

Analýza šetrného osvětlení

V obci Hostětín se od začátku devadesátých let minulého století uskutečňovaly projekty, jejichž cílem bylo nasměrovat obec na cestu udržitelného rozvoje venkova. V roce 2006 přišla řada i na nápravu veřejného osvětlení, které bylo už staré, místy nefunkční a potřebovalo vyměnit. Cílem výměny světel bylo zkvalitnit osvětlení a zároveň šetřit elektřinou. V následující kapitole, která vychází především z brožury Centra Veronica Hostětín o osvětlení, materiálů firmy Philips a osobních konzultací, si přiblížíme ekonomické, sociální a environmentální dopady této rekonstrukce.

Historie, financování projektu a použitá technologie

Původní instalaci pouličního osvětlení tvořila zastaralá svítidla z 60. a 70. let (vybavená rtuťovými vysokotlakými výbojkami) a novější svítidla (vybavená sodíkovými výbojkami). Pouliční osvětlení nesloužilo v posledních letech svému účelu příliš dobře. Málo osvětlovalo potřebné plochy, tedy ulice a náves, o to více však svítilo do zahrad, do oken, lidem do očí, na okolní stráně, i do prostoru daleko od vsi. Část světla rovněž měla zásadně nevhodnou barvu. Navíc byl provoz osvětlení poměrně energeticky náročný.

Obec tedy uvažovala o obnově pouličního osvětlení. V roce 2005 nabídla firma Philips obci darem potřebnou sadu špičkových svítidel a nejmodernějších výbojek. Expert firmy Philips Ing. Jakub Wittlich vypracoval projekt nového osvětlení. To pak na jaře 2006 nainstaloval na stávající stožáry s využitím původních rozvodů místní elektrikář Karel Slámečka. Celková hodnota rekonstrukce zahrnuje hodnotu daru společnosti Philips ve výši 133.709,59 Kč vč. DPH (protože obec je plátcem daně).¹ Další náklady na demontáž a montáž svítidel a na zakoupení nutného spojovacího materiálu pokryla obec z obecního rozpočtu. Výše těchto nákladů dosáhla 107.000 Kč (materiály Centra Veronica Hostětín 2007)

Tab. celkové náklady

| | plátce | částka v Kč | % z celkové ceny rekonstrukce |
|--|---------------|--------------------|--------------------------------------|
| sada svítidel a výbojek | Philips | 133.709, 59 | 55,5% |
| demontáž a montáž svítidel + spojovací materiál | obec Hostětín | 107.000, 00 | 44,5% |
| celkem | | 240.709,59 | 100% |

V Hostětíně bylo vyměněno stávajících 32 fungujících svítidel za moderní a úspornější typy. Pro zlepšení rovnoměrnosti osvětlení bylo kolem hlavní cesty přidáno dalších 8 světel (z toho jedno má teprve být instalováno po přidání nového stožáru). V roce 2007 pak ještě další 3 světla mezi okrajem zástavby a železniční zastávkou.

¹ Hodnota daru byla vyčíslena v obvyklých velkoobchodních cenách (Kolařík 2008).

Obec byla rozdělena do tří zón podle četnosti chodců a vozidel a rychlosti, jakou se tam jezdí:

1. hlavní ulice, kde se pohybuje nejvíce lidí a kde automobily jezdí nejrychleji – zde je potřeba nejvíce světla.
2. ulice, kudy jen občas projede někdo místní – střední míra osvětlení.
3. cesty, které používají jen chodci – zde stačí relativně velmi málo světla.

