

## SVETELNÉ ZNEČISTENIE

**Pavol Rapavý**

Hvezdáreň v Rimavskej Sobote

**Abstrakt:** Príspevok sa zaoberá aktuálnou problematikou svetelného znečistenia (svetelný smog, rušivé svetlo), ktoré sa v súčasnosti stáva problémom celosvetovým. Nevhodným, predovšetkým verejným, osvetľovaním sa predovšetkým v obývaných oblastiach stráca prirodzená tma, ktorá je potrebná pre zachovanie nočných ekosystémov. Príklady negatívnych dôsledkov na zdravie, živočíchy, rastliny, dopravnú nehodovosť, ekonomiku, astronómiu a pod. Poukázanie na možnosti zlepšenia súčasného stavu

**Kľúčové slová:** svetelné znečistenie, svetelný smog, rušivé svetlo

### Úvod

V roku 2003 Medzinárodná astronomická únia (IAU) na svojom 15. valnom zhromaždení v Sydney (12. - 26.7.) jednohlasne odsúhlasila rezolúciu v ktorej žiadala OSN o vyhlásenie roku 2009 Medzinárodným rokom astronómie (International Year of Astronomy – IYA). V októbri 2005 žiadosť IAU podporilo UNESCO a 20. 12. 2007 ju schválilo Valné zhromaždenie OSN formou rezolúcie.

Cieľom IYA je pomôcť ľuďom na celom svete uvedomiť si svoje miesto vo vesmíre, umožniť im pozorovanie dennej aj nočnej oblohy, získať osobný zážitok z objavovania. Každý by mal mať možnosť uvedomiť si dopad astronómie a základných vied na náš každodenný život, pochopiť ako môže vedecké poznanie prispieť k spravodlivej a mierovej spoločnosti.

Aktivity IYA vychádzajú z 11 kľúčových projektov. Jedným z najdôležitejších je projekt č. 6 Tmavá obloha (Dark Skies Awareness) a je jediným, v ktorom má Slovensko svojho zástupcu v medzinárodnom organizačnom výbore (Ing. Ďuriš).

Na Slovensku sa tejto problematike venuje Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV – Sekcia ochrany pred svetelným znečistením, Slovenský zväz astronómov amatérov a Hvezdáreň v Rimavskej Sobote.



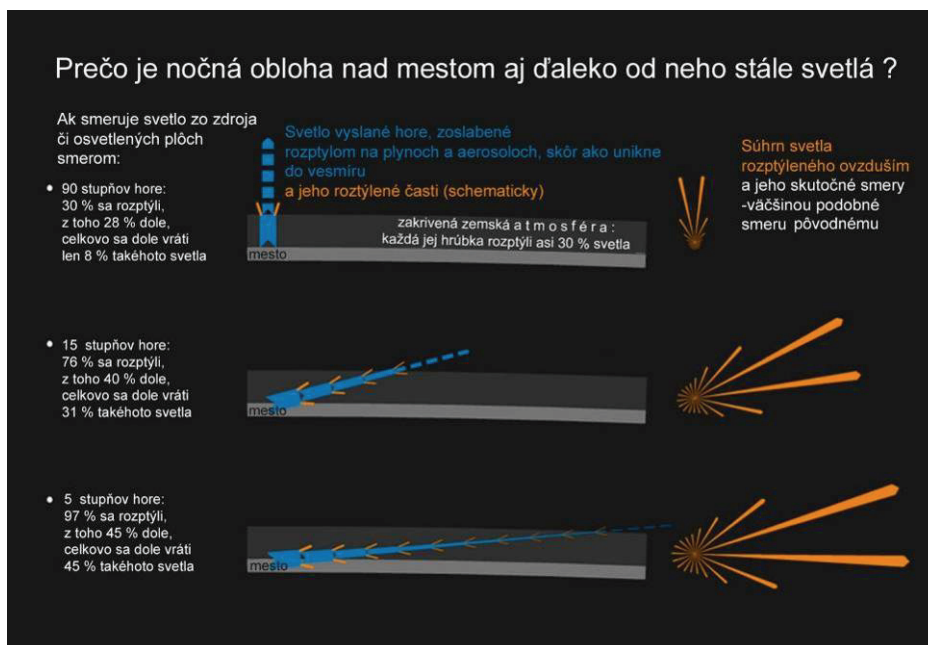
Obr. 1 Logo projektu Tmavá obloha

## 1. Čo je svetelné znečistenie a ako vzniká

Svetelné znečistenie je vo všeobecnosti akékoľvek umelé svetlo s nežiaducimi vedľajšími účinkami. Je to svetlo, ktoré je rozptýlené v atmosfére (na molekulách plynov, na časticách prirodzeného alebo umelého pôvodu), je umelo pridávané do nočného prostredia, svieti tam, kde to nie je potrebné.

