

Andrej Mohar

SVETLOBNO ONESNAŽENJE, BLEŠČANJE IN PRIMERJALNE MERITVE

LIGHT POLLUTION, GLARE AND COMPARATIVE MEASUREMENTS

Povzetek

Večino svetlobnega onesnaženja povzročata nezasenčena ali slabo zasenčena javna razsvetljava, ki je tudi poglavitni vzrok za bleščanje. Zato je smiselno, da ta dva problema obravnavamo skupaj. Prispevek obravnava problem slabo zasenčenih svetil in teoretični vpliv na svetlobno onesnaženje. Navedeni so konkretni primeri neustrezne, večinoma nove zunanje razsvetljave v Sloveniji z meritvami osvetljenosti. Zmanjševanje bleščanja z uporabo zasenčenih svetilk omogoča boljše vidno zaznavanje v prometu in povečuje varnost udeležencev v prometu. Zasenčene svetilke omogočajo enako ali boljše vidno zaznavanje z nižjimi nivoji osvetljevanja. Uporaba zasenčenih svetilk z manj bleščanja ni koristna samo za ljudi in okolje, ampak je tudi ekonomsko upravičena. Podani so predlogi za spremembo priporočil glede vsiljene svetlobe.

Abstract

Vast majority of light pollution is contributed by unshielded and badly shielded luminaries, which are also the main reason for glare. This makes sense to treat two problems as a bound one. This paper describes a problem of badly shielded luminaries and their theoretical effect on light pollution. Several examples of unproprioate outdoor illumination are described together with quantitative illumination measurements. Visibility and traffic safety can be increased by using high quality full cut-off luminaries which have no glare. Full cut-off luminaries provide better visibility at the same or even lower level of illumination. Using full cut-off luminaries has many benefits for people, environment and energy reduction. Several new recommendations are introduced.

1. Uvod

Svetlobno onesnaženje postaja vedno večji problem. Najprej so ga občutili poklicni in nepoklicni astronomi in ekologi, sedaj pa se v napore za zmanjšanje svetlobnega onesnaženja vedno bolj intenzivno vključujejo tako strokovnjaki za razsvetljava, arhitekti, zdravniki, kot tudi širša javnost. V nekaterih državah, recimo v Belgiji ali Nizozemski, ki sta med najbolj svetlobno onesnaženimi državami na svetu, vlagajo velika sredstva v odpravljanje posledic svetlobnega onesnaženja. Samo Belgija temu namenja več milijonov evrov letno (Pas, 2005).

Osvetljevanje je koristno, o tem ni dvoma. Vendar je pomembno, da osvetljujemo tam, kjer svetlobo potrebujemo. Nepravilno usmerjena svetloba vdira v stanovanja, kar imenujemo

vsiljena svetloba. Za marsikoga je to lahko zelo moteče in lahko postane **svetlobno nadlegovanje**. Britanski parlament je v letu 2005 sprejel zakonodajo, ki določa, da je pretirana svetloba, ki vdira iz javnih površin v stanovanja, svetlobno nadlegovanje. Ta odločitev parlamenta ima daljnosežne posledice na zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja, saj bodo morali organi oblasti na lokalnem nivoju odstraniti ali zasenčiti vsako svetilko, za katero bodo stanovalci menili, da jim povzroča neposredno svetlobno nadlegovanje.

Poslovni broj:P-294/04-

Z A P I S N I K O O B J A V I
Sastavljen kod Općinskog suda u Malom Lošinj
Dana 24.lipnja 2005.g.

OD SUDA NAZOČNI:

S u d a c: Gordana Holer

Zapisničar: Vida Komin

TUŽITELJ: ██████████ Branka
TUŽENIK: Grad M.Lošinj
RADI: Smetanja# posjeda

Početak u 09,00 sati

Za tužitelja: punomoćnik odvjetnik Branimir Kojić, odvjetnik iz M.Lošinja
Za tuženog: zamjenik punomoćnika odv.vjezbenik Barbara Garić