Pro tyto zóny pak byly zvoleny stupně osvětlení IV, V a VI dle staré normy² ČSN 360410 Osvětlení místních komunikací, která už se dnes nepoužívá. Obdobné parametry ale mají některé kategorie v nové evropské normě EN 13201 (Hollan 2008). Pro náves firma Philips zvolila neobyčejně účinné 60 W výbojky řady CosmoPolis s elektronickým předřadníkem, dostupné na trhu teprve od roku 2005. Konkrétně je zvolila ve verzi CosmoWhite, aby bylo světlo bělejší a s velice kvalitním barevným podáním. Včetně předřadníku mají tyto zdroje účinnost přes sto lumenů na watt. Do ostatních svítidel byly většinou použity „klasické“ sodíkové výbojky o příkonu 50 W (Master SON-T PIA Plus) se žlutým světlem. Tyto lampy jsou podle Hollana (2008) v místech, kde se jezdí jen krokem, zbytečně silné a mohly by být po uplynutí doby životnosti postupně nahrazovány slabšími výbojkami, např. i osmnáctiwattovými nízkotlakými. Doba životnosti výbojek se odhaduje na až 25.000 hodin svícení, což je při současném nezhasínání světel na noc doba až šesti let.

Při osvětlování terénu je užitečné jen světlo, které směřuje dostatečně strmě dolů (alespoň 15 stupňů šikmo dolů pod vodorovný směr, lépe však 20-30 stupňů). Toho dosahují svítidla, ze kterých dole nevyčnívá žádný průhledný či průsvitný kryt a která jsou navíc namontována vodorovně. Říká se jim „plně cloněná“ – jejich dolní kryt je většinou tvořen plochým sklem (Hollan 2007a, Hollan 2007b). A právě taková svítidla byla použita v Hostětíně.

Tab. 1 - Prvky udržitelného rozvoje šetrného osvětlení.

| Ekonomické | Sociální | Environmentální |
|--------------------------------------|---|-------------------------------|
| efektivní využití elektrické energie | propagace regionu a obce - modelový příklad | ochrana biodiverzity |
| návratnost investice | ochrana zdraví | omezení světelného znečištění |
| | | úspora energie |
| | | množství rtuti ve výbojkách |

[Ekonomický prvek – efektivní využití elektřiny](#)

Náročnost na elektřinu se podařilo snížit více než o jednu třetinu – z příkonu 4,6 kW celé soustavy na 2,9 kW. Spotřeba v roce 2005 (tj. před instalací nového šetrného osvětlení) byla 15.793 kWh, od poloviny dubna 2006 do poloviny dubna 2007 (šetrné osvětlení bylo namontováno až v květnu) byla spotřeba elektřiny za veřejné osvětlení obce 12.108 kWh

² Tyto normy mají charakter doporučení nikoliv nařízení. Je jen na jednotlivých investorech, do jaké míry se je rozhodnou plnit (Hollan 2008).

(Studeníková 2008), úspora tedy činila 23,3 %.³ Úspora 3.685 kWh ročně dělá při současných cenách elektřiny 15.686 Kč. Pokud by se světlo v průběhu noci na určitou dobu ztlumovalo, či úplně vypínalo, což by bylo technicky možné, pak by úspora byla ještě větší.

Ekonomický prvek – návratnost investice

Cena obnovy osvětlení byla velmi ovlivněna hodnotou daru od firmy Philips. Existují přitom svítidla až o jednu třetinu levnější. Je však otázkou, jestli by pak osvětlení dosahovalo požadovaných kvalit, tj. rovnoměrného osvětlení směřovaného převážně na vozovku či chodníky. Levnější svítidla by pravděpodobně měla horší světelné vlastnosti. Přesto by spotřebovávat méně elektřiny, buď užitím výbojek s nižším příkonem, nebo užitím výhradně elektronických předřadníků (dar firmy Philips je obsahoval jen u nových typů výbojek CosmoWhite). Pokud by byly užity vysokotlaké výbojky jiných výrobců, mohly by obsahovat více rtuti.

Svítidla v Hostětíně jsou velmi kvalitní. Měla by vydržet dvacet až třicet let, při výměně výbojek po pěti až šesti letech. Svítidla nepotřebují žádnou speciální údržbu. Investice do obnovy osvětlení se z výpočtu prosté návratnosti při růstu cen elektřiny o 7 % ročně vrátí za 11 let (při započtení dodatečných nákladů na výměnu všech výbojek⁴ po každých šesti letech je návratnost investice 13 let). Pak se ročně za placení elektřiny za veřejné osvětlení ušetří asi 33.000 Kč.