Jednoznačný výklad termínu neexistuje. Existujú názory, že slovné spojenie „svetelné znečistenie“ je nesprávne, nakoľko svetlo nič neznečisťuje, že tento termín je nesprávny. Svetlo je indikátorom existencie atmosféry a jej okamžitého stavu. Nutnou podmienkou, aby niečo bolo znečistené je skutočnosť, že to zostane znečistené aj po skončení pôsobenia toho, čo znečistenie spôsobuje <sup>(1)</sup>. V prípade svetla sa však rozptýl v atmosfére okamžite skončí vypnutím jeho zdroja. Preto je, podľa niektorých autorov, snáď vhodnejšie používať termín „rušivé svetlo“ alebo „svetelný smog“. V zahraničnej legislatíve, v odbornej, predovšetkým astronomickej, ale aj laickej verejnosti je však zaužívaný termín svetelné znečistenie. Pre populárne prednášky sú vhodné napríklad názvy: „Zachráňme noc“, „Potrebujeme tmu?“, „Máme dostatok tmy?“.

Svetelné znečistenie vzniká rozptylom svetla v atmosfére. Z hľadiska šírenia tohto znečistenia sú najhoršie takzvané šikmé zväzky. Ak smeruje svetlo zo zdroja kolmo hore, v atmosfére sa rozptýli len 30 %, ostatné unikne do vesmíru. Pri svietení v uhle 15° nad horizont sa však rozptýli už 76 % a pri 5° dokonca 97 %. Veľké mestá osvetľujú oblohu často aj do vzdialenosti väčšej ako 100 km. Pozemné merania jasu nočnej oblohy sú od polovice minulého storočia a v posledných rokoch je nárast exponenciálny. Prognóza do budúcnosti je priam hrozivá. V súčasnosti 99% populácie v Európe žije v oblastiach zasiahnutých svetelným znečistením. Hlavným zdrojom svetelného znečistenia je predovšetkým nevhodné verejné osvetlenie.



Obr. 2 Vplyv šikmých zväzkov na rozptyl v atmosfére

(1) Výnimkou sú fosforeskujúce (fotoluminiscencia) látky v atmosfére alebo pôsobenie svetla na fotografické emulzie alebo CCD čipy. V tomto prípade je zaužívané používať termín závoj alebo šum.

Inštalované svietidlá svietia aj tam kam nemajú. V mestách a obciach je množstvo svietidiel, ktoré cez deň vyzerajú možno pekne, no v noci svietia hlavne do očí. Sú

mnohonásobne svetlejšie ako osvetľovaný terén, pôsobia veľmi rušivo. Ľudia sú oslnení. Rekonštrukcie verejného osvetlenia, ktoré sú v súčasnosti bežné sú však často zamerané len na úspory elektrickej energie. Rekonštrukciou sa dá ušetriť 30 – 50 % elektrickej energie potrebnej na verejné osvetlenie, no stačí však len málo a rekonštrukcia by mohla zamedziť aj nadmernému rušivému svetlu a predovšetkým oslneniu.

## 2. Vhodné a nevhodné osvetľovanie

V mestách a obciach, na osvetľovanie komunikácií, reklamných plôch, štadiónov, parkovísk, športovísk sú často používané svietidlá, ktoré svietia aj tak kde nemajú. Typickým príkladom sú rozšírené „gule“, dohora svietiace reflektory či svietidlá s vypuklým sklom a nevhodným sklonom. Tieto svietidlá sú nielen nevhodné z hľadiska svetelného znečistenia ale sú aj neekonomické, nakoľko značná časť svetla svieti na miesta kam nemá. Príklady vhodných a nevhodných svietidiel verejného osvetlenia sú **v prílohe**.

Základné princípy osvetľovania:

- Svietidlá majú svietiť len tam, kde je to nutné a vždy len toľko, ako je to nutné.
- Svietme len dole pod seba, nie do vodorovných smerov alebo dokonca smerom hore.

