či městské finanční prostředky mohou být použity pouze na výměnu či pořízení takového svítidla, které maximálně šetří elektrickou energii a jehož intenzita odpovídá účelu (§ a) (ČAS 2001).

Ve **Francii** vstoupí ve druhé polovině roku 2013 zákon, který se netýká veřejného osvětlení jako u většiny legislativních opatření ve světě, ale marginálního znečišťovatele – nebytových objektů. Tento zákon ovlivnil i společnost v České republice, neboť byl prezentován i českými médii a umožnil tak rozšířit povědomí o problematice světelného znečištění.

Jak informuje portál *ekolist.cz*, ve Francii "*obchody, úřady a další nebytové budovy budou muset od 1. července zhasínat vnitřní světla nejpozději hodinu po odchodu posledního pracovníka. Veškerá venkovní osvětlení úřadů a obchodů včetně výloh se budou muset vypnout nejpozději hodinu po půlnoci.*" (*ekolist.cz* 2013). Nařízení o zvonurozsvícení nejdříve v 7:00 či hodinu před otevřením už předpokládané úspory patrně příliš neovlivní stejně jako osvětlení fasád, které je povoleno až po západu slunce. Zůstává otázkou jaký podíl podnikatelských subjektů či úřadů se již chová v souladu s novým zákonem a zda úspora splní očekávání francouzského ministerstva ekologie, udržitelného rozvoje a energetiky. Vyhodnocení účinnosti je naplánováno na začátek roku 2014.

Ve **Španělsku** se podobně jako v Itálii řeší problematika světelného znečištění na úrovni nejvyšších správních celků – autonomních společenství.

V Katalánsku platí od roku 2001 zákon, podle kterého se nesmí instalovat znečišťující svítidla – dotýká se veřejného i soukromého osvětlení (Starlight 2007). V Kantábrii na severu Španělska platí velmi komplexní zákon o prevenci před světelným znečištěním od roku 2006 (Starlight 2007) a postihuje jak veřejné či reklamní osvětlení, tak například dekorativní či bezpečnostní osvětlení (Law 6/2006, of June 9th, regarding Prevention of Light Pollution). Svá nařízení mají i ostrovní regiony – především kvůli významné observatoři platí již od roku 1988 (resp. 1992) striktní zákon o ochraně noční oblohy na Kanárských Ostrovech (IAC.es 1992) a od roku 2005 se na Baleárských ostrovech řídí opatřením Night Environment Protection Act.

Kromě již zmíněných států najdeme zmínky o světelném znečištění v legislativě v různé míře také u Kanady, Velké Británie, Rakouska, Japonska, Austrálie nebo Chile (Starlight 2007).

Vlastní nařízení týkající omezení světelného znečištění vydala kromě států i řada světových měst. Většinou se jedná o úpravy veřejného osvětlení a snahu ušetřit finance z municipálních rozpočtů. Kromě měst ve výše uvedených státech se jedná například o kanadská města Calgary v Albertě či Kingston v Ontariu (Utilities Kingston 2006).

7.2 Světelné znečištění v legislativě České republiky

7.2.1 Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší

V legislativě České republiky se termín světelného znečištění poprvé objevuje v původním zákoně č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší, kde v rámci předmětu úpravy "*tento zákon stanoví opatření ke snižování světelného znečištění ovzduší*" (§ 1 odst. 1 písm. d) a světelné znečištění dále definuje jako "*každou formu osvětlení umělým světlem, které je rozptýleno mimo oblasti, do kterých je určeno, zejména pak míří-li nad hladinu obzoru*" (§ 2 odst. 1 písm. r) (Sbírka zákonů 2002).

Původní zákon č. 86/2002 Sb. dále uvádí povinnosti pro fyzické a právnické osoby konkrétně "*při činnostech v místech a prostorech stanovených prováděcím právním předpisem je každý povinen plnit nařízení orgánu obce a v souladu s ním provádět opatření k zamezení výskytu světelného znečištění ovzduší*" (§ 3 odst. 10) a určuje, že prováděcí právní předpis "*stanoví místa a prostory, kde nesmí docházet k výskytu světelného znečištění, činnosti, na které se vztahuje povinnost podle odstavce 10, opatření ke snižování nebo předcházení výskytu světelného znečištění a limity stanovující horní mez světelného znečištění*" (§ 3 odst. 12).

V Hlavě VII v rámci správní činnosti na úseku ochrany ovzduší zákon definuje konkrétně pravomoc obce v přenesené působnosti, která "*vydává nařízení, jímž může na svém území stanovit opatření podle § 3 odst. 10 ke snižování nebo předcházení výskytu světelného znečištění ovzduší*" (§ 50 odst. 1 písm. k) a vysvětluje kontrolní činnost: "*Orgán obce v přenesené působnosti kontroluje dodržování povinností podle § 3 odst. 5 a 10 a za jejich porušení ukládá pokuty*" (§ 50 odst. 2 písm. d). V předchozí Hlavě VI pak stanovuje konkrétní

sankce: *"Pokutu ve výši od 500 do 150 000 Kč uloží orgán obce osobě, která poruší alespoň jednu z povinností uloženou podle § 3 odst. 5 nebo 10"* (§ 40 odst. 10)

Původní zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší tedy světelnému znečištění věnuje značnou pozornost, klade si za cíl omezení tohoto problému, stanovuje podmínky pro znečišťovatele a první pravomoc pro dotčené orgány. I přesto, že jsou mnohé definice či postupy obecného charakteru, konkrétní sankce představují první efektivní nástroj proti zdrojům světelného znečištění.

7.2.2 Předpisy k zákonu č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší

Předpis č. 92/2004 Sb. novelizoval zákon č. 86/2002 Sb. a upravoval legislativní definici světelného znečištění v § 2 odst. 1 písm. r původního zákona (podle § 1 odst. 4 novely), kdy je *"světelným znečištěním viditelné záření umělých zdrojů světla, které může obtěžovat osoby nebo zvířata, způsobovat jim zdravotní újmu nebo narušovat některé činnosti a vychází z umístění těchto zdrojů ve vnějším ovzduší nebo ze zdrojů světla, jejichž záření je do vnějšího ovzduší účelově směřováno"* a doplňoval § 50 původního zákona o odst. 3 a podle písm. c nyní v rámci samostatné působnosti *"obec může obecně závaznou vyhláškou zakázat promítání světelných reklam a efektů na oblohu a zakázat používání laserové techniky při kulturních akcích"*. (podle § 29 odst. 110 novely) Výrazný zásah představovala úprava rušící kontrolní činnosti obcí s přenesenou působností, což se skrývalo v prosté větě: *"V § 50 odst. 2 písm. d) se slova "a 10" zrušují"* (podle § 29 odst. 109 novely) stejně tak jako byla zrušena možnost pokutovat viníky: *"V § 40 odst. 10 se slova "nebo 10" zrušují"* (podle § 29 odst. 89 novely) (Sbírka zákonů 2004).

Předpis č. 385/2005 Sb. opět upravoval zákon č. 86/2002 v oblasti pravomocí obcí, konkrétně již novelizovaný odst. 3 písm. c v § 50, který v nové podobě zněl: *"Obec může obecně závaznou vyhláškou v oblasti opatření proti světelnému znečištění regulovat promítání světelných reklam a efektů na oblohu"* (podle § 1 odst. 54 novely). Zákon již tedy neumožňoval zcela zakázat vytváření zdrojů světelného znečištění, ale pouze bez další specifikace jejich vznik omezit (Sbírka zákonů 2005).

Novelizující předpisy ve skutečnosti znamenaly, že zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší se stal v boji proti světelnému znečištění bezzubý a nevymahatelný. Jediná pravomoc zůstala obcím a i jejich možnost omezit marginální znečišťovatele je spíše symbolická než uplatnitelná v praxi.

7.2.3 Zákon č. 201/2002 Sb. o ochraně ovzduší

Nový zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. ruší zákon č. 86/2002 Sb., novelu č. 92/2004 Sb. i novelu č. 385/2005 Sb. a v jeho znění již není o světelném znečištění nebo rušivém světle žádné zmínky (Sbírka zákonů 2012b).

Vzhledem k ostré reakci současného ministra životního prostředí Tomáš Chalupy na nařízení ve Francii (ekolist.cz 2013), kde budou muset všechny nebytové prostory od 2. poloviny roku 2013 na noc zhasínat světla, je nepravděpodobné že by se světelné znečištění do legislativy České republiky do roku 2014 vrátilo.

7.3 Související zákony v České republice

Další kategorií tvoří zákony, které se netýkají přímo světelného znečištění, ale zabývají se např. obtěžováním světlem či řeší problematiku reklamního osvětlení.

7.3.1 Stavební zákon a občanský zákoník

Například ve stavebním zákonu č. 183/2006 Sb. stanoví, že *"stavební úřad může nařídit vlastníku stavby, stavebního pozemku nebo zastavěného stavebního pozemku nezbytné úpravy, jimiž se docílí, aby užívání stavby nebo jejího zařízení neohrožovalo životní prostředí, nepřiměřeně neobtěžovalo její uživatele a okolí hlukem, exhalacemi včetně zápachu, otřesy, vibracemi, účinky neionizujícího záření anebo světelným zářením"* (§ 137 odst. 1 písm. a) (Sbírka zákonů 2006). Podle Ekologického právního servisu obtěžování světlem řeší také vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, když uvádí, že *"stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná pro určené využití a aby současně splnila základní požadavky, kterými jsou ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí"* (§ 8 odst. 1 písm. c), neboť k porušení vyhlášky může dojít například kvůli nevhodným světelně technickým vlastnostem stavby (Pavlorková 2010).

U konkrétního zdroje světla, které působí rušivě, je dle EnviGroup možné obrátit se i na občanský zákoník 40/1964 Sb., který uvádí, že *"vlastník věci se musí zdržet všeho, čím by nad míru přiměřenou poměrům obtěžoval jiného nebo čím by vážně ohrožoval výkon jeho práv. Proto zejména nesmí ohrozit sousedovu stavbu nebo pozemek úpravami pozemku nebo úpravami stavby na něm zřízené bez toho, že by učinil dostatečné opatření na upevnění stavby nebo pozemku, nesmí nad míru přiměřenou poměrům obtěžovat sousedy hlukem, prachem,*

popílkem, kouřem, plyny, parami, pachy, pevnými a tekutými odpady, světlem..." (§ 127 odst. 1) (Zákon pro lidi 2013).

1.1.2014 vejde v platnost nový občanský zákoník 89/2012 Sb., kde je omezení vlastnického práva vzhledem k obtěžování světlem či jinými činiteli zachováno, konkrétně zákoník říká, že *"vlastník se zdrží všeho, co působí, že odpad, voda, kouř, prach, plyn, pach, světlo, stín, hluk, otřesy a jiné podobné účinky (imise) vnikají na pozemek jiného vlastníka (souseda) v míře nepřiměřené místním poměrům a podstatně omezují obvyklé užívání pozemku"* (§ 1013 odst. 1) (Sbírka zákonů 2012).

7.3.2 Normy EU

Další kapitolou jsou nařízení a normy pocházející z Evropské Unie. Nařízení komise 245/2009 (novela 347/2010 Sb. zrušena 1. 1. 2012) formuluje *"požadavky na ekodesign zářivek bez integrovaného předřadníku, vysoce intenzivních výbojek a předřadníků a svítidel, jež mohou sloužit k provozu těchto zářivek a výbojek"*. V příloze II definuje světelné znečištění jako *"souhrn všech nepříznivých dopadů umělého světla na životní prostředí, včetně vlivu rušivého světla"* a rušivé světlo popisuje jako tu část ze svítidla, která *"neslouží účelu, pro nějž bylo toto zařízení určeno"*. Pod pojem rušivé světlo řadí světlo nesprávně dopadající mimo osvětlovanou plochu, rozptýlené světlo v okolí osvětlovacího zařízení a září, která rozjasňuje noční oblohu, k čemuž dochází vlivem přímého i nepřímého odrazu záření rozptylovaného složkami atmosféry ve směru pozorování. (Úřední věstník Evropské Unie 2009)

V příloze VII Nařízení komise 245/2009 jsou uvedeny referenční hodnoty výrobků, které mají být instalovány jako veřejné osvětlení a u silničních tříd určených pro veřejné osvětlení uvádí tabulkové orientační hodnoty maximálního podílu světelného toku, který je vyzařován nad horizont (od 3 % do 20 %) (Tab. 3). Nicméně následující věta zní: *"V oblastech, kde hrozí světelné znečištění, není maximální podíl světla dosahujícího nad horizont u všech silničních tříd a světelných výkonů vyšší než 1 %"*, čímž ve skutečnosti popírá předchozí výrok, neboť světelné znečištění se zvětšuje s rostoucím zářením nad horizont, tudíž oné *"oblasti, kde hrozí světelné znečištění"* jsou právě ty, kde je limitní hodnotou 20 %. I další tvrzení je podobně nešťastné: *"Svítidla jsou konstruována tak, aby bylo v maximální možné míře zabráněno vyzařování rušivého světla. Jakékoli vylepšení svítidla, jehož cílem je vyzařování rušivého světla snížit, však nesmí být na úkor celkové energetické účinnosti zařízení, pro něž je určeno."* Hlavním cílem je tedy eliminovat rušivé

světlo, ale pro to nemohou být podniknuty žádné kroky, které by snížily energetickou účinnost zařízení, což lze ovšem vyložit tak, že energeticky účinná svítidla zářící nad horizont nelze clonit, neboť tím klesá jejich účinnost.