Sociální prvek – propagace regionu a obce – modelový příklad

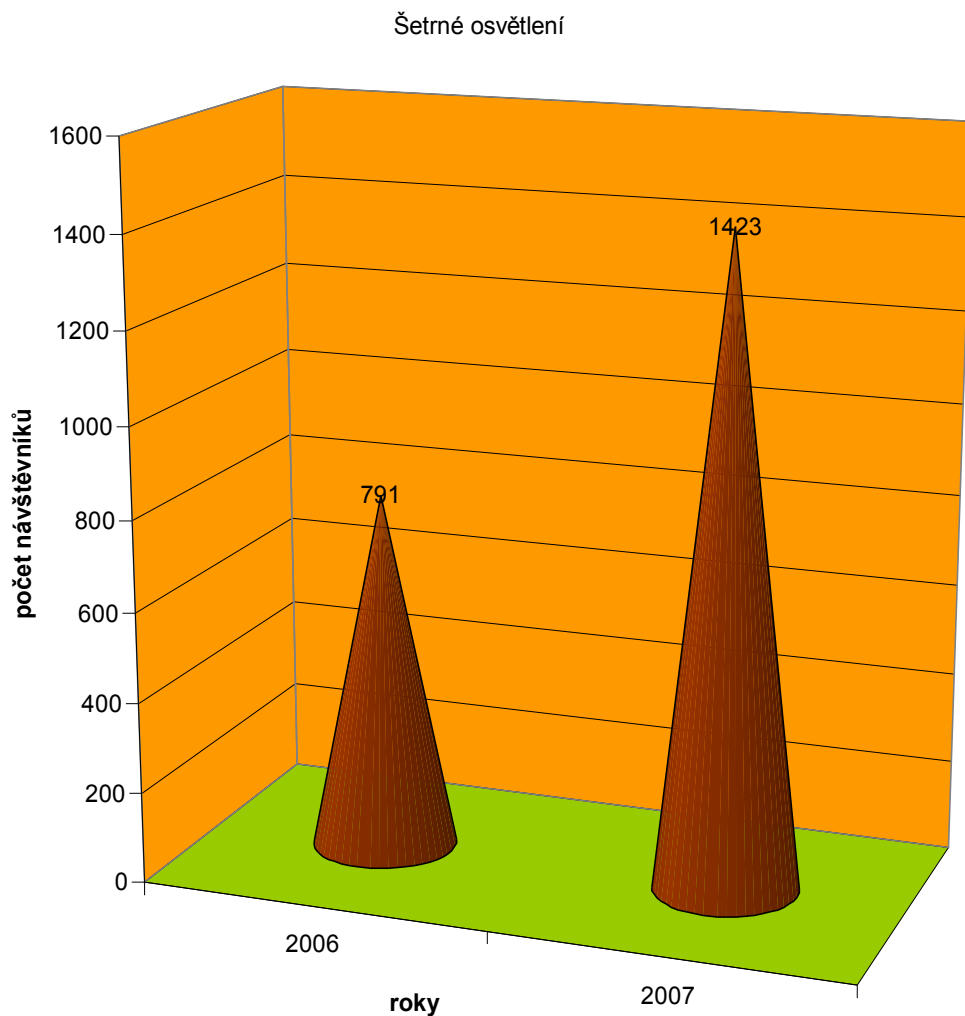
Vlivy jednotlivých opatření budou ještě monitorovány a vyhodnocovány, aby mohly být zkušenosti předávány dalším obcím, které stojí před úkolem rekonstrukce či investice do nového veřejného osvětlení. Doba existence projektu je natolik krátká, že zatím není jisté, jestli mohl ovlivnit nějaké další rekonstrukce osvětlení v dalších obcích. Jde však bezpochyby o modelový příklad vizualizace environmentálně šetrného opatření.

Počet návštěvníků zajímajících se o hostětínské šetrné veřejné osvětlení stále roste, jak vidíme z grafu 1. Pracovníci Centra zaznamenali v uplynulých letech desítky konkrétních dotazů na dodavatele a zkušenosti s novým systémem (Tesařová 2008). Veřejného osvětlení si však návštěvníci obce Hostětín mohou všimnout i bez účasti na exkurzi, protože je dobře viditelné po celé vesnici.