Sudac donosi i javno objavljuje

U IME REPUBLIKE HRVATSKE
RJEŠENJE

Utvrđuje se da je tuženik smetao tužiteljicu u posljednjem mirnom posjedu kuće u Ustrinama kbr. ████████, na način što je dana 15.7.2004.g. na udaljenosti od cca 3 metra od označene kuće postavio rasvjetni stup visine 8 metara sa živinim reflektorom snage 250 W usmjeren prema kući, pa je time, usljed jačine svjetlosti u večernjim i noćnim satima, onemogućio tužiteljicu u spavanju u prostorijama za to predviđenim i boravku na terasi, te mu se nalaže uspostava ranije posjedovnog stanja na način da ukloni navedeno rasvjetno tijelo-reflektor, a zabranjuje mu se ubuduće svako takvo ili slično smetanje posjeda tužiteljice, sve u roku od 8 dana pod prijetnjom ovrhe.

Tuženik se obvezuje naknaditi tužiteljici trošak parničnog postupka u iznosu od 7.920,30 kuna u roku od 8 dana od pravomoćnosti rješenja pod prijetnjom ovrhe.

Dovršeno u 09,10 sati

Slika 1: Vsiljena svetloba je moteča. V kraju Ustrine na Malom Lošinj je oškodovanka dobila tožbu proti mestu Mali Lošinj in dosegla odstranitev moteče svetilke.

V tem prispevku se ne bomo ukvarjali s psihološkim bleščanjem, ki je posledica dojemanja posameznika in je prav gotovo moteče. Zanimalo nas bo fiziološko bleščanje in možni načini zmanjšanja fiziološkega bleščanja na najnižjo možno mero.

Uporaba slabih, nezasenčenih svetilk ali pretiravanje z osvetljevanjem je uničilo okolje do te mere, da več kot 80% prebivalcev Slovenije izpred svojega doma ne more videti Rimske ceste. Vojko Kogej, publicist na področju astronoavtike navaja, da je leta 1968 pred svojim domom pod Ljubljanskim gradom (danes Šaranovičeva ulica) s prostim očesom videl Rimsko cesto. To pomeni, da je bilo tedaj iz središča Ljubljane vidnih s protim očesom najmanj 2000 zvezd. Danes jih v najboljših nočeh iz središča Ljubljane vidimo samo nekaj deset, čeprav se s prostim očesom lahko vidi 7000 zvezd. Na Gimnaziji Ljubljana Šentvid smo imeli astronomski krožek, kjer smo še leta 1980 z manjšim teleskopom videli večino najbolj svetlih astronomskih objektov. Današnja generacija tega ne vidi več. Ljubljana se ne more hvaliti, da je svetlobno onesnaženje dokaz velike prestolnice. Mesto Tucson v Arizoni ima 510.000 prebivalcev, dvakrat toliko kot Ljubljana. Mesto, izložbe, ceste in javne površine so v tem mestu osvetljene tako kot v vseh drugih velemestih, vendar se iz središča mesta vidi Rimska cesta. **Skrivnost je v uporabi zasenčenih svetilk in v zakonodaji, ki zmanjšuje svetlobno onesnaženje.**

Svetlobno onesnaževanje ruši človekov dnevni ritem. Za zdravo življenje je potrebna tako dnevna svetloba, kot tudi noč, počitek in tema. Motnje tega ritma povzročajo odtujenost od narave. Ta odtujenost od narave ima lahko pri državljanih ne samo estetske, ampak tudi psihološke posledice. Odtujenost od narave povečuje depresivnost, kar bi moralo skrbeti predvsem Slovence, saj smo prav na vrhu svetovne lestvice po številu samomorov. S samomori izgubimo 600 prebivalcev letno, dvakrat toliko kot je žrtev prometa.

2. Meritve osvetljenosti

Meritve osvetljenosti so bile napravljene v skladu s priporočili SDR za cestno razsvetljavo PR5/2 iz leta 2000. Uporabili smo digitalni merilnik osvetljenosti Minolta T-10. Merilnik sodi med bolj natančne prenosne merilnike. Svetlomer ima $V(\lambda)$ 8%, ločljivost je 0,01 lx. Naprava ima zelo linearen odziv, natančnost elektronike brez napake spektralne občutljivosti in korekcije kota je $\pm 2\%$ +1 znak. Ponovljivost je pri nizkih osvetljenostih v razredu 0,01 lx, pri višjih osvetljenostih je ta vrednost višja, vendar še vedno zelo majhna v primerjavi z drugimi napakami, vključno z napako vpliva odboja svetlobe od osebe, ki opravlja meritve. Zato lahko zaključimo, da so terenske meritve v tem prispevku napravljene z merilno negotovostjo $\pm 10\%$ +2 znaka. Vse meritve osvetljenosti niso podane z namenom, da bi diskutirali o relativno majhnih napakah pri merjenju, temveč želimo podati globalno sliko problemov, ki so pogosto desetkratnik merilne negotovosti svetlomera. Svetlomer je bil kalibriran v letu 2005.