Tab. 3 Orientační hodnoty maximálního podílu světelného toku (který je vyzařován nad vodorovnou rovinu) u jednotlivých silničních tříd svítidel určených pro veřejné osvětlení

Silniční třídy ME1 až ME6 a MEW1 až MEW6, všechny světelné výkony	3 %
Silniční třídy CE0 až CE5, S1 až S6, ES, EV a A	
— 12 000 lm ≤ světelný zdroj	5 %
— 8 500 lm ≤ světelný zdroj < 12 000 lm	10 %
— 3 300 lm ≤ světelný zdroj < 8 500 lm	15 %
— světelný zdroj < 3 300 lm	20 %

(zdroj: Úřední věstník Evropské unie 2009)

Od roku 2008 platí také evropská norma ČSN EN 12464-2, která shrnuje požadavky na osvětlení venkovních pracovních prostor. Definuje veličiny jako udržovaná osvětlenost E_m , rovnoměrnost osvětlení U_o , mezní hodnota součinitele oslnění GR_L a index podání barev R_a a pro desítky venkovních pracovišť formuluje pomocí pro tyto veličiny požadavky na osvětlení. (LED-SMD 2008)

Norma ČSN EN 12464-2 dále definuje rušivé světlo, konkrétně jako "*neužitečné světlo, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět nejdůležitější informace*" (kap. 3.4, str. 8). Norma ztotožňuje rušivé světlo se světelným znečištěním a stanovuje přípustné maximum rušivého světla ve venkovních osvětlovacích soustavách a největší hodnoty prahového přírůstku od jiných než uličních svítidel (kap. 4.5, str. 11-12) pro uživatele pozemních komunikací. Norma však není zákon a je tudíž právně nezávazná.

Není to ovšem jediná evropská norma řešící osvětlení funkčních prostor. Od roku 2008 platí evropská norma ČSN EN 12193 Světlo a osvětlení – Osvětlení sportovišť, která požaduje omezení rušivého světla pro otevřená sportoviště a kvůli oslnování v okolních venkovních prostorech zavádí posuzování závojevých jasů. Evropská norma ČSN EN 13201 Osvětlení pozemních komunikací (přesněji její druhá část) při definování tříd osvětlení pro

pozemní komunikace zohledňuje vlivy svítidel na životní prostředí a stanovuje třídy svítivosti pro zmírnění omezujícího oslnění a obtěžujícího světla (Greenlighting 2005).

7.4 Návrhy na úpravy legislativy České republiky

Při diskuzi o (ne)zahrnutí světelného znečištění do legislativy České Republiky proti sobě stály dva velmi protichůdné názory zastoupené zejména Společností pro rozvoj veřejného osvětlení na jedné straně a Českou astronomickou společností na straně druhé.

Česká astronomická společnost poukazovala např. na potřebu omezit produkci nepotřebného světla soukromých subjektů či negativní vlivy světelného znečištění. Z odborných pracovníků v oblasti astronomie o legislativní ukotvení světelného znečištění dlouhodobě usiloval zejména RNDr. Jan Hollan, Ph.D., který během své práce ve Hvězdárně a planetáriu Mikuláše Koperníka připravil několik návrhů prováděcího předpisu, založeného především na lombardském zákonu (Hollan 2002).

Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení hájila zákon o ochraně ovzduší bez ukotvení světelného znečištění, např. z ekonomických důvodů či absence diskuze odborné veřejnosti. Dále se společnost odkazovala na nerespektování publikace CIE 126 – 1997 *Guidelines for minimizing sky glow* vytvořené Mezinárodní komisí CIE TC 4-21 *Interference by light of astronomical observations* a požadovala charakter doporučení nikoliv nařízení (Kotek 2002).

8 Iniciativy a opatření na podporu ochrany před světelným znečištěním

Stejně jako cítíme potřebu chránit ohrožené živočišné druhy, je pochopitelná snaha o zachování další složky životního prostředí, které hrozí vymizení. Přirozené noční prostředí bylo součástí života mnoha generací před námi a je na generaci současné, aby si uvědomila, jak je noční obloha znehodnocována, přijala za to odpovědnost a zaujala stanoviska, která by umožnila nynější situaci zlepšit či zvrátit.

8.1 Konference o světelném znečištění

Od roku 2000 se každoročně koná za účasti významných světových organizací, institucí a odborníků na astronomii, ekologii, světelnou techniku a další obory, *Evropské sympozium k ochraně noční oblohy* (European Symposium for the Protection of the Night Sky) sloužící k diskuzi o aktuálním stavu světelného znečištění, vývoji v legislativě a prezentaci nových poznatků (Suchan 2010).

Na Evropské sympozium k ochraně noční oblohy v posledních letech navazuje *Mezinárodní sympozium parků tmavé oblohy* (International Symposium for Dark-sky Parks), které se věnuje především ochraně nočního prostředí prostřednictvím parků a rezervací.

V roce 2002 se v Kalifornii konala konference *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*, věnovaná ekologickým důsledkům umělého nočního osvětlení. Z příspěvků vytvořili autoři Catherine Rich a Travis Longcorde také stejnojmennou publikaci *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting* (Rich, Longcorde 2005).

Mezi další významné mezinárodní události vázané na světelné znečištění ovzduší patří konference *Starlight* (od 2007) nebo *International Dark Sky Association ANNUAL GENERAL MEETING & CONFERENCE* (2011). V roce 2013 se budou konat tři velmi důležité akce - *1st International Conference on Light Pollution Theory, Modelling and Measurements* na Slovensku, *The Bright Side of Night* v Německu a *1st International conference on Artificial Light at Night* taktéž v Německu (Freie Universität Berlin 2013).

8.2 Oblasti tmavé oblohy

8.2.1 International Dark-Sky Assotiation

S rostoucím narušením noční krajiny vzniká potřeba chránit nejzachovalejší a nejtemnější místa jako součásti přirozeného prostředí pod hvězdnou oblohou. Chráněné oblasti temné oblohy slouží kromě konzervace nočního prostředí pro astronomická pozorování také k osvětě široké veřejnosti ohledně problematiky světelného znečištění. V horských a periferních oblastech mohou také podpořit environmentálně příznivé formy cestovního ruchu.



Obr. 19 Noční obloha ve městě Bath ve Velké Británii v roce 1950 (nahore)

Obr. 20 Noční obloha ve městě Bath ve Velké Británii v roce 2000 (nahore)

(zdroj: CFDS 2013)

Celosvětovou správu oblastí tmavé oblohy (Dark-sky preserve) zajišťuje International Dark Sky Places Program, který je iniciativou Mezinárodní organizace pro temnou oblohu (International Dark Sky Association). Program rozlišuje tři typy ochrany – parky, rezervace a komunity (IDA 2013e). Vzhledem k tomu, že program chráněných oblastí bývá stanoven na národní úrovni nezávisle na Mezinárodní organizaci pro hvězdnou oblohu, dochází k prolínání označení oblastí tmavé oblohy. Některé chráněné oblasti jsou navíc vztažené k pásmům okolo observatoří.

International Dark Sky Association také spolupracuje s The British Astronomical Association (BAA) na masivní kampani *Campaign for Dark Skies* ve Velké Británii, která je věnována snižování světelnému znečištění a nápravě veřejného osvětlení (CFDS 2013)

Mezinárodní parky tmavé oblohy jsou parkem či jinými veřejnými pozemky s mimořádnou hvězdnou oblohou a přírodním nočním prostředím, na jejichž území je zmírněné světelné znečištění a přirozená tma má kulturní, vzdělávací a estetický význam.

Tab. 4 Mezinárodní parky podle IDA

Jméno parku	Stát	Rok vyhlášení	Kategorie
Natural Bridges National Monument	Utah, USA	2006	Gold
Cherry Springs State Park	Pensylvánie, USA	2008	Gold
Galloway Forest Park	Skotsko, VB	2009	Gold
Zselic National Landscape Protection Area	Maďarsko	2009	Silver
Goldendale Observatory Park	Washington, USA	2010	Silver
Clayton Lake State Park	Nové Mexiko, USA	2010	Gold
Hortobagy National Park	Maďarsko	2011	Silver
Observatory Park	Ohio, USA	2011	Silver
The Headlands	Michigan, USA	2011	Silver
Big Bend National Park	Texas, USA	2012	Gold
Death Valley National Park	Kalifornie, USA	2013	Gold

(zdroj: IDA 2013b)

International Dark Sky Association (IDA) rozděluje parky do třech kategorií (gold, silver, bronze), podle toho kritérií, která park splňuje. Nejprísnejší kritéria a tedy i nejtmavší oblohu mají parky ve zlaté kategorii a nejbenevolentnější jsou kritéria pro bronzovou kategorii. (IDA 2013d)

Mezinárodní parky tmavé oblohy se nachází v Severní Americe (8 parků v USA) a v Evropě (1 park ve Velké Británii, 2 parky v Maďarsku). Nicméně oblasti tmavé oblohy byly vyhlášovány už od roku 1999 (Siver 2009), ačkoliv nemají oficiální status mezinárodního parku. Nejvíce se jich nachází v Kanadě a USA, tři z nich ovšem byly vyhlášeny i v Evropě, konkrétně bilaterální česko-polská Jizerská oblast tmavé oblohy a česko-slovenská Beskydská oblast tmavé oblohy a dále Park temné oblohy Poloniny na Slovensku.

Mezinárodní rezervací tmavé oblohy jsou soukromá či veřejná území s výjimečnou kvalitou nočního prostředí, která jsou chráněná především pro vědecký, vzdělávací, kulturní a historický význam. Jedná se o rozsáhlá periferní území skládající se z jádrové části a okrajových oblastí. Na vytvoření mezinárodní rezervace tmavé oblohy se podílí mnoho subjektů uvědomujících si potřebu ochrany nočního prostředí prostřednictvím regulace a dlouhodobého plánování. IDA považuje mezinárodní rezervace tmavé oblohy za ztělesnění svého poslání, neboť se snaží zachovat nejcennější jádrové oblasti pro osvětu a obnovu přirozené noční oblohy (IDA 2013f).

Tab. 5 Mezinárodní rezervace podle IDA

Jméno rezervace	Stát	Rok vyhlášení	Kategorie
Mont Mégantic	Quebec, Kanada	2008	Silver
Exmoor National Park	Anglie, VB	2011	Silver
Aoraki Mackenzie	Nový Zéland	2012	Gold
NamibRand Nature Reserve	Namíbie	2012	Gold
Brecon Beacons National Park	Wales, VB	2013	Silver

(zdroj: IDA 2013c)

IDA hodnotí mezinárodní rezervace tmavé oblohy stejnými kritérii jako v případě mezinárodních parků tmavé oblohy a taktéž je třístupňově klasifikuje do zlaté, stříbrné a bronzové kategorie.

K roku 2013 bylo vyhlášeno 5 mezinárodních rezervací tmavé oblohy, výrazně dekoncentrovaných v porovnání s lokalizací mezinárodních parků tmavé oblohy. Kromě tradiční Kanady a Velké Británie se jedna mezinárodní rezervace tmavé oblohy nachází na Novém Zélandu a dokonce v Namibii na africkém kontinentu (IDA 2013f).

Mezinárodní komunity (či společenství) tmavé oblohy se výrazně liší od rezervací a parků, neboť se jedná o města, obce či jinak organizované komunity a společenství, která prokázala výjimečnou obětavost při zachování noční oblohy prostřednictvím prosazování zlepšení kvality osvětlení a dodržování vysokých standardů osvětlovací techniky, vzdělávání v problematice zachování noční oblohy a aktivizaci obyvatel při podpoře zájmů nočního prostředí. Každá komunita či společenství tmavé oblohy by při provádění jednotlivých opatření měla jít příkladem pro ostatní (IDA 2013c).

IDA uznává komunity, které mimořádně přispívají k zachování noční oblohy od roku 2001 a kromě jedné lokality ve Velké Británii se všechny nachází v USA.

Tab. 6 Mezinárodní komunity podle IDA

Lokalita	Stát	Rok vyhlášení
Flagstaff	Arizona USA	2001
Borrego Springs	Kalifornie USA	2009
Isle of Sark	Normandské ostrovy, VB	2011
Homer Glenn	Illinois USA	2011

(zdroj: IDA 2013a)

8.2.2 Jizerská oblast tmavé oblohy

Jizerská oblast tmavé oblohy (Izerski Park Ciemnego Nieba) byla vyhlášena v rámci Mezinárodního roku astronomie 4. listopadu 2009 jako přeshraniční česko-polský projekt

v kooperaci několika subjektů: Astronomického ústavu Vratislavské univerzity, Nadlesnictví Świeradów, Nadlesnictví Szklarska Poręba, Astronomického ústavu Akademie věd České republiky, Správy Chráněné krajinné oblasti Jizerské hory a Lesů České republiky (Jizerská oblast tmavé oblohy 2013).