Graf 1: Počet návštěvníků exkurzí zahrnujících veřejné osvětlení v letech 2006 a 2007

³ Úspora je to významná, když uvážíme, že před obnovou osvětlení nefungovala všechna svítidla. Navíc byla přidána tři nová. Do údajů o spotřebě od dubna 2006 do dubna 2007 se navíc započítalo asi čtrnáct dní až měsíc spotřeby starého systému.

⁴ Odhad nákladů na cen výbojek z www.svitidla-levne.cz/vybojky/ se zřetelem k dražším sodíkovým nízkotlakým výbojkám, v případě sodíkových vysokotlakých a jiných výbojek by doba návratnosti byla kratší.



Sociální prvek – ochrana zdraví

Tma na úrovni blízké přírodním nočním hodnotám (kdy je intenzita osvětlení očí menší než jeden lux) je nutná pro dostatečnou tvorbu melatoninu – nejúčinnějšího antioxidantu v lidském těle, který chrání před rakovinovými nádory. Nejnovější výzkumy ukazují, že jeho nedostatek může mít významný vliv na vyšší riziko vzniku rakoviny prsu u žen a prostaty u mužů (Drahoňovská 2004: 59-63). Umělé dodávání melatoninu do lidského organismu je možné jen v omezené míře, protože pak by ho organismus mohl přestat tvořit úplně.⁵

Tma je rovněž nutná pro klidný a zdravý spánek. RNDr. Karla Říhová, ředitelka odboru strategie a řízení ochrany a podpory veřejného zdraví ministerstva zdravotnictví k tomu říká: *"Intenzivní světlo a jeho proměnlivost mohou být, podobně jako hluk, příčinou celé škály poruch neurovegetativního charakteru, od nespavosti až po vznik neuróz. Už pouhé poruchy spánku, zejména jeho nedostatek, snižují pozornost, prodlužují reakční doby atd. Toto může*

⁵ více např. na http://www.lidovky.cz/za-rakovinu-muze-i-prace-na-smeny-d4m-/ln_veda.asp?c=A071201_125920_ln_veda_svo. Další informace o negativním vlivu osvětlení nejen na lidské zdraví viz: <http://amper.ped.muni.cz/bajc/lp181.pdf>

vést například ke zvýšení počtu úrazů nebo dopravních nehod" (Říhová 2006: 14 citováno podle Lenža, Suchan 2006).

Nerovnoměrné či oslňující osvětlení může mít vliv na snížení bezpečnosti. Oslnění lidského zraku světlejšími místy odvádí pozornost od podstatných vizuálních podnětů, jako jsou nerovnosti silnice, dopravní značení či chodci. Vyplatí se ubrat intenzity v nejsvětlejších místech – přinese to lepší přizpůsobení zraku tmavším místům osvětlených ploch i šeru v jejich okolí. Důležitá je tedy nikoli střední intenzita osvětlení, ale zejména dostatečná minimální intenzita a rovnoměrnost osvětlení.

Mezi vítané vlastnosti šetrných svítidel z hlediska ochrany zdraví patří i nižší obsah rtuti ve výbojkách či zářivkách. K tomu více u environmentálních prvků.

Environmentální prvek – ochrana biodiverzity

Světlo je zhoubné pro populace nočního hmyzu, který v blízkosti špatných (zdá-li nápadných, hmyz lákajících) svítidel houfně hyne či vyvíjí nadměrnou a nepřírozenou aktivitu po celou noc i v bezměsíčných periodách (Bína 2004: 169-184). Pro hmyz je ideální nepoužívat bílé světlo a vypínat osvětlení alespoň na 5,5 hodiny v noci, aby měl hmyz čas se rozptýlit, najíst se, rozmnožovat se atd. (Hollan 2008). Světelné znečištění také ovlivňuje populace ptáků, obojživelníků a plazů (Longcore a Rich 2004). Dále může mást ptáky při tahu a má přímý negativní vliv na vodní ekosystémy, to se ale nedá obecně vztáhnout na veřejné osvětlení v obcích, spíše se to týká osvětlení železnic, autobazarů a osvětlení při mořském a jezerním pobřeží (Hollan 2008).