### Do horného polpriestoru nesvietme vôbec !

Čo nemusíme:

- nesvietme na iné pozemky, miesta či plochy, napríklad na susedov dvor, záhradu, svah nad obcou, do okien domov, ale len na chodník, vozovku či inú plochu, kde je to nevyhnutne nutné
- nesvietme do očí chodcom, vodičom, zamestnancom, hosťom, ...
- nesvietme zbytočne silno
- nesvietme nad obzor alebo len tak do vzduchu.

## 3. Negatívne vplyvy svetelného znečistenia

### 3.1. Príroda

Ľudia v noci väčšinou spia, no veľa živočíchov je aktívnych práve v noci. Nadmerné svetlo v ich prirodzenom prostredí je pre nich vážnym problémom. Nedostatok tmy narušuje ich prirodzený životný cyklus, ktorému sa prispôbovali milióny rokov počas svojej evolúcie.

Asi dve tretiny vtákov tiahnu prevažne v noci, orientujú sa podľa hviezd aj magnetického poľa. Ak sú pozemné svetlá príliš jasné, vtáci sú dezorientovaní, zosadajú a nepokračujú v lete. Pri zamračenej oblohe je tento efekt ešte výraznejší. Vtáci často krúžia okolo osvetlených výškových budov, vrážajú do nich a hynú. V dôsledku stretu s budovami zahynie 100 – 900 miliónov vtákov ročne. Je to viac ako všetky ostatné spôsoby spolu. V tabuľke sú výsledky výskumu počas 20 rokov. Ako odstrašujúci príklad je bilancia jednej noci v Toronte v roku 2000: pri 34 budovách bolo nájdených mŕtvych 582 vtákov (37 druhov)...

Tab. 1

<b>faktory úhynu vtákov</b>	<b>počet za rok</b>
zrážky s budovami	100 - 900+ miliónov
elektrické vedenia	< 174 miliónov
poľovníci.	100 + miliónov
mačky	100 miliónov
automobily	50 -100 miliónov
poľnohospodárstvo (pesticídy)	67 miliónov
komunikačné veže	4 - 10 miliónov
oleje a plynné exhaláty	1 - 2 milióny
transformátory	> 1 000
zásobníky a nádrže (utopenie), zúrodňovanie pôdy, komerčný rybolov, povrchové bane, ...	neznáme

Vtáky žijúce v mestách alebo v blízkosti ľudských obydí reagujú na svetelné znečistenie zmenou svojho životného rytmu. Problematickejšie rozoznávajú príchod noci, spievajú aj v noci, v noci pokračujú v kŕmení mláďat alebo začínajú hniezd v nevhodnom čase.

Hmyz je prirodzene priťahovaný lampami, zvlášť tými, ktoré sú zďaleka nápadné. V ich okolí hľadajú potravu, partnera alebo miesto na kladenie vajíčok. Celé roje hmyzu v okolí pouličných svietidiel sú bežné, no v žiadnom prípade nie prirodzené. Netesné kryty svietidiel sú pre hmyz smrteľnými pascami, hmyz je ľahko uloviteľný predátormi, nekonečným krúžením okolo zdroja svetla sa vysilí a hynie. Tieto svetelné pasce sa významne podieľajú na ochudobňovaní druhej rozmanitosti hmyzu aj výraznej redukcii ich počtu. V mnohých prípadoch sa jedná o druhy, ktoré sú dôležité pre reprodukciu rastlín alebo aj opelenie ovocných stromov.

Známy je prípad vyliahnutých korytnáčiek, ktoré sa dezorientované umelým osvetlením vydávajú smerom od mora a hynú. Nakoľko situácia začala byť kritická v čase liahnutia karety veľkej sú svetlá v blízkosti pláží redukované alebo dokonca vypínané.

Umelé svetlo rozvracia aj vodné ekosystémy, pretože mnohé organizmy sú závislé na tmavej noci. Napríklad osvetlenie väčšie ako asi stotina luxu obmedzuje vyplávanie dafnií k hladine a teda aj konzumáciu fytoplanktónu.

Silné svetelné zdroje v blízkosti stromov majú vplyv na nepravidelnosť ich koruny. Na svetlo sú citlivé napríklad platany, stromy na umelé svetlo reagujú neskorým opadávaním listov a následne poškodením mrazmi.

### 3.2. Človek

Svetelné znečistenie je novým prvkom zasahujúcim do života ľudí. Pokojný spánok je nutný na regeneráciu organizmu. Regenerácia v tme je rýchlejšia o 1 - 2 hodiny.