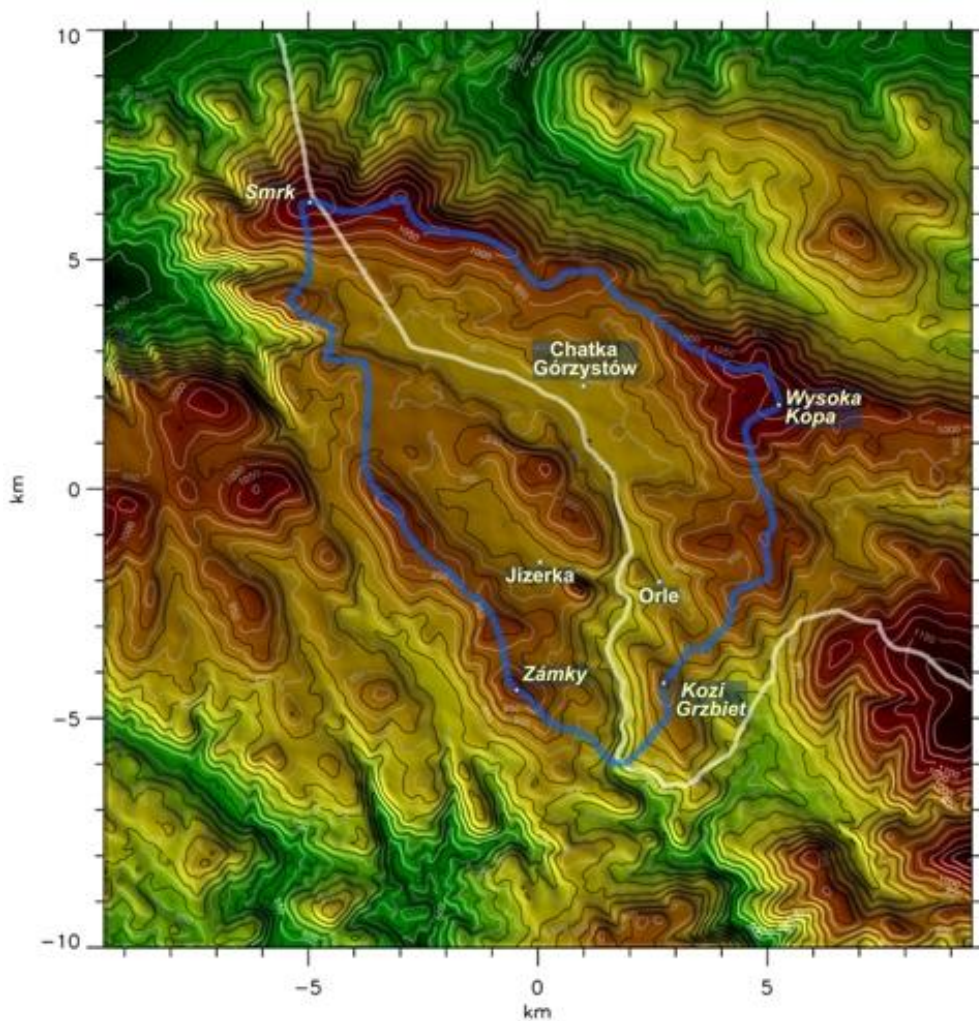


Obr. 21 Logo Jizerské oblasti tmavé oblohy

(zdroj: Jizerská oblast tmavé oblohy 2013)

Chráněná oblast o rozloze necelých 75 km² je lokalizována v téměř neobydlené části Jizerských hor zahrnující částečně údolí Jizery a Jizerky včetně přilehlých horských hřebenů, které cloní lokalitu před osvětlením z okolních obcí a měst.

Hlavním účelem vyhlášení Jizerské oblasti tmavé oblohy je informovat širokou veřejnost o problematice světelného znečištění prostřednictvím informačních tabulí, propagačních materiálů, přednášek, workshopů a astronomických pozorování. Kromě vzdělávací funkce prohlubuje oblast temné oblohy ochranou přirozeného nočního prostředí, jako další přírodní složky, celkovou péčí o životní prostředí v nesmírně cenné části Jizerských hor. (Jizerská oblast tmavé oblohy 2013)



Obr. 22 Vymezení území Jizerské oblasti tmavé oblohy

(zdroj: Jizerská oblast tmavé oblohy 2013)

8.2.3 Beskydská oblast tmavé oblohy

Beskydská oblast tmavé oblohy (Beskydská oblast' tmavej oblohy) byla vyhlášena 4. března 2013 u příležitosti 40. výročí založení CHKO Beskydy prostřednictvím memoranda, které podepsaly její zakládající organizace (Česká astronomická společnost, Slovenská astronomická společnost, CHKO Beskydy, CHKO Kysuce a Lesy ČR).

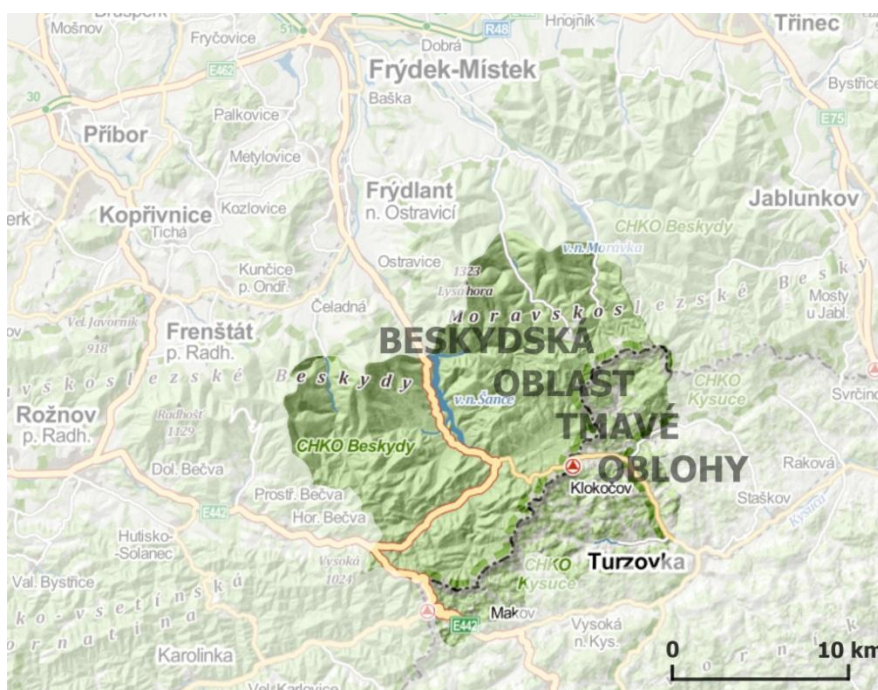
Území o rozloze 308 km² (222,3 km² v ČR, 85,7 km² na Slovensku) se nachází na česko-slovenské hranici a náleží 12 obcím (7 v ČR, 5 na Slovensku), které se také připojily k memorandu. Většina území Beskydské oblasti tmavé oblohy je součástí CHKO Beskydy a CHKO Kysuce (Boto 2013).



Obr. 23 Logo Beskydské oblasti tmavé oblohy

(zdroj: Boto 2013)

Podobně jako u Jizerské oblasti tmavé oblohy je hlavním účelem i Beskydské oblasti tmavé oblohy informovat o problematice světleného znečištění širokou veřejnost a snažit se o zachování přirozeného nočního prostředí. Beskydská oblast temné oblohy by měla nést také roli organizátora osvětových akcí a seminářů a popularizátora astronomie (Boto 2013).



Obr. 24 Vymezení území Beskydské oblasti tmavé oblohy

(zdroj: Boto 2013)

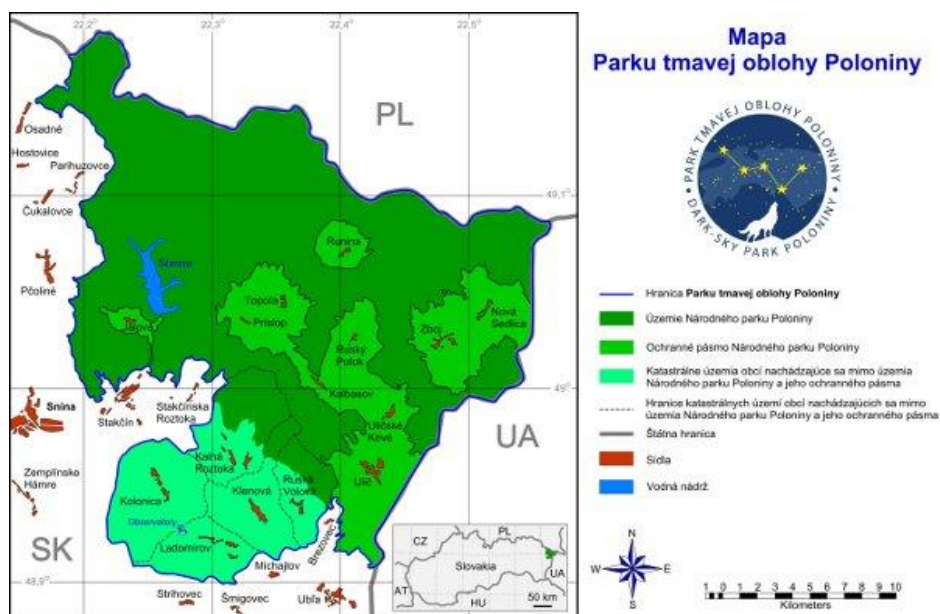
8.2.4 Park tmavé oblohy Poloniny

Záměr na vyhlášení oblasti tmavé oblohy na Slovensku se objevil už v roce 2009, k vyhlášení ovšem došlo až 3. prosince 2010 v rámci konference k projektu *Karpatské nebo - Rozvoj produktů cestovního ruchu založených na astronomii v regioně polsko-slovenského pohraničí*. 10. prosince 2011 uspěli představitelé Parku tmavé oblohy Poloniny s myšlenkou pojmenovat po parku asteroid – „asteroid (22469) Poloniny“ (Rapavý 2013).



Obr. 25 Logo Parku tmavej oblohy Poloniny

(zdroj: Park tmavej oblohy Poloniny 2010)



Obr. 26 Vymezení území Parku tmavej oblohy Poloniny

(zdroj: Park tmavej oblohy Poloniny 2010)

Park tmavé oblohy Poloniny se nachází ve východním cípu Slovenska u státních hranic s Polskem a Ukrajinou. Rozkládá se v nejtmaší části Slovenska na ploše o rozloze 485,19 km² a zaujímá prostor NP Poloniny, jeho ochranné pásmo a území dalších 5 obcí mimo národní park. (Park tmavej oblohy Poloniny 2010)

Posláním parku je hlavně informovat odbornou i laickou veřejnost o zdejším výjimečně zachovalém nočním prostředí, vzdělávat v problematice týkající se světelného znečištění a ochrany přirozené noční krajiny a propagovat a chránit tmavou noční oblohu.

8.3 Globe at Night

„Globe at Night“ je mezinárodní projekt probíhající od roku 2006 a mapující světelné znečištění prostřednictvím jednoduchých pozorování dobrovolníků. Sekundárními cíli projektu je šířit osvětu a přimět lidi prohlédnout si noční oblohu. V roce 2013 pozorování probíhalo v termínech 3. až 12. ledna, 31. ledna až 9. února, 3. až 12. března, 31. března až 9. dubna a 29. dubna až 8. května 2013 a v roce 2012 bylo zaznamenáno 16 850 pozorování z 92 zemí včetně České republiky (173 zpracovaných formulářů). Největší počet pozorování v roce 2012 pochází z USA (6072 – z toho 18% ze státu Arizona), Indie (2472), Polska (1196), Argentiny (879), Německa (859), Jižní Korey (828), Číny (628) a Chile (488) (Globe at Night 2013).

K určení úrovně světelného znečištění dochází interpretací viditelnosti hvězd v souhvězdí Orion a Lev. Pozorovatel určí svou polohu pomocí zeměpisných souřadnic, přibližně hodinu po západu Slunce ve stanovené termíny nalezne zvolené souhvězdí, noční oblohu porovná s projektovými mapami, vyplní formulář a zašle ho organizátorům.

Ačkoliv pozorování lidským okem jsou individuální a měření tedy probíhá spíše odhadem, umožňuje udělat si představu o světelném znečištění noční oblohy. Hvězdná velikost udává jasnost hvězd, a čím je hodnota nižší, tím je objekt jasnější. Při pozorování objektů s magnitudou 7 (nejméně jasné objekty) v nejtemnějších oblastech světa je viditelných až 4 000 hvězd, v centru měst ale bývají viditelné pouze objekty s magnitudou 2 a pozorovatelné jsou tak maximálně desítky hvězd. Porovnání pozorování s projektovými mapami, kde je zobrazen různý počet i jas hvězd, lze relativně snadno odhadnout míru světelného znečištění.



Obr. 27 Projektová mapa souhvězdí Orion – Magnituda 1 (vlevo)

Obr. 28 Projektová mapa souhvězdí Orion – Magnituda 4 (uprostřed)

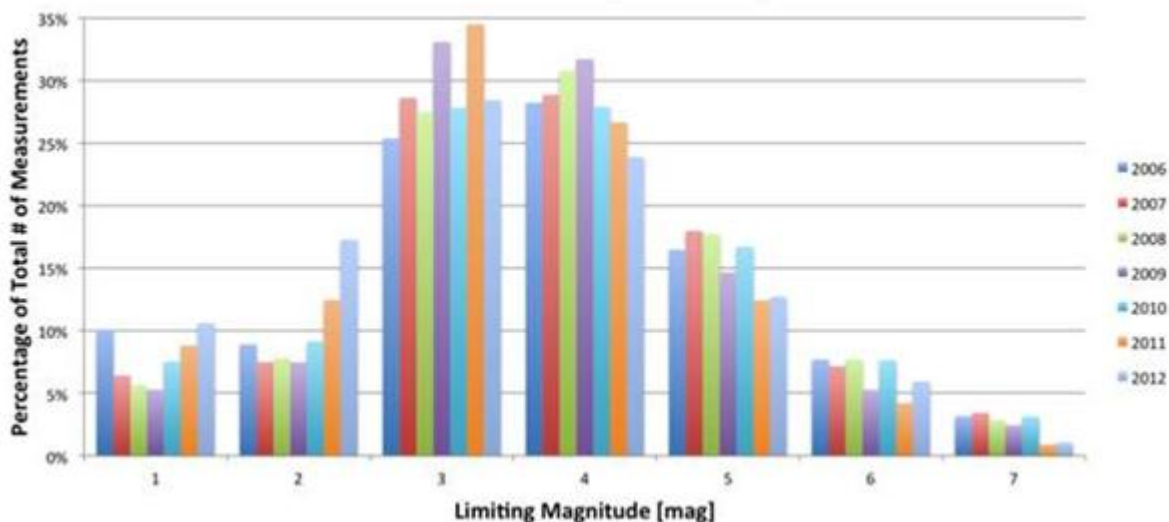
Obr. 29 Projektová mapa souhvězdí Orion – Magnituda 7 (vpravo)

(zdroj: Globe at night 2013)



Obr. 30 Zobrazení měření ve světě za rok 2012

(zdroj: Globe at night 2012b)