Umělé světlo škodí i stromům (zejména platanům) v blízkosti svítidel: některé nepoznají, že se dny krátí a nestáhnou včas z listů cenná barviva, hlavně chlorofyl. Listí pak zmrzne a opadá (Hollan 2004: 54-60).

Šetrné osvětlení Hostětína tedy vesměs přispívá k ochraně biodiverzity.

Environmentální prvek – omezení světelného znečištění

Světelné znečištění je globálním environmentálním problémem dneška. Různé státy si jeho riziko uvědomují do různé míry a podle toho se jej také v legislativě snaží řešit. Česká legislativa se jím zabývá jen mírně a to v novelizovaném zákoně o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb., který v novele č. 521/2002 přidává k § 2 odstavci 1 písmeno r): *"světelným znečištěním (se rozumí) 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."*

V novele ve znění zákona č. 385/2005 mění §50 odstavec 3 písmeno c) ve smyslu: *"Obec může obecně závaznou vyhláškou v oblasti opatření proti světelnému znečištění regulovat promítání reklam a efektů na oblohu."* Zákon je poměrně bezzubý, protože mimo možnosti

pro obce regulovat záměrné svícení do nebe nepřináší žádné další nástroje regulace světelného znečištění.

Za vyloučení nepotřebného světla se zasazují zejména astronomové, kteří hájí právo na možnost vnímat krásu hvězdného nebe. Ochranou nočního prostředí před světlem se v českém prostředí aktivně zabývá především Jan Hollan, brněnský fyzik, ekolog a astronom. Jeho studie týkající se veřejného osvětlení můžete najít na <http://amper.ped.muni.cz/noc/>.

V Hostětíně se instalací nových svítidel škodlivé důsledky veřejného osvětlování radikálně zmenšily, a přitom se zároveň dvakrát až třikrát zvýšila intenzita osvětlení vozovek a chodníků. Světla na okolní stráně a do vzdáleného ovzduší naopak ubylo desetkrát. Tato změna je dobře viditelná, pokud porovnáte noční osvětlení Hostětína se světly z okolních obcí a měst (vlastní pozorování).

Environmentální prvek – úspora energie

"Zbytečné svícení svými nároky na výrobu elektřiny nepřímo přispívá k znečišťování ovzduší, ke zvyšování podílu skleníkových plynů v atmosféře, a tím ke globálnímu oteplování. A ještě za to platíme." (Lenža, Suchan 2006: 3).

Díky svícení jen do těch směrů, kde je to potřeba, a volbě svítidel s vysokou účinností (tedy těch, které s daným elektrickým příkonem vysílají více světla na cílové plochy) pro hostětínskou osvětlovací soustavu dochází k úspoře energie a tím ke snížení nepřímého podílu na znečištění ovzduší a globálním oteplování.

Další úspory energie lze dosáhnout nočním stmíváním či vypínáním osvětlení, které tento typ světelné soustavy umožňuje. Zvečera, při největším provozu, je potřeba větší světelný tok než pozdě v noci, kdy jsou ulice téměř liduprázdné. Normy (zejména ČSN 360410) na to pamatují tím, že mluví o vhodnosti tlumení světla později v noci až na čtvrtinu. V Hostětíně se tlumení světel zatím prakticky neprovádí, i když se už o něm delší dobu uvažuje. Pokud jde o jednoduché vypínání světla, předchozí vedení obce a policie měli obavu, že by nahrávalo běžencům, kteří se v blízkosti státní hranice vyskytovali. Se vstupem Česka do schengenského prostoru snad tato obava odpadá.