Denný a nočný režim je určovaný receptormi v sietnici, ktoré sú na nej rozložené rovnomerne a obsahujú farbivo melanopsin. Tieto gangliové bunky majú maximum citlivosti viac do modrej časti spektra ( $465 \pm 20$  nm) ako je maximálna citlivosť ľudského oka v žltozelenej oblasti (okolo 555 nm). Biorytmus riadi epifýza (nadvesok mozgový, šuškovité teliesko) a hormón melatonín, ktorý produkuje. Tento „spánkový“ hormón je produkovaný len v tme. Melatonín je najúčinnnejším antioxidantom, ktorý chráni bunky pred nádormi, zníženie jeho hladiny znamená nárast kyslíkových radikálov. Kyslíkové radikály narušujú jadrá buniek a tým prispievajú k vzniku karcinogénnych ochorení, arterosklerózy a ďalších chorôb. Nedostatok melatonínu zapríčiňuje vyššiu tvorbu nádorov a ich rýchlejšiu rast. Je vysoko pravdepodobné, že



svetelné znečistenie je jedným z faktorov čoraz väčšieho výskytu civilizačných chorôb.

Napriek tomu, že experimentálne potvrdenie tohto faktu nie je jednoduché z dôvodu problematickeho porovnania rizikových skupín, prvé nevyvrátiteľné dôkazy existujú. Vplyv nočného svetla je preukázaný u výskytu rakoviny prsníka a prostaty a to až päťnásobne u ľudí dlhodobo pracujúcich v nočných zmenách.

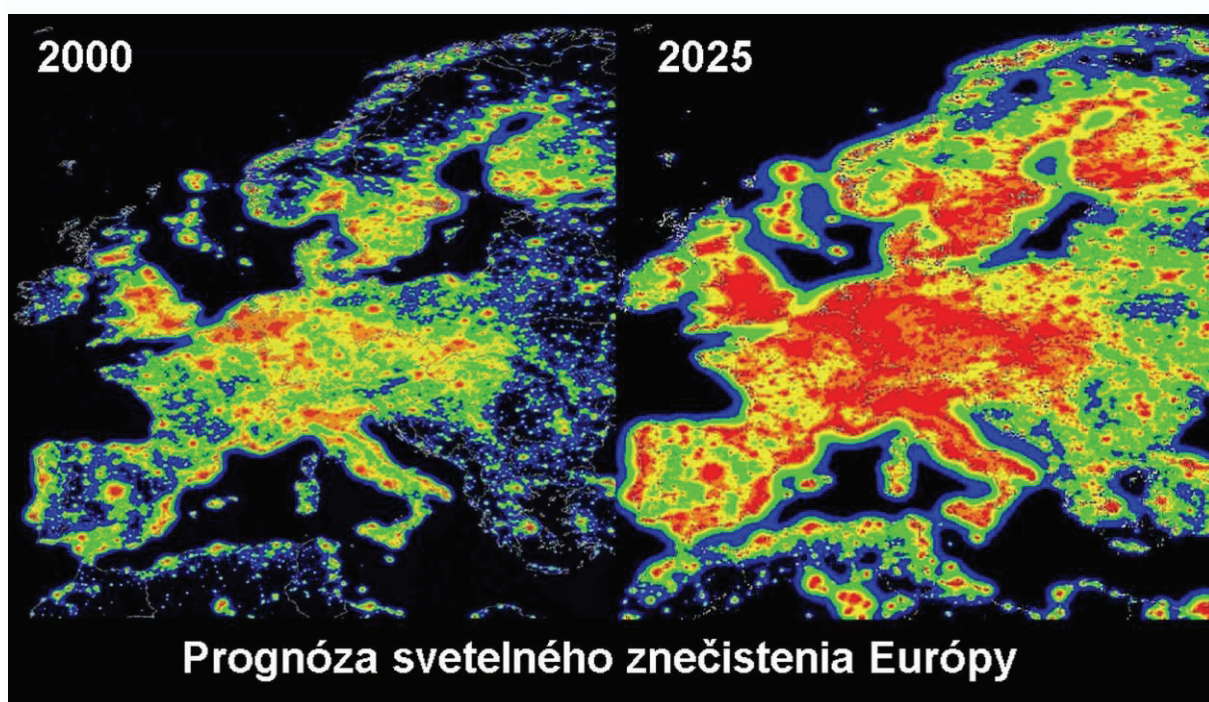
Riešením redukcie nevhodného osvetľovania je používanie plne clonených svietidiel, ktoré svietia len tam kde majú a redukcia intenzity v čase, keď to nie je potrebné. Ako zdroj svetla je najvhodnejšia sodíková výbojka, ktorej maximum žiarenia je v žltej oblasti spektra a v modrej, ktorá denný rytmus poškodzuje, vyžaruje len minimálne.