Obr. 31 Procentuální rozložení všech pozorování v období 2006-2012

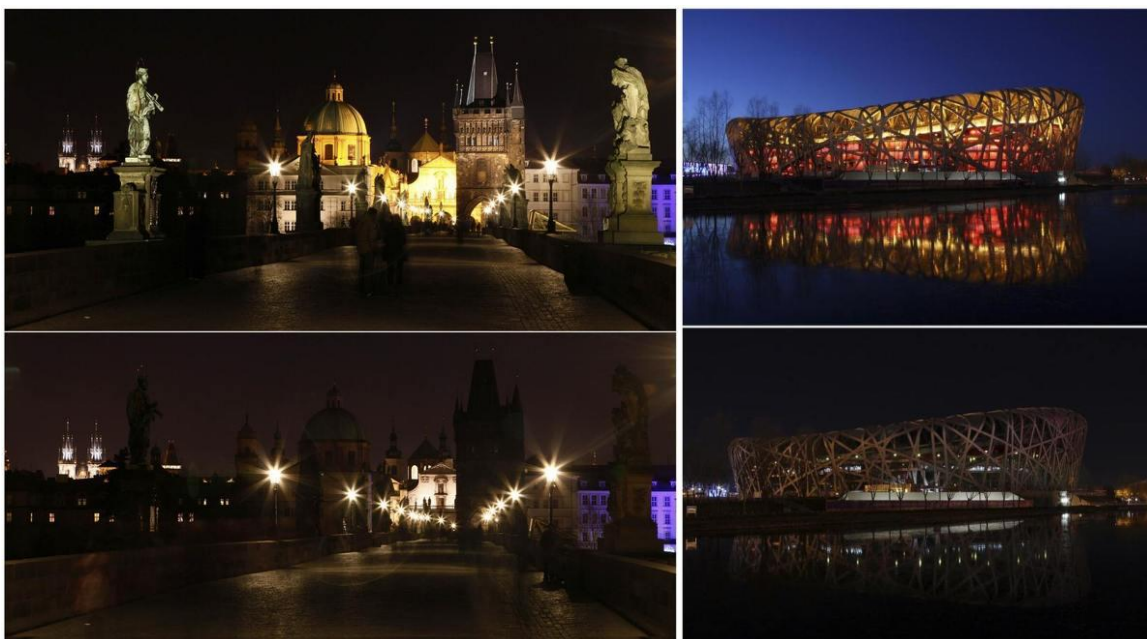
(zdroj: Globe at night 2012a)

8.4 Hodina Země

„Hodina Země“ je mezinárodní akce na podporu ochrany životního prostředí a boje proti globální změně klimatu. Koná se každý rok, pořádá ji Světový fond na ochranu přírody (WWF) a koordinátorem kampaně v České republice je Ekologický institut Veronica. Poprvé se odehrála v Austrálii v roce 2007 a již od roku 2008 se stala mezinárodní událostí. V roce 2013 probíhala 23. března od 20:30 do 21:30 a celosvětově se k ní připojilo přes 7000 měst ze 154 zemí (Ekologický institut Veronica 2013)

Základní ideou projektu je dobrovolné vypnutí soukromého i veřejného osvětlení po dobu jedné hodiny a upozornění na problematiku změny klimatu. Zapojit se tedy mohou domácnosti i instituce, tradičně největší pozornost však přitahuje vypnutí osvětlení světově známých památek a mrakodrapů. Vedlejším efektem události je snížení světelného znečištění a poukázání na problematiku s ním svázanou.

V České republice k „Hodině Země“ v roce 2013 připojilo více než 150 obcí a mezi nimi velká města jako Praha, Ostrava, Karlovy Vary, Jihlava, Ústí nad Labem nebo Liberec. Mezi známými stavbami, u kterých bylo na hodinu vypnuto jejich osvětlení, nechybí pražský Karlův most, Petřínská rozhledna, Staroměstská věž či Tančící dům nebo Chrám sv. Barbory v Kutné hoře (Ekologický institut Veronica 2013).



Obr. 32 Praha během Hodiny Země (vlevo)

Obr. 33 Peking během Hodiny Země (vpravo)

(zdroj: Aktuálně.cz 2013)

K myšlence Hodiny Země se přihlásila řada světových metropolí, mezi nimiž nechybělo ani tradiční Sydney nebo poprvé Moskva. Mezi potměšlé památky se zařadily Niagarské vodopády v USA, Eiffelova věž v Paříži, Šikmá věž v Pise, Opera v Sydney, socha Krista Spasitele v Rio de Janeiro, olympijský stadion v Pekingu, Brandenburská brána v Berlíně, Velká čínská zeď a mnohé další. Do projektu se zapojily i nejvyšší budovy světa – Burdž Chalífa, Tchaj-pej 101, Petronas nebo mrakodrapy v New Yorku (Ekologický institut Veronica 2013).

Kromě mediálně velmi propagované Hodiny země se od roku 2003 koná také National Dark-Sky Week (IDA 2013g) za podpory International Dark Sky Association či American Astronomy Society, během něhož lidé vypínají svá světla, aby mohli pozorovat noční oblohu bez světelného znečištění. V roce 2013 připadl na 5. až 11. dubna.



Obr. 34 Hongkong během Hodiny Země (vlevo)

Obr. 35 Šanghaj během Hodiny Země (vpravo)

(zdroj: Aktuálně.cz 2013)

8.5 Marketingový výzkum „Světlo v noci“

V prosinci roku 2003 proběhl agenturou FOCUS marketingový výzkum *Světlo noci* pro Přírodovědeckou fakultu Masarykovy univerzity v Brně jako součást projektu *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky* (Hollan 2004). Cílem projektu bylo zmapování problémů se spánkem a jejich příčin, identifikování způsobů, jimiž dotázaní čelí obtížnému nočnímu světlu, a zjištění míry souhlasu s výroky o světelném znečištění.

8.5.1 Výsledky měření

Sběr dat proběhl metodou přímých standardizovaných rozhovorů vedených vyškolenými pracovníky agentury u 1020 respondentů nad 18 let (statisticky převážena na 1067 dotazníků) odpovídající demografické skladbě obyvatelstva České republiky. Statistické zpracování zajistil program SPSS/PC+, data byla podrobena univariační analýze (testování jedné proměnné) a bivariační analýze (testování vztahu mezi dvěma proměnnými) a výsledky byly prezentovány v tabulkách a grafech. (Focus 2004)

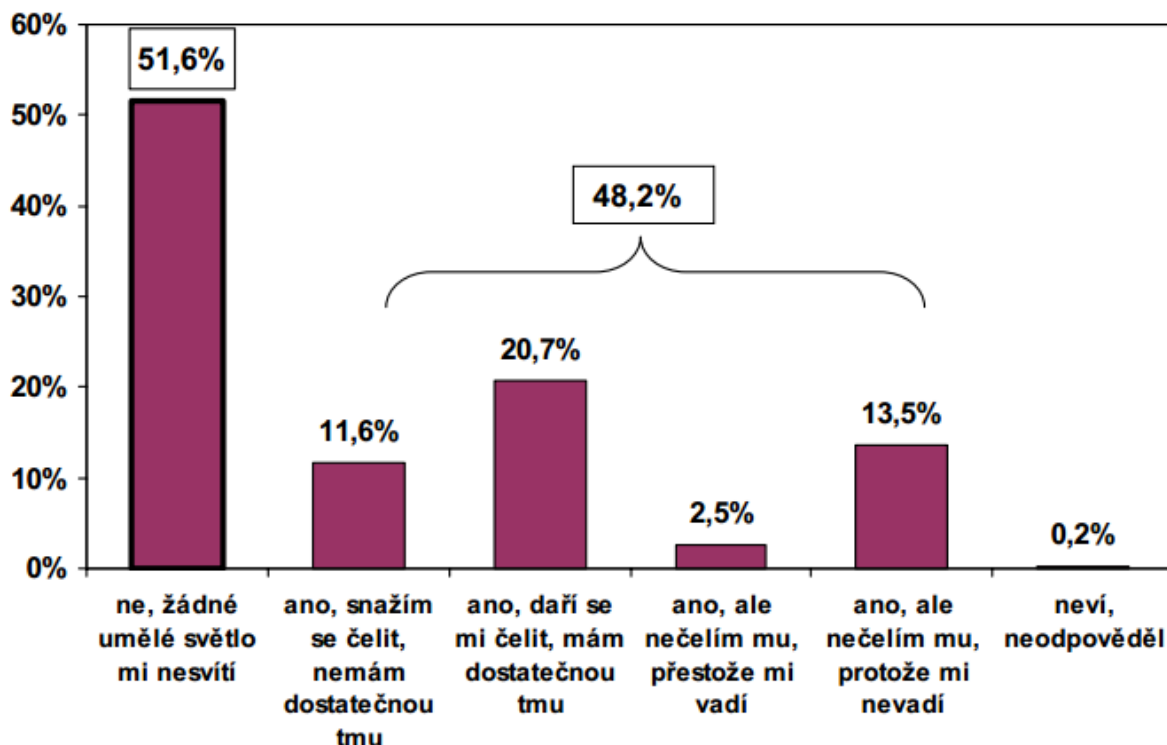
Mezi **hlavní závěry** výsledné zprávy patří:

- Potíže se spánkem má více než třetina populace České republiky (častěji ženy, lidé se základním vzděláním, obyvatelé měst nad 100 000 obyvatel)
- Výskyt problémů se spánkem se zvyšuje s rostoucím věkem respondenta (a snižuje s rostoucím příjmem)
- Hlavní příčinou nespavosti jsou zdravotní a psychické problémy (13 % respondentů s poruchami spánku uvádí jako příčinu venkovní světlo)
- Nadpoloviční většině respondentů do pokoje během spánku žádné světlo nesvítí (nicméně 45 % alespoň občas vadí pouliční a reklamní osvětlení)
- Výroky týkající se světelného znečištění: „Vadí mi, že místo krajiny vidím jen spoustu lamp“ (spíše souhlasí či rozhodně souhlasí 42,6 % respondentů), „Vadí mi, že vinou oslnění lampami stěží vidím hvězdy“ (spíše souhlasí či rozhodně souhlasí 40,2 % respondentů) a „Vadí mi, že nebe je i tam, kde mi do očí nic nesvítí, pořád příliš světlé“ (spíše souhlasí či rozhodně souhlasí 25,6 % respondentů)

(Focus 2004)

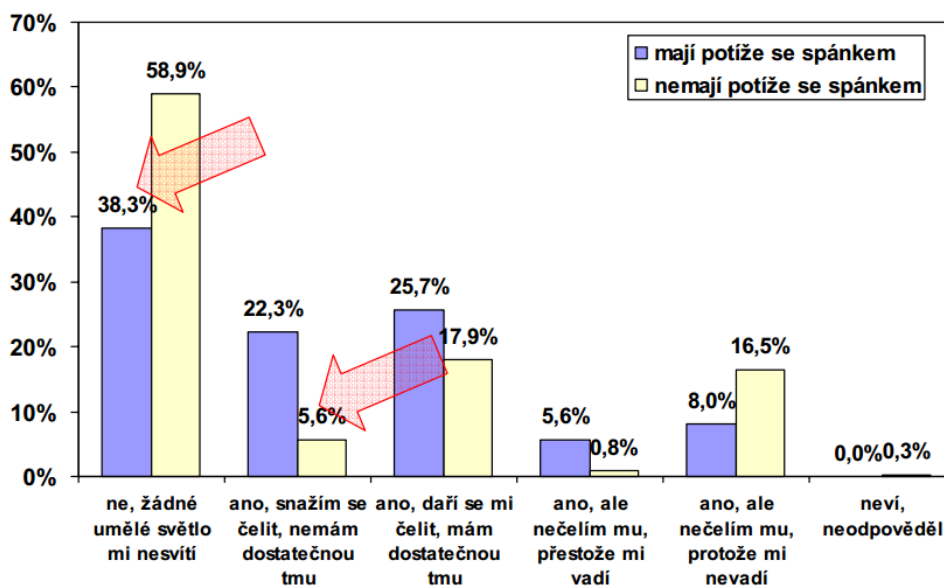
8.5.2 Interpretace vybraných grafů

Graf 6. 9. Svítí Vám do místnosti, kde obvykle spíte, umělé osvětlení? (N=1007)



Obr. 36 Odpověď na otázku: „Svítí Vám do místnosti, kde obvykle spíte, umělé osvětlení?“

(zdroj: Focus 2004)



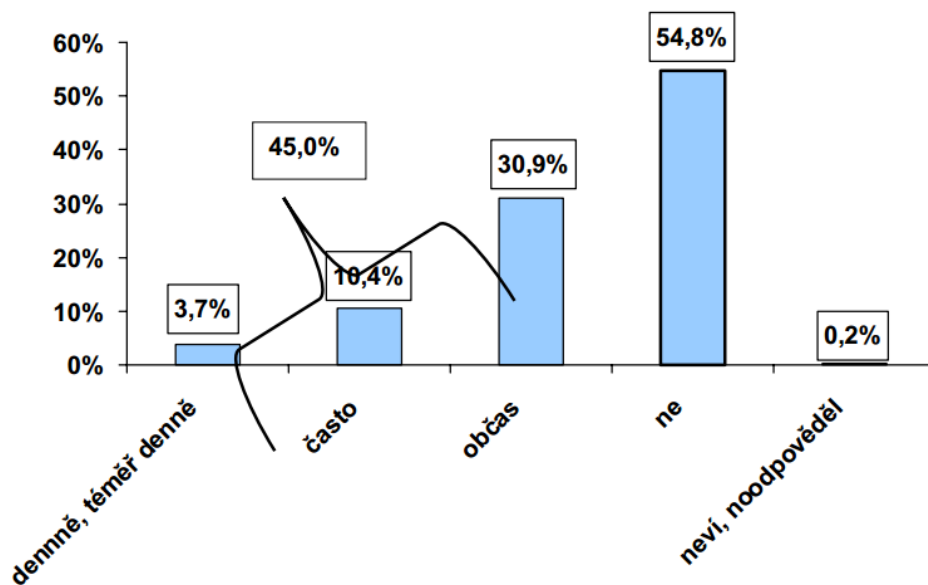
Obr. 37 Odpověď na otázku: „Svítí Vám do místnosti, kde obvykle spíte, umělé osvětlení?“