Úplné vypínání veřejného osvětlení na noc není nic neobvyklého, prakticky k němu dochází na mnoha místech doma (např. ve východních Čechách) i v zahraničí (např. Korutany). Technické řešení vypínání světla je jednoduché, pouze se do spínacích hodin přidají dva kontakty navíc a ty pak vypínají světlo automaticky. Podle doporučení Jana Hollana (2008) by se světlo v Hostětíně mohlo na noc vypínat např. ve všední dny od deseti hodin večer do čtyř hodin ráno a o víkendu od pul dvanácté. V létě, kdy je dlouho světlo, by se soustava veřejného osvětlení nemusela ráno zapínat vůbec. Navíc by bylo možné udělat zvláštní spínače na větve osvětlení vedoucí k nádraží, kde nikdo nebydlí, a tu vypínat po příjezdu posledního vlaku. Pokud by hostětínští svítili v noci maximálně polovinu času, snížili by spotřebu elektřiny

veřejným osvětlením na polovic. Tato doporučení by muselo projednat zastupitelstvo obce a jistě by k němu měli co říci také občané Hostětína. Jestli se bude v Hostětíně světlo na noc ztlumovat či vypínat se ukáže časem.

Environmentální prvek – množství rtuti⁶ ve výbojkách

Páry rtuti jsou původním zdrojem záření jak v zářivkách, tak i ve vysokotlakých rtuťových výbojkách. Ty poznáme podle modravého zabarvení světla. A také podle toho, že když zestárnou, svítí velmi slabě (přitom s větší spotřebou elektřiny). Na venkově se dosud užívají, protože nevyžadují k rozsvícení speciální zařízení (u moderních sodíkových zářivek musí být součástí předřadníku i zapalovač poskytující až tisíce voltů). Jsou to po žárovkách nejméně účinné světelné zdroje, s nejvyšším obsahem rtuti. Po skončení životnosti musí rozhodně přijít do rukou specializované firmy na likvidaci nebezpečného odpadu.

Bohužel, těžkavost rtuti brání její dokonalé recyklaci. Proto je žádoucí, aby světelné zdroje obsahovaly rtuti co nejméně. To není snadné, protože rtuť pomáhá zvyšovat účinnost i u sodíkových výbojek.

Nové bílé výbojky firmy Philips použité v několika svítidlech v Hostětíně se vyznačují neobyčejně nízkým obsahem rtuti (1 mg v každé výbojce)⁷. Většina ostatních použitých výbojek (vysokotlaké sodíkové s delší životností a menším příkonem) obsahuje 12 mg rtuti v každé výbojce (Kolařík 2006). Dožití výbojky se v každém případě musí patřičně recyklovat.⁸

Literatura:

CLARK, Barry A.J. (2008): "*A Rationale for the Mandatory Limitation of Outdoor Lighting.*" Dostupné na: <http://amper.ped.muni.cz/bajc/>

HOLLAN, Jan (2004): *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky. Závěrečná zpráva.* Masarykova universita, Brno. Dostupné jako http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf.

BÍNA, Pavel (2004): *Vliv clonění světelného zdroje na hmyz s noční letovou aktivitou.* In: HOLLAN, Jan (2004): *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky. Závěrečná zpráva.* Masarykova universita, Brno, s. 169-184. Dostupné jako http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf.

⁶ Rtuť je kumulativním jedem. Zatížení české populace rtutí je nezanedbatelné. Staré výbojky by ale i bez recyklace představovaly malý zdroj, větší jsou emise z uhelných elektráren vinou spotřeby elektřiny na provoz oněch výbojek. Více o vlivech rtuti viz http://cs.wikipedia.org/wiki/Rtu%C5%A5#Zdravotn.C3.AD_rizika.

⁷ Evropská norma RoHS (Restriction of the use of Hazardous Substances), která omezuje používání nebezpečných látek a vešla v platnost 1. července 2006, povoluje obsah rtuti v trifosfátových zářivkách s běžnou dobou životnosti v množství < 5 mg (<http://www.retela.cz/index.php?s=23>).

⁸ Česká recyklační linka je t.č. v Panenských Břežanech, <http://www.ekovuk.cz>.

DRAHOŇOVSKÁ, Hana (2004): *Vliv světelného znečištění na veřejné zdraví*. In: HOLLAN, Jan (2004): *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky. Závěrečná zpráva*. Masarykova universita, Brno, s. 59-63. Dostupné jako http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf.