Škodlivosť nedostatku tmy je dokázaná a v budúcnosti bude mať vážne biomedicínske dôsledky, ktorých závažnosť si teraz uvedomujú len odborníci zaoberajúci sa touto problematikou. Narušením prirodzených biologických rytmov sa zvyšuje stres, nespavosť i psychické problémy.

### 3.3. Spoločnosť

Svietením do nepotrebných smerov zbytočne mŕňame elektrickú energiu a tým prispievame k produkcii skleníkových plynov, ktoré sú zodpovedné za globálne otepľovanie. Aj keď dnes ešte existuje hŕstka odborníkov, ktorí problém globálneho otepľovania popierajú, je to fakt ktorý tu je a ľudstvo ho riešiť musí. A navyše, za zbytočné a neefektívne svietenie platíme, mrháme finančnými prostriedkami. Len v USA sa za svietenie „do vzduchu“ vynaložia 2 miliardy dolárov. Ak sa dnes slovo ekológia skloňuje na každom kroku, je na mieste si uvedomiť, že aj vhodným osvetľovaním môžeme prispieť k aspoň nezhoršujúcemu sa stavu.

Mestský človek a dnes predovšetkým deti považujú pohľad na hviezdnu oblohu za vzácnosť, ochudobňujeme sa o pohľad do vesmíru. Hviezdnatá obloha je neoddeliteľnou súčasťou prírody, mali by sme si ju chrániť, aby sme sa nemuseli na ňu chodiť pozeráť do chránených parkov tak, ako dnes chodievame do zoolologickej záhrady.



Obr. 3 Prognóza svetelného znečistenia Európy

Závažným problémom nevhodného osvetľovania je oslnenie, ktoré je zvlášť škodlivé u starších ľudí. Správne osvetľovanie má svoj význam aj v bezpečnosti na cestách a chodníkoch.

### **3.3.1. Dopravná nehodovosť**

Nevhodné osvetlenie má vplyv aj na dopravnú nehodovosť predovšetkým z týchto dôvodov:

- oslnenie vodičov priamym svetlom, efekt podobný tomu ako pri osvetlení diaľkovými svetlami prichádzajúceho motorového vozidla
- pri oslnení vodiča sú jeho oči nútené náhle sa prispôsobiť vyššej intenzite, predlžuje sa jeho reakčný čas
- osľujúce osvetlenie chodníkov, peších zón či schodov môže byť zdrojom úplne zbytočných úrazov . Zvlášť dôležité je správne osvetlenie prechodov pre chodcov.
- pri striedaní nevhodných svietidiel vzniká „plotový“ – stroboskopický efekt, ktorý významne prispieva k únave vodiča.

### **3.3.2. Kriminalita**

Ak svietidlá nesvietia do očí, vidíme lepšie aj do tmavých zákutí. Častokrát stačí polovičná intenzita osvetlenia k tomu, aby sme pohodlne a bezpečne rozoznávali v noci predmety, či prekážky na ceste.

Aj keď vplyv na kriminalitu nie je veľký, predsa existuje. Je mylné sa domnievať, že silným osvetlením priestorov a budov kriminalita poklesne. Pri vysokej intenzite svetla je oko oslnené a nie je vidieť do tmavých zákutí. Výsledky napr. z Chicaga ukazujú, že pri vhodnej rekonštrukcii verejného osvetlenia bol zaznamenaný pokles, nie nárast kriminality. Pre zníženie kriminality teda nie je dôležitá intenzita osvetlenia, ale jeho kvalita bez možnosti prípadného oslnenia. V mestách a obciach sú pre zvýšenie bezpečnosti montované monitorovacie „strážne“ CCD kamery, ktoré sú však prispôbené automatickému režimu snímania a teda silné zdroje svetla ich relatívnu citlivosť znižujú.

### **3.3.3. Astronómia**

Na problém svetelného znečistenia začali ako prví poukazovať práve astronómovia, ktorým sa na oblohe začali strácať hviezdy. Presvetlená obloha je prekážkou pri skúmaní vesmíru, vadí nielen astronómom profesionálnym. Hviezdna obloha je neoddeliteľnou súčasťou nášho prirodzeného prírodného prostredia a je v našich silách zladit' rozvoj spoločnosti s pohľadom na tmavú nočnú oblohu.