(dle uváděných problémů se spánkem)

(zdroj: Focus 2004)

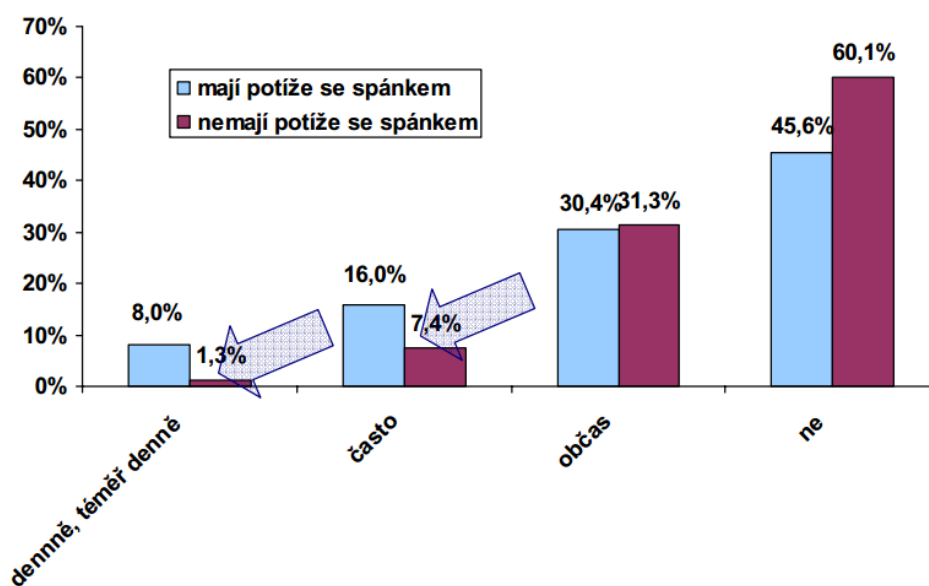
Zjištění, že téměř polovině dotazovaných (48,2 %) zneprjemňuje spánek venkovní osvětlení, je velmi alarmující, a to i přesto, že ze všech respondentů „pouze“ 14,1 % nedokáže osvětlení z venku čelit. Z hlediska světelného znečištění je důležitá prokázaná souvislost mezi potížemi se spánkem a umělým světlem z venkovního prostoru.

Pocit oslnění či obtěžování pouličním či reklamním osvětlením alespoň občas pocítilo 45 % respondentů. Zatímco u možnosti „často“ je poměr mezi dotazovanými, které světlo obtěžovalo, přibližně 2:1 ve prospěch osob s potížemi se spánkem, u „denního“ negativního působení umělého světla je poměr přibližně 6:1 ve prospěch osob s potížemi se spánkem, což je poměrně zneklidivé zjištění vzhledem k tomu, že je poměr relativně vyrovnaný u občasného či vůbec žádného obtěžování pouličním či reklamním osvětlením.



Obr. 38 Odpověď na otázku: Svítí vám světla na ulici nebo reklamní plochy do očí?

(zdroj: Focus 2004)



Obr. 39 Odpověď na otázku Svítí vám světla na ulici nebo reklamní plochy do očí?

(dle uváděných problémů se spánkem)

(zdroj: Focus 2004)

9 Současné trendy v umělém osvětlení veřejného prostoru

Některé typy osvětlení jsou součástí našich životů už dlouhá desetiletí, v případě pouličního osvětlení dokonce století. S rostoucími technologickými možnostmi se ale intenzivně rozvíjejí i méně tradiční osvětlení, která mají návaznost zejména na cestovní ruch.

9.1 Architektonické osvětlení

Nasvícení památek a jiných objektů spadá do kategorie architektonického osvětlení, které je sice marginálním, přesto však rostoucím zdrojem světelného znečištění. To bývá způsobeno nevhodným osvětlením budovy, které často přesahuje její horní hranu a září do volného prostoru (Kondziolka 2010a).

9.1.1 Účel a architektonický záměr

Architektonické osvětlení je obvykle působivou součástí večerního obrazu města či krajiny již několik desetiletí. S rostoucími technickými i ekonomickými možnostmi nejsou nasvěčovány pouze historické památky, ale také obchodní domy, mosty, správní budovy a mnohé další (Kondziolka 2010a).

Hlavním účelem architektonického osvětlení je zvýšení prestiže budovy či lokality prostřednictvím estetického vnímání místních obyvatel či návštěvníků. Nasvícené památky se často setkaly se zvýšeným zájmem turistů a přinesly přímý ekonomický efekt v odvětvích navazujících na cestovní ruch – obchodní, restaurační či ubytovací.

Osvětlením dominantní stavby ale také dochází k informování o její poloze, což usnadňuje orientaci a stavba tak plní svou urbanistickou polohovou funkci i v noci. Další význam je bezpečnostní, neboť vniknutí do osvětlené budovy je obtížnější, než když je ponořená do tmy. Proto jsou také trvale osvětlovány obchodní domy, skladové či výrobní prostory, ale i muzea či galerie. V některých případech slouží osvětlení administrativních či kulturních budov jako součást společenské reprezentace – důstojným a slavnostním

působením objektu. U veřejných a komerčních budov je často hlavním účelem osvětlení informovat a propagovat, a to ať již samotnou stavbu (např. hotel) nebo reklamní formou na různé služby či objekty.

Pozitivních přínosů architektonického osvětlení je tedy mnoho a obvykle plní současně několik funkcí (Monzer 1980).

Architektonické osvětlení je třeba řešit v souvislosti s okolní urbanistickou skladbou, architektonickým charakterem objektu, jeho využitím, náplní a historickou hodnotou. K posouzení dochází z hledisek: situace objektu, funkce a význam, architektonická forma. (Monzer 1980)

Situační hledisko představuje posouzení širších prostorových vztahů a významu stavby v jejím prostředí. Je třeba si uvědomit, zda se objekt uplatňuje v dálkových a panoramatických pohledech, v průhledech městem v různých osách nebo jen v pohledech z bezprostřední vzdálenosti. Dominanty jsou obvykle zdůrazněny výrazněji než objekty v běžné zástavbě.

Ideový záměr architektonického osvětlení vychází z funkčního využití. Pokud budova plní reprezentativní, politickou či společenskou funkci, požaduje se slavnostní a důstojný vzhled a osvětlení je tedy součástí reprezentace. Důraz je pak kladen na intenzitu a kontrasty, nikoliv na barevnost světla či silné efekty. U komerčních budov je naproti tomu spíše požadavek na atraktivně působivý efekt, který zaujme, a tak samotná architektura objektu bývá někdy potlačena.

Návrh architektonického osvětlení musí respektovat prostorový tvar a obrys objektu, jeho členitost a výzdobu i druh stavebního materiálu (kvůli světelné odrazivosti, barevnosti či struktuře). Požadavek na plasticitu je dosahován rozdíly jasu hlavních ploch a různými směry osvětlení, nicméně záměrem může být klidný charakter stavby, kdy se potlačí stínová kresba a zeslabí kontrasty (Monzer 1980).

9.1.2 Náprava nevhodného osvětlení

Nejčastěji bývají osvětlovány sakrální památky. V dnešní době se bohužel klade důraz spíše na kvantitu místo kvality – hlavně aby to bylo vidět. Často jsou pak památky přесvíceny a paradoxně čím menší kostel či kaple je, tím více světla může unikat do okolního prostoru. V centrech měst pak často dochází k situaci, kdy veřejné osvětlení září bez jakéhokoliv clonění,

aby osvětlilo nejen uličku, ale i fasády historických domů a značná část světla opět uniká do horního prostoru.

Velmi problematické jsou z pohledu světelného znečištění moderní prosklené budovy, noční osvětlení často nahrazuje prosté nezhasínání vnitřních prostor, a tak světlo do okolního prostoru vyzařuje všemi směry. (Kondziolka 2010b)

Některé velkoplošně osvětlené prostory negativně působí na noční živočichy. Například netopýři se stahují ze starých hradů či zřícenin, které jsou prosyceny světlem a jsou nuceni si hledat nová stanoviště. Podobné účinky má i na mnohé noční ptáky, a tak některé státy zamezují nasvícení solitérních památek v přírodě.

Jednou z možností nápravy je snaha šetřit. Jednak není nutné svítit ze všech stran na celou budovu 365 dní v roce (lze např. osvětlovat jen nejzajímavější části stavby) a hlavně není důvod svítit celou noc, neboť je to energeticky náročné a neefektivní i z hlediska počtu obyvatel pohybujících se na ulicích. Osvětlená budova by také neměla mnohonásobně překračovat okolní osvětlení, ale být s ním v souladu. Průměrný jas vertikální plochy neměl být vyšší než 1 cd/m^2 (Hollan 2011).

Další možností jak zefektivnit architektonické osvětlení je použití vyspělejší technologie, než jsou silné reflektory se značným rozptylem. Například LED osvětlení umožňuje lepší zaměření světelného paprsku a je úspornější co do spotřebované energie či nákladů na údržbu. (Kondziolka 2010b)

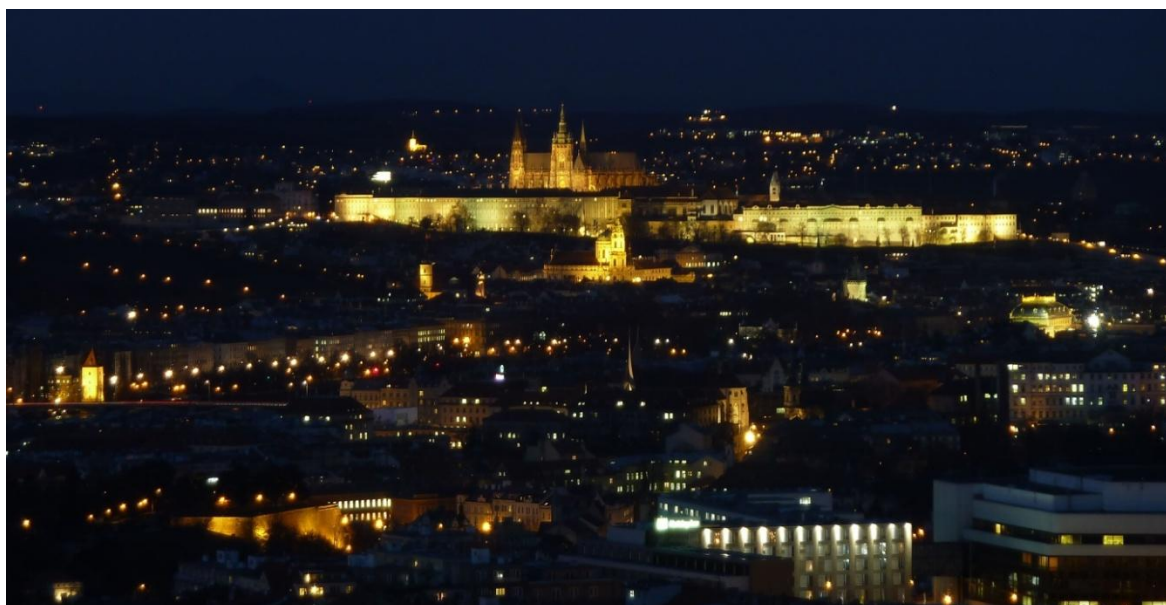
Náprava nevhodného architektonického osvětlení je možná například osvětlováním shora dolů nebo používáním obrysových krytů svítidel podle tvaru památky tam, kde není technicky možné instalovat svítidla v horní části budovy. U nižších historických objektů je při variantě osvětlování se shora dolů třeba zvolit takovou intenzitu osvětlení, aby nedošlo k oslnění chodců. (Suchan 2004)

Jako neprosto nevhodné se jeví noční osvětlení soch či drobných sakrálních památek, neboť zde není technicky možné využít osvětlení shora a vzhledem k členitosti objektu je prakticky nemožné světlo efektivně směřovat, aniž by unikalo do okolního prostředí (Hollan 2011).

9.1.3 Konkrétní příklady

V Praze jsou historické památky nasvécovány podle století, ze kterého pochází. Po setmění se první rozsvítí objekty z 10. století a každé tři minuty z dalšího následujícího století. Zhasínání začíná minutu po půlnoci v opačném pořadí, tedy nejdříve nejmladší památky z 21. století a každé další tři minuty z dalšího předchozího století. Výjimkou je Pražský hrad, který je osvětlen od setmění do půlnoci v zimě a jedné hodiny v létě, a Petřínská rozhledna, která je osvětlena od setmění přes celou noc až do ranních hodin (PragueWelcome 2013).

Podle údajů pražského turistického portálu je denně nasvécováno 83 objektů. Většinou se jedná o pražské symboly, kostely, divadla či věže, ale osvětleny jsou i válečné památníky, Čechův most či škola v Dolních Měcholupech. Paradoxně mezi nasvícenými objekty nechybí planetárium ve Stromovce. Je otázkou, zda je nasvícení u všech těchto objektů nutné a skutečně ztraktivňuje okolní prostor a také, zda je nápaditý systém postupného rozsvěcování opravdu efektivní, když rozdíl mezi dobou nasvícení objektů z 10. století a 21. století činí více než hodinu (PragueWelcome 2013).



Obr. 40 Osvětlení Pražského hradu a okolí

(zdroj: Kopecká 2013)

V Pardubicích jsou historické budovy osvětlovány zejména při svátcích a městských slavnostech. Slavnostní osvětlení se v historické části města soustředí zejména na Pernštýnské náměstí, historické budovy, fontány a pardubický zámek, pro který byl ke konci roku 2011 prezentován nový návrh architektonického osvětlení (Služby města Pardubic 2009).