HOLLAN, Jan (2007a): *"Luminaires which do not shine upwards: efficiency and technologies."* Dostupné jako <http://amper.ped.muni.cz/light/EuP/FS.pdf>.

HOLLAN, Jan (2007b): *"Sustainable outdoor lighting the most efficient and least polluting."* Dostupné jako <http://amper.ped.muni.cz/light/rules.htm>.

HUDEEC, Karel (2004): *Ptáci a světelné znečištění*. In.: HOLLAN, Jan (2004): *Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky. Závěrečná zpráva*. Masarykova universita, Brno, s. 114-115. Dostupné jako http://amper.ped.muni.cz/noc/zprava_noc.pdf.

LONGCORE, Travis a RICH, Catharine (2004): Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2 (4): 191-198. Český překlad *Ekologické světelné znečištění* je dostupný jako http://amper.ped.muni.cz/noc/krnep/LongcoreRich2004_cz.pdf.

NOVOTNÝ, Jiří (2004): *Evropské normy pro osvětlení*. Dostupné jako [http://www.cni.cz/NP/NotesPortalCNI.nsf/key/AAE0789F3FB2100DC1256F90004BD211/\\$File/Evropsk%C3%A9%20normy%20pro%20osv%C4%9Btlen%C3%AD.pdf](http://www.cni.cz/NP/NotesPortalCNI.nsf/key/AAE0789F3FB2100DC1256F90004BD211/$File/Evropsk%C3%A9%20normy%20pro%20osv%C4%9Btlen%C3%AD.pdf).

SYROVÁ, Miloslava (2003): *Nová norma pro osvětlování*. Dostupné na: <http://www.czechdesign.cz/index.php?status=c&clanek=17&lang=1>.

ceny výbojek - www.svitidla-levne.cz/vybojky/.

Lidové noviny (2007): *"Za rakovinu může i práce na směny."* - Dostupné na: http://www.lidovky.cz/za-rakovinu-muze-i-prace-na-smeny-d4m-/ln_veda.asp?c=A071201_125920_ln_veda_svo.

"Veřejné osvětlení obce Hostětín. Modelový příklad dobré rekonstrukce" (2007). Dostupné na: www.hostetin.veronica.cz.

Philips (2006): *"Zelená perla Moravy. Aneb jak svítit ekologicky."* Časopis Aura 2006/02, s. 16-17. - Dostupné na: http://phil.sk/pdf/Aura_06_2.pdf.

údaje o životnosti svítidel dostupné v souboru http://www.lighting.philips.com/in_en/applications/urban/pdf/out_appl_bible_uk_final_2005_0339.pdf.

Zdravotní rizika rtuti. Dostupné na: http://cs.wikipedia.org/wiki/Rtu%C5%A5#Zdravotn.C3.AD_rizika.

KOLAŘÍK, Jiří - Market Segment Manager Philips Česká republika s.r.o. - emailové konzultace 21. 11. 2006 a 5. 3. 2008

STUDENÍKOVÁ, Jarmila - administrativní pracovnice obec Hostětín - osobní konzultace, Hostětín - 4. 3. 2008

TESAŘOVÁ, Jana - organizační ředitelka Centra Veronica Hostětín- osobní konzultace, Brno - 6.3. 2008

HOLLAN, Jan - fyzik, ekolog a astronom, stál u zrodu šetrného osvětlení v Hostětíně - osobní konzultace, Brno - 11. 3. 2008

(světelné znečištění ve smyslu umělého zvýšení jasů oblohy v nadhlavníku:

Cinzano, P. - Falchi, F. - Elvidge, C.D.: *The First World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness*. 2001, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 328, pp. 689-707.

Dostupné na: <http://dipastro.pd.astro.it/cinzano/papers.html>)

Lenža, Libor a Suchan, Pavel (2006): *Proč se zabývat světelným znečištěním?* Česká astronomická společnost, Praha a Valašské Meziříčí. Dostupné jako:

http://www.astro.cz/_data/files/2007/10/04/Letacek_Svetlo_a_tma_2006-04-28.pdf