## **4. Legislatíva**

### **Kanárske ostrovy**

Už v roku 1988 prijala Španielska vláda zákon, ktorý na stal vzorom pre ďalšie mestá, regióny či štáty. V tomto turistickom raji dokázali zladit' požiadavky vhodného osvetlenia s ochranou nočnej oblohy. Jedným z dôvodov bol aj fakt, že sa tu nachádzajú významné astronomické observatória.

### **Lombardia**

V severotalianskej provincii Lombardia bol v roku 2000 prijatý regionálny zákon regulujúci vonkajšie osvetlenie, ktorého účelom je nielen úspora elektrickej energie ale aj ochrana vedeckého výskumu a popularizácie astronómie. Na základe kladných ohlasov obyvateľstva bol zákon v roku 2004 ešte sprísnený.

### Katalánsko

Autonómna oblasť severovýchodného Španielska prijala v roku 2001 zákon zamedzujúci svetelnému znečisteniu. Je to aj výsledok aktivít ochrancov prírody. Usporili 30 % elektrickej energie, poklesla kriminalita, s clonenými svetidlami sú ľudia veľmi spokojní.

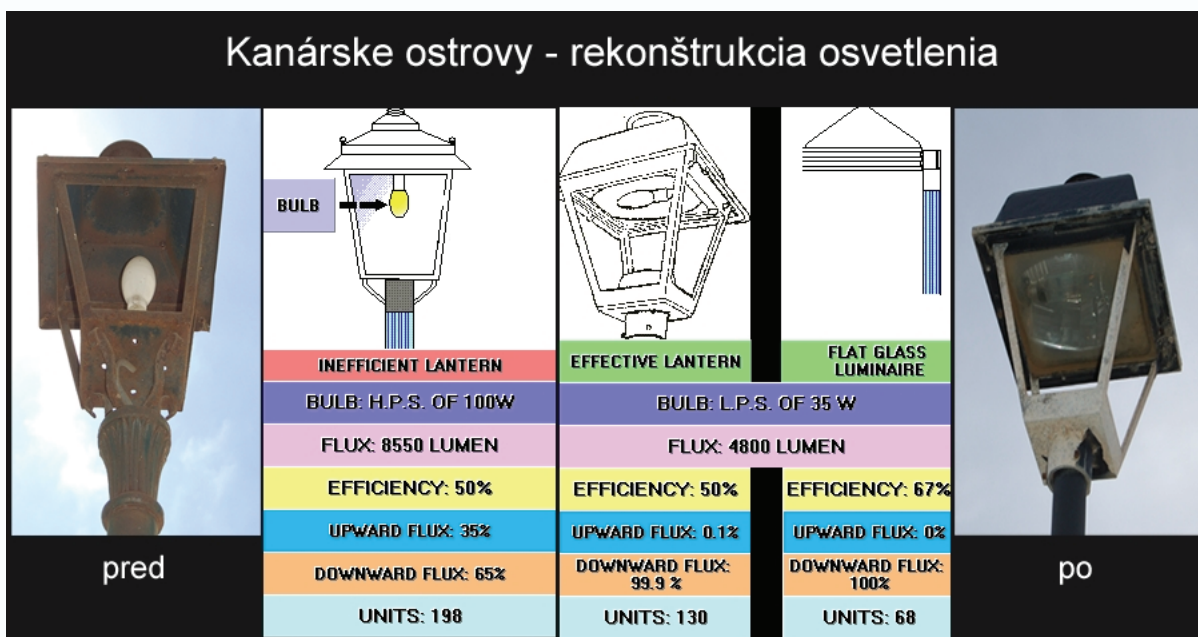
### Česká republika

Prvý celoštátny zákon regulujúci vonkajšie osvetlenie prijala Česká republika v roku 2002 (zákon o ochrane ovzdušia č. 86/2002). Prijatie tohto zákona sa stretlo vo svete s veľkým a pozitívnym ohlasom. Vykonávacie predpisy však vládou prijaté neboli a v roku 2004 bola dokonca schválená novela zmierňujúca.

### Slovinsko

27. augusta 2007 bol v Slovinsku prijatý celoštátny zákon, ktorý účinne reguluje vonkajšie osvetľovanie s cieľom redukcie nákladov na spotrebu elektrickej energie ale aj ochranu nočného prostredia pred nežiaducimi účinkami svetla. Osvetlenie bude v Slovinsku plne v súlade so zákonom do roku 2017 a pri dvojmiliónovej populácii sa ročne ušetrí za elektrinu 10 miliónov euro.