V roce 2003 byla dokončena rekonstrukce Východočeského divadla v Pardubicích, jehož součástí byla instalace osvětlení budovy – stálého a slavnostního. Slavnostní osvětlení zvýrazňuje přední fasády a stálé osvětlení vykresluje základní obrysy budovy intenzitou v souladu s osvětlovanými objekty v okolí. Nejjasněji je osvětleno průčelí, neboť patří k nejhodnotnější části divadla (Černý 2003).



Obr. 41 Slavnostní osvětlení Východočeského divadla v Pardubicích

(zdroj: Scéna.cz 2009)

9.2 Osvětlení přírody

Umělé osvětlení parků, zahrad, sadů či částí krajiny má obvykle pouze lokální působnost a jedná se o marginální zdroj světelného znečištění podobně jako architektonické osvětlení. Podobnost nicméně přetrvává i ve velkém podílu unikajícího světla do okolního prostoru a rostoucím počtu osvětlených objektů (Suchan 2004).

Osvětlení části krajiny, ať už přirozené či umělé, má účinek estetický a společenský, neboť přispívá k pocitu jistoty chodce a bezpečnosti. Po instalaci umělého osvětlení byl na mnohých místech zaznamenán pokles útoků vandalů. Zvláštním případem je osvětlení stromů a jiných krajinných prvků ve vánočním období, kdy je účel pouze dekorativní.

Návrh osvětlení pro pouze pro jeden směr pohledu je technicky i výtvarně snadný, ale u komplikovanějších parků či zahrad je třeba osvětlení řešit v souladu s pohledy a průhledy z různých směrů, neboť park je osvětlován jako scéna. Svítidla musí být navíc umístěna a směřována tak, aby v žádném směru nedocházelo k oslnění chodců a co nejvíce se vyhýbala stanovištím živočichů (Monzer 1980).

Příprava osvětlení **solitérních stromů**, keřů či jejich skupin se musí vypořádat s řadou překážek. Dřeviny jsou totiž velmi různorodé, liší se velikostí, tvarem, charakterem koruny či typologií listoví.

Osvětlení osamocených porostů může v zásadě probíhat třemi způsoby:

a) osvětlení stromu šikmo ze strany nebo zepředu (podobě jako nasvícení budovy) – vyniká celistvost hmoty a obrys koruny, u skupin stromů je zdůrazněna souvislá plocha listoví, problematický je přesah světelných paprsků mimo siluetu stromu, podobně jako u architektonického osvětlení

b) prosvětlení stromu ze spodu či z vnitřku koruny – velmi efektivní účinek se značnými kontrasty a zdůrazněním konstrukční sklady větví, světlo nicméně směřuje směrem vzhůru a ani husté listoví nezabrání úniku světla do okolního prostoru

c) osvětlení pozadí stromu a uplatnění tmavé siluety na světlém podkladu – nasvíceným pozadím je obvykle budova, nejedná se přímo o nasvícení stromu

(Monzer 1980)

Při návrhu osvětlení je třeba brát zřetel na střídání ročních období. Během roku mají listy různý vzhled i činitel odrazu, takže je třeba podle toho zvolit typ osvětlovací techniky. Jiný dojem také vyvolává květoucí a opadavý strom a velký rozdíl je i ve množství propouštěného světla. Nelze také zapomínat na to, že strom je živý organismus a pokud je osvětlený příliš intenzivně, dochází k prodlevám v opadávání listů, změně jejich barvy a narušení přirozeného režimu založeného na střídání dne a noci a ročních období (Hollan 2004).

Návrh osvětlení **parku** pouze pro jeden směr pohledu je technicky i výtvarně snadný, u komplikovanějších parků či zahrad je však třeba osvětlení řešit v souladu s pohledy a průhledy z různých směrů neboť park je osvětlován jako scéna. Svítidla musí být navíc umístěna a směřována tak, aby v žádném směru nedocházelo k oslnění chodců a co nejvíce se vyhýbala stanovištím živočichů (Monzer 1980)

Při osvětlení otevřené **krajiny** je předpoklad určení hlavního směru pohledu a absence možných oslněných subjektů, neboť se používají velmi silné zdroje světla. Osvětlování horských vrcholů či útesů je výjimečné, neboť povětrnostní podmínky snižují účinnost osvětlení. (Monzer 1980)

Problematika nasvícení menších skalnatých útvarů či balvanů se příliš neliší od nasvícení budov a stejně tak nejsou výrazné rozdíly mezi technickými a výtvarnými postupy u osvětlení přírodních vodních útvarů a umělých vodních architektur (nejčastěji ponorné světelné zdroje).

9.3 Osvětlení sjezdovek

Sjezdové lyžování je nejinvasivnějším druhem podnikání v horském cestovním ruchu, neboť vyžaduje rozsáhlé úpravy krajiny a jen minimum areálů využívá plochy, které byly již dříve odlesněny za jiným účelem. S rostoucími nároky turistů dochází k vylepšování technického zázemí lyžařských areálů v podobě umělého zasněžování nebo osvětlení sjezdovek, umožňující večerní lyžování. (Bašta 2005)

Z hlediska významu v rámci celé České republiky nepatří k největším producentům světelného znečištění vzhledem k relativně nízkému (avšak rostoucímu) počtu sjezdových

areálů, ale lokálně jsou velmi koncentrované a v horském prostředí patří k dominantním zdrojům světelného znečištění.

9.3.1 Zpracované studie

Mapování světelného znečištění v území Krkonošského národního parku probíhalo v letech od listopadu 2004 do června 2005, kdy Ing. arch. Jitka Brychtová, RNDr. Jan Hollan a Ing. Josef Krause zpracovali studii *Vyhodnocení vlivu umělého osvětlení vybraných lyžařských areálů na přírodu a krajinu území KRNAP a jeho ochranného pásma* (Brychtová, Hollan, Krause 2005). Jejím cílem bylo hodnocení vlivů stávajícího a zamýšleného osvětlení sjezdových tratí na krajinu a přírodu v prostředí Národního parku prostřednictvím dostupných metod (např. vizuální hodnocení, terénní měření luxmetrem, analýza vypočtených jasů z pořízených snímků).

V první polovině roku 2006 navázal na předchozí studii RNDr. Jan Hollan zpracováním projektu *Hodnocení osvětlení sjezdovky Protěž a nové části osvětlení sjezdovky Javor* (Hollan 2004) hodnotící nevhodné osvětlení na zmíněných sjezdovkách a upozorňující na zásadní zhoršení nočního prostředí Krkonoš.

Téma osvětlení sjezdovek v Krkonoších je také součástí projektu *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky* (Hollan 2004), který pod záštitou Ministerstva životního prostředí a vedením RNDr. Jana Hollana probíhal na konci roku 2003.

Na základě těchto studií byly vyvozeny negativní vlivy a důsledky osvětlení sjezdovek a navrženy možnosti, jak situaci na lyžařských svazích zlepšit či zvrátit.

9.3.2 Důsledky

Osvětlení sjezdovek přispívá k narušování přirozeného nočního prostředí včetně života v přilehlých lesích, svými parametry se značně odlišuje od běžného venkovního osvětlení sídel a projevuje se v široké okolní oblasti. Je třeba také rozlišovat lokaci sjezdovky, neboť jinak osvětlení ovlivňuje chráněná území či příměstské oblasti.

Nasvícení takto rozsáhlého prostoru je nutně spjato s mnoha problémy – prvním je povrch, protože svah není rovná plocha, ale vlnitý terén a hlavně sníh má vysokou odrazivost (80-90 %). Další komplikace působí samotná instalovaná svítidla, neboť osvětlení je často velmi silné a špatně směřované. Asi třetina světla z osvětlovacích systémů není směřována

vůbec, takže kužel vyzářeného světla závisí pouze na hloubce zanoření výbojky ve světlometu. Pro osvětlení sjezdovek je kvůli svým parametrům navíc používáno bílé světlo, které je rušivější než oranžové světlo z veřejného osvětlení, a tak sjezdovky bývají větším zdrojem světelného znečištění než přilehlé obce. Dalším negativním zdrojem světla jsou silné reflektory u sněhových děl.

Osvětlené sjezdovky způsobují ztrátu přirozené noční scenérie, ztrácí se dominantní siluety a odrazem světla od sjezdovky jsou postiženy i protilehlé svahy. V noční krajině jsou vytvářeny ostré předěly, osvětlená část je vyčleněna a jsou potlačovány jemné obrysové kontury.

Intenzivní a špatně směřované světlo vede k oslňování lyžařů, a proto by měla být volena co nejdokonalejší osvětlovací technika směřující světlo pouze na sjezdovku a hlavně po směru jízdy lyžařů. Světlo zářící dolů po svahu poté může i při nižších intenzitách pomoci výrazných stínů odhalovat nerovnosti terénu. Špatná orientace světla vede kvůli přesvícení či oslnění k opaku jeho účelu – místo bezpečnosti se stává rizikem pro lyžaře.

9.3.3 Náprava nehodného osvětlení

Narušení krajiny světleným znečištěním není nezvratný proces a lze proti němu podniknout některé kroky. V první řadě by měla být omezena intenzita osvětlení sjezdovek tak, aby hodnoty nedosahovaly úrovně městského prostoru, ale blížily se krajině přírodní a přírodě blízké. Jako dlouhodobě udržitelné osvětlení uvádí autoři studie takové, která má střední intenzitu do 0,5 lx. Ani se stanovenými únosnými hodnotami ale nelze toto měřítko uplatit všude, neboť je třeba brát zřetel na okolní prostor a cenné lokality v blízkosti sjezdovky.

Špatně směřované světlo lze napravit umístěním vnějších clonících prvků, aby byli lyžaři uchráněni před oslněním a bodová svítidla nebyla viditelná i z míst mimo sjezdovku. Při pořízení nového osvětlení je vhodné upřednostnit asymetricky vyzářující svítidla, která mají maximum svítivosti do dále a minimum svítivosti pod sebe dolů, takže umožňují rovnoměrné nasvícení velkých ploch. I při použití asymetrických světel je třeba dbát na optimální náklon, aby nedocházelo například k prosvětlení lesních prostor mimo sjezdovku.

Základním parametrem pro hodnocení vlivů osvětlení sjezdovek je elektrický příkon osvětlovací soustavy, neboť z něj vyplývají celkové emise světla, a tak je třeba příkon soustavy snižovat či stanovit horní limity. Dalším doporučením je výměna agresivnějšího

bílého světla za sodíkové výbojky svítící oranžově, nejen kvůli rozptylovým vlastnostem, ale i lidský zrak je citlivější na některé složky bílého světla a pro zvířata je zaměnitelné se září Měsíce.

Při tlaku provozovatelů na osvětlení dalších sjezdovek může být východiskem i povolení některých nových osvětlení, které svou efektivitou a ohleduplností budou dobrým příkladem pro rekonstrukce již existujícího osvětlení v okolních areálech.

9.4 Osvětlení billboardů

Reklamní osvětlení zažívá v posledních desetiletí nebývalý boom. K osvětlení vývěsních štítů, blikajícím nápisům, podsvícení názvů firem na každé jejich budově či marketingových značek na obchodních domech, přibývá také osvětlení velkoformátových ploch umístěných obvykle podél rychlostních komunikací. Limity rušivého světla z reklamního zařízení stanovuje norma ČSN EN 12464-2 Osvětlení venkovních pracovišť (Kondziolka 2010b, LED-SMD 2008).

Reklamní průmysl se ale řídí pravidlem, že světlo signalizuje důležitost a k mnohem světlejším místům je lidský zrak přitahován. Patrně proto billboardy září intenzivněji než pouliční osvětlení a pokud nejsou přímo u silnice, mohou se stávat dominantním zdrojem světelného znečištění. Obvykle navíc bývá používáno bílé světlo obsahující výraznou část modré části spektra, která přitahuje hmyz a vede narušením jeho přirozeného chování k postupné likvidaci jeho populace v okolí (Suchan 2004).

Většina billboardů se nachází v bezprostředním okolí dálnic. Sama idea reklamních ploch v těsné blízkosti komunikace je diskutabilní, neboť velkoformátové reklamy můžou rozptýlit řidičovu koncentraci. Pokud jsou navíc v tmavé noční krajině zvýrazněny agresivním osvětlením, roste riziko narušení soustředění a také možného oslnění řidiče. U billboardů totiž zatím stále převládá osvětlení reflektory zdola nahoru, které následně vytváří nad reklamou světelný přesah a tento typ osvětlení je z hlediska světelného znečišťování nepřijatelný. Instalace osvětlení na horní hranu billboardu je přitom konstrukčně možná a snižuje vyzařování světla mimo reklamní plochu.



Obr. 42 Světelný závoj nad nevhodně osvětleným billboardem

(Kondziolka 2010)

I do reklamního osvětlení se promítají nejmodernější dostupné technologie – např. LED billboardy. Ty jsou ovšem velmi rizikové vzhledem k jejich velké schopnosti zaujmout, vytváření barevně proměnlivých pozadí k dopravnímu či bezpečnostnímu značení a v noci vysoce kontrastní motivy působí velmi negativně na smysly řidiče. Občanské iniciativy i odborníci z řad astronomů či dopravní policie proto požadují úplný zákaz instalace a provozu LED billboardů (Nechceme billboardy 2012).

10 Diskuze

Při hledání stanovisek jak posuzovat a měřit světelné znečištění ovzduší je nutné umět popsat, jakému problému čelíme. Definice dle legislativních předpisů, ať už na národní či nadnárodní úrovni (např. zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší; nařízení komise č. 245/2009), je často vlivem potřeby maximální přesnosti kostrbatá a obtížně srozumitelná. Přijatelné je například vymezení pojmu dle Oxfordského slovníků (Oxford Dictionaries 2013), ačkoliv není zcela zřejmé, zda termín odpovídá veškerému antropogennímu světlu či se omezuje pouze na rušivé a nadbytečné světlo z osvětlovacích soustav. I když právní předpisy či odborně zaměřené instituce definují problém, není snadné jej kvantifikovat. Metody pozorování prostým okem (mezí hvězdná velikost, Bortleho stupnice) jsou sice poměrně snadno interpretovatelné, nicméně zůstávají nepřesné a závislé na osobě pozorovatele. Měření speciálními přístroji (luxmetr, SQM) vylučuje zapojení široké veřejnosti kvůli ceně a technické náročnosti zařízení. Empiricky zkoumat lze navíc pouze doprovodné jevy (např. osvětlenost oblohy).

Zdroje světelného znečištění roztřídil Pavel Suchan (a o fotografie a aktuální informace pro Instantní astronomické noviny doplnil Jan Kondziolka) v rámci *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky* (Hollan 2004) do 19 kategorií, které jsou však velmi nepoměrné (např. veřejné osvětlení a osvětlení stanovišť) a u kterých je velmi obtížné určit hodnotící hledisko. Transformovaná typizace do 7-8 skupin (především podle účelu a odvětví lidské činnosti) by měla umožnit logičtější přehled zdrojů světelného znečištění ovzduší. Hledání možností, jak napravit nevhodné osvětlení a korigovat intenzitu světla, je limitováno interpretací norem pro venkovní osvětlení. Cenné informace obsahuje publikace *Venkovní osvětlení v obcích* (Hollan 2011) která by si jako srozumitelný poradce pro představitele obcí zasloužila větší pozornost a propagaci.

Vlivem světla na průběh spánku, zrakové vnímání nebo psychologické aspekty lidského chování se zabývá řada lékařských odborníků (např. Prof. MUDr. Eva Vlková, CSc., MUDr. Hana Došková, Prof. MUDr. Jarmila Siegelová, DrSc., Prof. MUDr. Bohumil Fišer, CSc., Prof. MUDr., Zuzana Brázdová, DrSc., Mgr. Martin Forejt, MUDr. Pavel Vank, Leona Dunklerová), nicméně jedná se velmi odborné a úzce zaměřené články, které se problematiky

světelného znečištění dotýkají minimálně. Kvalitní zdroj k posouzení vlivu na lidské zdraví ale poskytla MUDr. Hana Drahoňovská, CSc., ze Státního zdravotního ústavu v Praze (Drahoňovská 2004).

Posuzování zahraniční legislativy spojené s ochranou noční oblohy, pravidly pro veřejné osvětlení a minimalizací světelného znečištění částečně usnadnily některé překlady evropských zákonů a nařízení – např. Lombardský regionální zákon (překlad Hollan, Klímplová 2001), Slovinský zákon (překlad Mohár, Kondziolka 2010) nebo Connecticutský zákon (překlad Olivová 2001). Česká republika bohužel nevyužila prvotní potenciál zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší, upravujícími předpisy jeho uplatnitelnost a vymahatelnost v oblasti světelného znečištění snížila na minimum (Sbírka zákonů 2002) a nový zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší už toto téma zcela vynechal (Sbírka zákonů 2012b). Lze to považovat za výhru pro světelnou techniku a prohru pro astronomii a vědeckou společnost.

Ochranou a konzervací tmy se zabývá hlavně International Dark-sky association. Pod její správou jsou v programu International Dark Sky Places Program pouze mezinárodní oblasti (IDA 2013f), a tak orientační seznam všech oblastí temné oblohy je paradoxně přehlednější na anglické verzi wikipedie vzhledem k dostupným odkazům na informace o jednotlivých parcích a rezervacích (např. Silver 2009). I s ohledem na to, že se v České republice nachází dvě přeshraniční oblasti temné oblohy (Jizerská oblast tmavé oblohy a Beskydská oblast tmavé oblohy) a spolu s Velkou Británií, Maďarskem a Slovenskem patří Česko k „tmářské elitě“, je zarážející fakt, že současná legislativa tuto aktivitu občanských sdružení, ekologických institucí a astronomů žádným způsobem aktivně nepodporuje.

Kapitoly k moderním trendům v osvětlování umožnily rozvést zpracované studie k osvětlení sjezdovek (např. *Vyhodnocení vlivu umělého osvětlení vybraných lyžařských areálů na přírodu a krajinu území KRNAP a jeho ochranného pásma* (Brychtová, Hollan, Krause 2005)) a publikace *Venkovní osvětlení architektury* (Monzer 1980), která i přes starší datum vydání rozšířila téma osvětlení budov a přírody o architektonický náhled. Ačkoliv trend osvětlování historických památek, přírodních objektů, sportovních areálů či velkoformátových reklam bude pravděpodobně pokračovat, stále je třeba hledat efektivní řešení osvětlení a kontrolovat, zda opravdu splňuje svůj účel. Upozorňování na nevhodné či rizikové osvětlení by mělo být jednou z náplní médií zaměřených na ekologii a zájmových občanských iniciativ, jako je např. občanské sdružení nechceme-billboardy.cz.

11 Závěr

I když je hlavním zdrojem světelného znečištění ovzduší pouliční osvětlení, nelze opomenout ani další významné producenty – např. osvětlení průmyslových, dopravních a sportovních areálů nebo reklamní či architektonické osvětlení. V mnohých případech je osvětlení zbytečné, neefektivní a nepochopitelně zamýšlený účel.

V diplomové práci jsou hledána opatření snižující produkci světelného znečištění, které narušuje cirkadiánní cykly člověka, ovlivňuje ekosystémy a organismy v nich žijících, mění noční oblohu k nepoznání a stává se bezpečnostním rizikem. Mezi hlavní doporučené úpravy osvětlovacích soustav patří instalace plně cloněných svítidel, zvýšení světelné účinnosti využitím moderních zdrojů světla, směřování světelného toku pouze do cílového prostoru a preferování nasvícení objektů či reklamních ploch se shora dolů. Svítidlo a světelný zdroj je třeba volit v souladu s účelem zařízení a s ohledem na okolní prostor.

Vzhledem k rozvoji urbanizované krajiny a lidských aktivit je třeba věnovat energii a prostředky na ochranu přirozené noční oblohy, nejtemnějších oblastí a šířit povědomí a osvětu o problematice světelného znečištění ovzduší nejen mezi širokou veřejnost, ale také mezi úředníky a zodpovědné osoby za schvalovací a rozhodovací procesy související s veřejným i soukromým osvětlením. Snaha o minimalizaci ovlivnění okolního prostředí umělým světlem by měla být vnímána stejně jako potřeba ochrany jiných složek životního prostředí před různými polutanty. Tomuto úsilí občanských sdružení a iniciativ o zachování a ochranu přirozeně temné oblohy by neměla zabránit ani absence legislativních předpisů jako je tomu v současnosti v České republice.

12 Summary

Dissertation is mainly a collection and evaluation of accessible sources concerning the light pollution theme. This document determines and categorizes the sources of light pollution (public lightning, advertising lightning, architectural lightning and so on) and discusses impacts on human health, ecosystems and organisms, astronomical observation, economy and safety. It discusses deals with the position of this issue in legal system in Czech Republic and some other states all over the world.

This study tries to find some attitudes and methods, how to improve condition of night environment, and proposes some changes and modifications of public and private lighting in order to increase efectivity and reduce production of light pollution. These improvement are for example light heading to target area, using less intensive sources of light and full shielded lamps, replacing old ineffective lamps by new economical lights or switching off some units of public (or other type) lighting for a part of night.

A need of a natural night sky protection is also stressed as well as the importace of education and access to informations about theme and problems of light pollution. Many subjects (public institutions, citizens associations, volunteers) have to cooperate to natural night sky conservation support by protection programs.

13 Použitá literatura

13.1 Zdroje informací

4 – CONSTRUCTION (2000) *Pouliční osvětlení - světelné znečištění a plýtvání energií*. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.4-construction.com/cz/clanek/poulicni-osvetleni-svetelne-znecisteneni-a-plytvani-energii/>

ASTRONOMICKÝ ÚSTAV AV ČR (2008) *Světelné znečištění*. [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/svetelne-znecisteneni>

BAREŠ, M. (2007-2008a) *Bortleho stupnice (Bortle scale) a světelné znečištění*. [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.nitelite.eu/observing/bortle.htm>

BARTÍK, H. (2010) *Světelné diody ve veřejném osvětlení*. [online časopis]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=42558

BAŠTA, J. (2005) *O čem se hovoří: Bílé noci krkonošské; Jak působí osvětlení sjezdovek na krajinu?* [online časopis]. květen 2005 [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: http://krkonose.krnep.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=7341&Itemid=3

BÍNA, P. (2004) *Vliv clonění světelného zdroje na hmyz s noční letovou aktivitou*. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf, s. 86

BORTLE, J. (2001) *Introducing the Bortle Dark-Sky Scale*. [online]. únor 2001 [cit. 2013-04-16]. Dostupné z: <http://media.skyandtelescope.com/documents/BortleDarkSkyScale.pdf>

BOTO (2013) *Základní informace*. [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.boto.cz/?page_id=12

BRYCHTOVÁ, J., HOLLAN, J. KRAUSE, J. (2005) *Vyhodnocení vlivu umělého osvětlení vybraných lyžařských areálů na přírodu a krajinu území KRNAP a jeho ochranného pásma*. [online]. 30.6.2005 [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/krnap/noc_krnep4.htm#_Toc108876108

- CFDS (2013) *About the Campaign for Dark Skies*. [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.britastro.org/dark-skies/about.htm?00>
- CINZANO, P (2007) *Laws against light pollution in Italy*. [online]. [cit 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.inquinamentoluminoso.it/cinzano/en/page95en.html>
- CLARK, B., A., J. (2000) *Outdoor lighting and Crime*. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://www.astro.cz/_data/files/2007/10/04/lp40cz.pdf
- ČERNÝ, J. (2003) *Architektonické osvětlení Východočeského divadla v Pardubicích*. [online časopis]. [cit 2013-03-11]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23141
- DOHNAL, R. (2012) *Mimo špičkou dálnice pohasnou*. [online] 2.3.2012 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.ekobydleni.eu/energie/mimo-spickou-dalnice-pohasnou>
- ČAS (2001) *Zákon požadující energeticky účelné osvětlení komunikací*. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: http://www.astro.cz/_data/files/2007/10/04/conn_cz.pdf
- ČAS (2011) *Regionální zákon Lombardie 12. března 2000*. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/znečisteni/regulace/italie/zakon/>
- ČAS (2012) *Česká astronomická společnost. Světelné znečištění*. [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/znečisteni/>
- DARK SKIES AWARENESS (2007) *Slovene Light Pollution Law*. [online]. 30.8.2007 [cit 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.darkskiesawareness.org/slovene-law.php>
- DEPARTMENT OF PHYSICS (2012) *Light Pollution Hurts Our Economy and Our Resources* [online]. [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://physics.fau.edu/observatory/lightpoll-econ.html>
- DRAHOŇOVSKÁ, H., (2004) *Vliv světelného znečištění na veřejné zdraví*. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf, s. 59
- DVOŘÁČEK, V. (2008) *Světelné zdroje – vysokotlaké rtuťové výbojky, směšové výbojky*. [online časopis]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38296

DVOŘÁČEK, V. (2009a) *Světelné zdroje – halogenidové výbojky*. [online časopis]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/38908.pdf>

DVOŘÁČEK, V. (2009b) *Světelné zdroje – sodíkové výbojky*. [online časopis]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=40237

DVOŘÁČEK, V. (2009c) *Světelné zdroje – světelné diody*. [online časopis]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39810

EKOLIST.CZ (2013) *Francie bojuje proti světelnému znečištění povinnými zhasínáním. Chalupa to označil za "tmářství"*. [online]. 2.2.2013 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/francie-bojuje-proti-svetelnemu-znecisteni-povinnymi-zhasinanim-chalupa-to-oznacil-za-tmarstvi>

EKOLOGICKÝ INSTITUT VERONIKA (2013) *Hodina Země*. [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.veronica.cz/hodinazeme/>

ENCYKLOPEDIA FYZIKY (2006-2013) *Fotometrické veličiny*. [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometricke-veliciny>

FOCUS (2004) *Světlo v noci - Závěrečná zpráva z marketingového výzkumu pro Přírodovědeckou fakultu MU Brno*. [online]. [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/verejnost_noc.pdf

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN (2013) *Upcoming light pollution meetings*. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://userpage.fu-berlin.de/~kyba/conferences.html>

IAC.ES (1992) *The Sky Law* [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.iac.es/eno.php?op1=4&op2=10&lang=en>

IDA (2013a) *History*. [online]. [cit. 2013-04-19]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/about-ida/59-history>

IDA (2013b) *International Dark-Sky Association*. [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/>

IDA (2013c) *INTERNATIONAL DARK SKY COMMUNITIES*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/88-international-dark-sky-communities>

- IDA (2013d) *INTERNATIONAL DARK SKY PARKS*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/86-international-dark-sky-parks>
- IDA (2013e) *INTERNATIONAL DARK SKY PLACES*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/142-idsplaces>
- IDA (2013f) *INTERNATIONAL DARK SKY RESERVES*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/87-international-dark-sky-reserves>
- IDA (2013g) *International Dark Sky Week 5 - 11 April, 201*. [online] [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/resources/109-international-dark-sky-week>
- JIZERSKÁ OBLAST TMAVÉ OBLOHY (2013) *Světlo a tma*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://www.izera-darksky.eu/index-cs.html>
- GABZDYL, P. (2010) *Dny bez nocí*. [online video]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/svetelne-znecistení>
- GLOBE AT NIGHT (2013) *Less of Our Light for More Star Light*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://www.globeatnight.org/>
- GREENLIGHTING (2005) *ČSN CEN/TR 13201 Osvětlení pozemních komunikací – Výběr tříd osvětlení, požadavky, výpočet, metody měření*. [online]. [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: <http://www.greenlighting.cz/files/uploaded/UserFiles/File/greenlighting/CSN%20CEN.pdf>
- HLAVÁČEK, T. (2011) *Brněnský světelný cirkus*. [online video]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://vimeo.com/27674395>
- HOLLAN, J. (2002) *Návrh prováděcího předpisu dle § 55 zákona 86/2002 Sb.* [online]. [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: http://svetlo.astro.cz/zakon/v4_zo_s.pdf
- HOLLAN, J. (2004) *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2004. 114 s.
- HOLLAN, J. (2006) *Hodnocení osvětlení sjezdovky Protěž a nové části osvětlení sjezdovky Javor*. [online]. 25.4.2006 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://amper.ped.muni.cz/noc/krap/2006/zprava.pdf>