Pozitívne príklady sú aj z niektorých štátov USA (**Connecticut, Rhode Island**), niekde sa plne clonené svetidlá používajú na osvetľovanie komunikácií už desaťročia (**Washington, Kalifornia**). Správnym smerom sa vybrali aj niektoré mestá v **Chile**, v Európe je mnoho správne osvetlených miest vo **Švajčiarsku**.



Obr. 4 Rekonštrukcia osvetlenia

Skvelým príkladom vhodnej rekonštrukcie verejného osvetlenia je **Calgary** v Kanade. Toto vyše miliónové mesto vymenilo v roku 2001 všetkých 49 000 svetidiel. Všetky svetidlá majú ploché spodné kryty, neoslňujú a aj pri rastúcich cenách energie bola návratnosť investície len 6 rokov. Úspora za energiu je 2,1 milióna USD.

U nás sa síce robia rekonštrukcie verejných osvetlení, hlavným účelom je však úspora energie, problém svetelného znečistenia je zanedbávaný. Sú bežné prípady svetidiel, ktoré síce svetelné znečistenie nespôsobujú, no oslnenie áno. V niektorých štátoch Európskej únie je legislatíva zaoberajúca sa touto problematikou v príprave

a je len otázkou času, kedy bude schválená záväzná norma pre všetky členské štáty. A malo by teda byť logické, aby sa súčasné rekonštrukcie robili nielen s ohľadom na úsporu elektrickej energie.

U nás, žiaľ, máme len veľmi nedostatočnú oporu v § 127 Občianskeho zákonníka (40/1964 Zb.):

*„Vlastník vecí sa musí zdržať všetkého, čím by nad mieru primeranú pomerom obťažoval iného alebo čím by vážne ohrozoval výkon jeho práv. ... nesmie nad mieru primeranú pomerom obťažovať susedov hlukom, prachom, popolčekom, dymom, plynmi, parami, pachmi, pevnými a tekutými odpadmi, svetlom, tienením...*

Tento paragraf je možné aplikovať v prípade konkrétneho zdroja svetla, ktorý je nevhodný a obťažuje.

### Záver

Problém svetelného znečistenia je problémom celosvetovým. Vzhľadom na prirodzený rozvoj civilizácie bude veľmi problematické súčasný nepriaznivý stav zvrátiť. Je však možné tento stav aspoň nezhoršovať, veď svetelné znečistenie je práve zo všetkých znečistení odstrániteľné najľahšie. V mnohých prípadoch sú riešenia veľmi jednoduché a nevyžadujúce veľké investície. Jedná sa skôr len o pochopenie závažnosti problematiky. Je nutné používať plne clonené svietidlá s plochými krytmí, citlivo osvetľovať reklamné plochy, štadióny a športové areály, parkoviská. Zamedziť svieteniu nad horizont a mimo objektov, ktoré majú byť osvetľované, v noci, keď to nie je potrebné svetlá vypínať alebo aspoň ich intenzitu znížiť.

Problému sa venujú v súčasnosti odborníci z mnohých odborov: astronómia, ekológia, energetika, ornitológia, entomológia, neurológia, onkológia, dopravní technici, kriminalisti... V rámci IYA 2009 je na Slovensku putovná výstava k problematike svetelného znečistenia a vyhlásená fotografická súťaž Svietme si na cestu, nie na hviezdy ([www.szaa.org](http://www.szaa.org), [www.svetelneznecistenie.sk](http://www.svetelneznecistenie.sk)).