- HOLLAN, J. (2011) *Venkovní osvětlení v obcích*. Brno: ZO ČSOP Veronica, 2011. 64 s.
- CHANEY, W. (2002) *Does Night Lighting Harm Trees?* [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://www.physics.fau.edu/observatory/lightpol-Plants.html#LAN_on_Trees
- KONDZIOLKA, J. (2010a) *Architektonické osvětlení - vadí někomu? díl 1.* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/clanek/4425>
- KONDZIOLKA, J. (2010b) *Architektonické osvětlení - vadí někomu? díl 2.* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/clanek/4427>
- KONDZIOLKA, J. (2010c) *Slovinské právo o světelném znečištění.* [online]. 3.1.2010 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.astronomie.cz/2010/01/slovinske-pravo-o-svetelnem-znecistení/>
- KONDZIOLKA, J. (2010d) *Světelný smog.* [online]. 28. 11. 2010 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://nechceme-billboardy.cz/clanky.php?id=svetelny-smog>
- KOTEK, J. (2002) *Snaha o legislativní úpravu světelného znečištění v České republice.* [online časopis]. 2002 [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22919
- KRTILOVÁ, A., MATOUŠEK, J., MONZER, L. (1981) *Světlo a osvětlování*. 1. vyd. Praha: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n.p., 1981.
- LÁZNA, T. (2009) *Jak měřit světelné znečištění.* [online]. 1.4.2009 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://amper.ped.muni.cz/light/.p/JakMeritSvZn.pdf>
- LÁZNA, T. (2010) *Měření světelného znečištění v Prostějově.* [online]. 28.3.2010 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <https://socv2.nidm.cz/archiv32/getWork/hash/d9a1f278-3a85-11df-b7bf-001e6886262a>
- LED-SMD (2008) *Norma ČSN EN 12464-2* [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://led-smd.cz/imgdata/172/img149.pdf>
- LENŽA, L., SUCHAN, P. (2005) *Proč se zabývat světelným znečištěním?* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www1.asu.cas.cz/cesky/svetlo_a_tma.pdf
- LEVY, D. (2000) *Saving the night.* [online video]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/svetelne-znecistení>

MIKULÁŠEK, Z. (2004) *Atmosférická extinkce v letech 1970 – 1995 a příčiny světelného znečištění noční oblohy*. [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf

MONZER, L. (1980) *Venkovní osvětlení architektur*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, n.p., 1980. 172 s.

NARISADA, K., SCHREUDER, D. (2004) *Light Pollution Handbook*. Dordrecht: Springer, 2004. 936 s.

NEHCEME BILLBOARDY (2012) *Policie, astronomové a neziskové organizace vyzývají k zákazu LED billboardů*. [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://nehceme-billboardy.cz/clanky.php?id=led-billboardy>

NOVÁK, P., MAŇOUROVÁ, A. (2011) *V Belgii se ruší část nočního osvětlení dálnic*. [online]. 16.7.2011 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://rozhlas.cz/zpravy/evropa/zprava-v-belgii-se-rusi-cast-nocniho-osvetleni-dalnic--922174>

OXFORD DICTIONARIES (2013) *Definition of light pollution*. [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://oxforddictionaries.com/definition/english/light%2Bpollution>

PARK TMAVEJ OBLOHY POLONINY (2010) *Tlačová správa – Slávnostné vyhlásenie 3. decembra 2010*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: http://www.svetelnezneistenie.sk/images/stories/tlacova_sprava.pdf

PAVLORKOVÁ, E. (2010) *Jak se bránit světelnému znečištění?* [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.eps.cz/poradna/kategorie/ochrana-ovzduchi-ochrana-vod/dotaz/svetelne-zneistenie>

PRAGUEWELCOME (2013) *Osvětlení pražských památek*. [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.praguewelcome.cz/cs/pamatky/pamatky/dalsi-zajimava-mista/osvetleni-prazskych-pamatek/>

RAPAVÝ, P. (2013) *Asteroid (22469) Poloniny*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://poloniny.svetelnezneistenie.sk/park-tmavej-oblohy/asteroid-22469-poloniny-2/>

RICH, C., LONGCORDE, T. (2005) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Los Angeles: Inland Press, 2005. 479 s.

SBÍRKA ZÁKONŮ (2002) *Zákon o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)*. [online]. 14.2.2002 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb02086&cd=76&typ=r>

SBÍRKA ZÁKONŮ (2004) *Zákon, kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění zákona č. 521/2002 Sb.* [online] 29.1.2004 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb04092&cd=76&typ=r>

SBÍRKA ZÁKONŮ (2005) *Zákon, kterým se mění zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů.* [online] 19.8.2005 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb05385&cd=76&typ=r>

SBÍRKA ZÁKONŮ (2006) *Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. 14.3.2006 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb06183&cd=76&typ=r>

SBÍRKA ZÁKONŮ (2012a) *Občanský zákoník* [online] 3.2.2012 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb12089&cd=76&typ=r>

SBÍRKA ZÁKONŮ (2012b) *Zákon o ochraně ovzduší* [online] 2.5.2012 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb12201&cd=76&typ=r>

SILVER, M. (2009) *Torrance Barrens Dark-Sky Preserve*. [online] srpen 2009 [cit. 2013-03-25]. Dostupný z: <http://www.rasc.ca/content/torrance-barrens-dark-sky-preserve>

SLUŽBY MĚSTA PARDUBIC (2009) *Veřejné a slavnostní osvětlení*. [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupný z: <http://www.smp-pce.cz/verejne-a-slavnostni-osvetleni-130/>

SKYKEEPERS (2007) *U.S.A. State Laws Adopted and Proposed*. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.skykeepers.org/ordsregs/usastates.html>

STARLIGHT INITIATIVE (2007) *The right to a clear sky and to starlight*. [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.starlight2007.net/laws.htm>

SUCHAN, P. (2004) *Analýza znečišťovatelů světlem na území České republiky* [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf, s. 48

SUCHAN, P. (2010) *Dvě evropské konference o světelném znečištění*. [online]. 9.9.2010 [cit. 2013-04-10]. <http://www.astro.cz/clanek/4406>

ŠPÉROVÁ, L. (2008) *Cirkadiánní rytmy u člověka*. [online]. [cit. 2013-04-13]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/174284/prif_b/

ŠTELZIG, J. (2011) *Světelné znečištění – měření s SQM –L*. [online]. 7.4.2011 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.astrofoton.cz/informace/svetelne-znecistení-mereni-s-sqm-l/>

TASOVSKÁ, K. (2010) *Půlnoc* [online video]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://dafilms.com/film/7976-pulnoc/>

TRNČÁK, P. (2013) *Výbojkopedie*. [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.vybojky-zarovky.cz/vybojkopedie.html>

ÚŘEDNÍ VĚSTNÍK EVROPSKÉ UNIE (2009) *Nariadení Komise (ES) č. 245/2009*. [online]. 24.3.2009 [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0017:0044:CS:PDF>

UTILITIES KINGSTON (2006) *Appendix 2F: Design Standards – Streetlighting Guidelines*. [online]. 2006 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://130.15.144.99/rasc/Committees/Lighting/kingston2006streetlightguideline.pdf>

VEGA (2008) *Světelná účinnost zdrojů světla (žárovky, kompaktní zářivky, výbojky a dalších)*. [online]. [2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zarovka-usporna-zarovka-mnozstvi-svetla/>

ZÁKONY PRO LIDI (2013) *Předpis č. 40/1964 Sb. Občanský zákoník* [online]. 19.4.2013 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1964-40>

ZBIERKA ZÁKONOV (2007) *Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o podrobnostiach o limitných hodnotách optického žiarenia a požiadavkách na objektivizáciu optického žiarenia v životnom prostredí*. [online]. 16.8.2007 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z: http://www.uvzsr.sk/docs/leg/539_2007_opticke_ziarenie.pdf

13.2 Zdroje grafických ilustrací

AKTUÁLNĚ.CZ (2013) *Zahraničí – Hodina Země pozhasívala nejslavnější památky světa.* [online]. 24.3.2013 [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://aktualne.centrum.cz/zahranici/fotogalerie/2013/03/24/hodina-zeme-postupuje-svetem-sledujte-s-nami/>

ASTRONOMICKÝ ÚSTAV AV ČR (2008) *Mapa světelného znečištění.* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: http://www.asu.cas.cz/_data/mapa_sv_zn_1236768909.jpg

BAREŠ, M. (2007-2008b) *Uplatnění Bortleho škály na území České republiky.* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.nitelite.eu/images/lp/viditelne_hvezdy.png

BOTO (2013) *Základní informace.* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: http://www.boto.cz/?page_id=12

CINZANO, P (2007) *Laws against light pollution in Italy.* [online]. [cit 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.inquinamentoluminoso.it/cinzano/en/page95en.html>

CFDS (2013) *About the Campaign for Dark Skies.* [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.britastro.org/dark-skies/about.htm?00>

ETNA (2011) *LED svítidla / Nová éra ve veřejném osvětlení.* [online] 2.3.2011 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.etna.cz/articles/cz/5/639/LED-svitidla-Nova-era-ve-verejnem-osvetleni.html>

FOCUS (2004) *Světlo v noci - Závěrečná zpráva z marketingového výzkumu pro Přírodovědeckou fakultu MU Brno.* [online]. [cit. 2013-04-18]. Dostupné z: http://amper.ped.muni.cz/noc/verejnost_noc.pdf

FOTOGALERIE ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PARDUBICE (2006) *Světelné znečištění.* [online]. [cit 2013-04-04]. Dostupné z: <http://asp.ic.cz/thumbnails.php?album=12&page=1>

GLOBE AT NIGHT (2012a). *GLOBE at Night Results for 2012* [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://www.globeatnight.org/gen-an-2012.html>

GLOBE AT NIGHT (2012b) *World data map*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://www.globeatnight.org/images/2012worlddatamap.png>

GLOBE AT NIGHT (2013) *Charts for the Constellation Orion at 40 deg N*. [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: http://www.globeatnight.org/observe_magnitude_orion.html

HLÁVKA, M. (2012) *Nový Knín - Slavnostní osvětlení kostela*. [online]. 7.9.2012 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://novyknin.wordpress.com/2012/09/07/vyroci-generalni-opravy-novokninskeho-kostela/09-novyknin-1937-09-slavnostniosvetlenikostelapooobnove/>

IDA (2012) *See What's Lit, Not the Light*. [online]. [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: <http://physics.fau.edu/observatory/lightpol-econ.html>

IDA (2013a) *INTERNATIONAL DARK SKY COMMUNITIES*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/88-international-dark-sky-communities>

IDA (2013b) *INTERNATIONAL DARK SKY PARKS*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/86-international-dark-sky-parks>

IDA (2013c) *INTERNATIONAL DARK SKY RESERVES*. [online] [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.darksky.org/night-sky-conservation/87-international-dark-sky-reserves>

JACOBS, K. (2009) *A Thousand Points on Light: Part I*. [online]. [cit. 2004-04-05]. Dostupné z: <http://changeobserver.designobserver.com/feature/a-thousand-points-on-light-part-i/10457/>

JIZERSKÁ OBLAST TMAVÉ OBLOHY (2013) *Světlo a tma*. [online] [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: <http://www.izera-darksky.eu/index-cs.html>

KOPECKÁ, A. (2013) *Fotogalerie* [online]. [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://www.praguewelcome.cz/srv/www/content/db/cs/praha-20-let-unesco/fotogalerie/?category=1&pg=4>

KONDZIOLKA, J. (2007) *O svícení 36* [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://www.ian.cz/detart_fr.php?id=2522

KONDZIOLKA, J. (2010) *Světelný smog*. [online]. 28. 11. 2010 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://nechceme-billboardy.cz/clanky.php?id=svetelny-smog>

NEHCEME BILLBOARDY (2012) *Policie, astronomové a neziskové organizace vyzývají k zákazu LED billboardů.* [online]. [cit. 2013-04-14]. Dostupné z: <http://nehceme-billboardy.cz/clanky.php?id=led-billboardy>

PARK TMAVEJ OBLOHY POLONINY (2010) *Tlačová správa – Slávnostné vyhlásenie 3. decembra 2010.* [online]. [cit. 2013-04-06]. Dostupné z: http://www.svetelnezncistenie.sk/images/stories/tlacova_sprava.pdf

SCENA.CZ (2009) *Východočeské divadlo očekává stotisíciho diváka roku 2009.* [online časopis]. 4.11.2009 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.apostrof.scena.cz/index.php?d=1&o=1&c=10629&r=1,%20http://www.smp-pce.cz/verejne-a-slavnostni-osvetleni-130/>

SVETELNE ZNECISTENIE.SK (2011) *Legislativa na Slovensku.* [online]. březen 2011 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.svetelnezncistenie.sk/aktualne/135-legislativa-na-slovensku.html?showall=1>

SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ.CZ *Světelné znečištění má dopady na lidské zdraví.* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.svetelnezncistenic.cz/#>

TOP KONSTRUKT (2013) *Úsporné LED osvětlení hotelu a jeho reklamního nápisu.* [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://www.topkonstrukt.cz/hotel-solaster>

UNIHDRON (2013) *Sky Quality Meter.* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.unihedron.com/projects/darksky/sqmback.jpg>

VEGA (2008) *Světelná účinnost zdrojů světla (žárovky, kompaktní zářivky, výbojky a dalších).* [online]. [2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zarovka-usporna-zarovka-mnozstvi-svetla/>