Obr. 5 Logo fotosúťaže

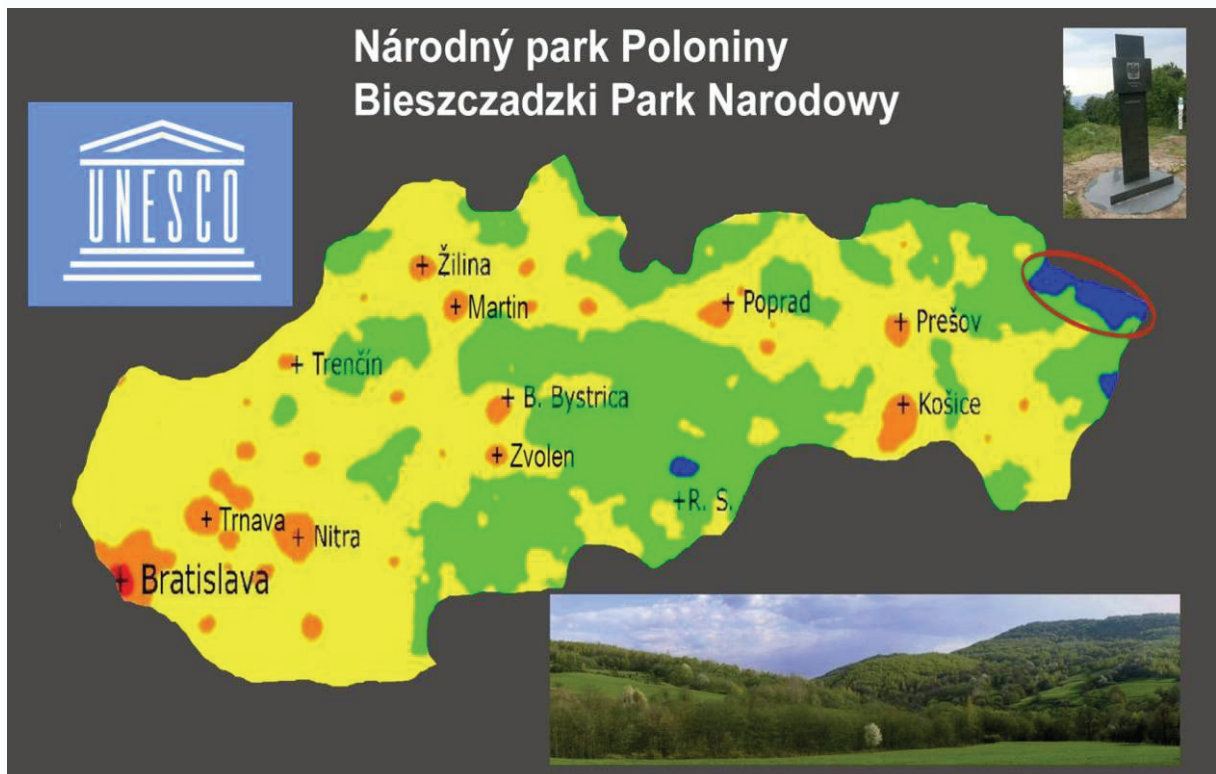
Správnym osvetľovaním dosiahneme:

- zmenšenie spotreby elektrickej energie, zníženie produkcie CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> a iných škodlivých emisií
- pre ľudí vytvoríme zdravšie prostredie, ktoré môže prispieť k zníženiu výskytu civilizačných chorôb



- zlepšíme prirodzené prostredie pre živočíchy a rastliny, ktoré tmu potrebujú pre svoju existenciu
- zmenšíme oslnenie a tým zvýšime bezpečnosť v doprave a pre chodcov
- umožníme kvalitnejšie astronomické pozorovania a prispejeme k poznávaniu krás nočnej oblohy, ktorá je našim kultúrnym dedičstvom

Pre dosiahnutie týchto cieľov je však nutné, aby sa touto problematikou začali vážne zaoberať aj politici. Od miestnych až po tých vrcholových.



Našou snahou je vytvoriť chránené územie (informačnú zónu), kde bude nočná obloha blízka prírodným podmienkam, nerušeným svetelným znečistením.

Deklarácia ľudských práv pre budúce generácie:

**„Budúce generácie majú právo na nezničenú a neznečistenú Zem, vrátane práva na čistú oblohu“.**

(konferencia UNESCO, La Laguna, Tenerife, Kanárske ostrovy, 1994)

### Podakovanie

Za podklady a spoluprácu ďakujem: RNDr. Janovi Hollanovi (Hvězdárna a planetárium M. Kopernika v Brne), Pavlovi Suchanovi (Česká astronomická společnost, Astronomický ústav AV ČR v.v.i.) a Ing. Pavlovi Ďurišovi (Slovenská astronomická spoločnosť pri SAV, Slovenský zväz astronómov amatérov).



Ilustračný obrázok hvezdárne za súčasného stavu



Ilustračný obrázok hvezdárne bez svetelného znečistenia

**Adresa autora**

RNDr. Pavol Rapavý  
Hvezdárneň v Rimavskej Sobote  
Tomašovská 63  
979 01 Rimavská Sobota  
astrors@astrors.sk

**Príloha (nevhodné a vhodné typy svietidiel)**