V zadnjem času slišimo, da je trend določanje kvalitete osvetljevanja javnih površin na osnovi meritev svetlosti. Merjenje svetlosti je veliko dražji način, ki je dostopen le redkim inštitucijam v Sloveniji. Če želimo urediti zunanje osvetljevanje glede na priporočila (žal novih v slovenščini še ni, stara so zastarela) je nujno, da ima čimveč projektantov kvalitetno, vendar še vedno cenovno dostopno merilno opremo. Merilnik osvetljenosti je enostavna in cenovno najbolj ugodna rešitev, zato priporočam, da se ga uporablja kjerkoli je to mogoče.

3. Bleščanje

Bleščanje je smrtno nevarno. S tem bi se najbolj strinjali npr. vojaški piloti, saj je napad na sovražna letala ali druge objekte z soncem za seboj, zmagovita taktika. Na desetine tisočev ljudi je v drugi svetovni vojni izgubilo življenja, ker niso opazili ali videli napadalcev, ker jih je zaslepila svetloba Sonca.

V miru bleščanje povzroča manj žrtev, saj veljajo zelo stroga pravila glede kvalitete in zasenčenosti žarometov na vozilih. Razvoj avtomobilskih žarometov je že pred desetletji dosegel visoko stopnjo razvoja, ko izboljšave niso več možne, ali pa so samo malenkostne.

Pri zunanji razsvetljavi je drugače. Stroka se že dolgo zaveda problema bleščanja, vendar proizvajalci svetilk v preteklosti niso imeli tehnično in cenovno ugodnih rešitev. Zgodovinska posledica nekdanjega stanja tehnologije je, da ni bilo (in marsikje še vedno ni) na tem področju nobene zakonodaje. V zadnjem obdobju se bleščanju posveča več pozornosti. Svetilke, ki zmanjšajo bleščanje na minimum so popolnoma zasenčene svetilke (full cut-off ali FCO). Dandanes nudi industrija kakovostne, popolnoma zasenčene svetilke, ki zmanjšajo bleščanje in svetlobno onesnaževanje. Žal je le-teh v Sloveniji od vseh inštaliranih svetilk manj kot 3% (ocena na osnovi strukture prodaje največjega dobavitelja v Sloveniji, Siteca, 2005). Večina svetilk v Sloveniji je torej nezasenčenih in to je pglavitni razlog za bleščanje in svetlobno onesnaževanje.



Slika 2: Kroglasta svetilka v Kosezah v Ljubljani je bleščala v stanovanje, zato je stanovalec motečo polovico svetilke pobarval. Kroglaste svetilke večino energije pošljejo v nebo in s tem močno onesnažujejo okolje. V Sloveniji so vasi, občine, celo pokrajine samih nezasenčenih kroglastih svetilk. Takšne svetilke so ekološko potratne, saj svetijo v nebo namesto v tla, zato jih je potrebno z zakonom prepovedati.

3.1 Nova tehnologija omogoča izdelavo kakovostnih, popolnoma zasenčenih svetilk

Nekdaj je bila tehnično dobra rešitev nizeknaplačna natrijeva sijalka (LPS). Problem te sijalke so njene velike fizične dimenzije. Ker je izvor svetlobe velik, zahteva veliko optiko in s tem postaja celotna svetilka prevelika. **Velik vir ni mogoče dobro usmeriti, zato svetilke z nizkotlačno natrijevo sijalko ne omogočajo dobro usmerjene svetlobe.** Visokotlačne

natrijeve sijalke (HPS) so majhne, zato je lažje usmerjati njihovo svetlobo. Sodobni računalniški programi omogočajo računalniško generiranje optičnega sistema svetilke s čimer zagotovimo, da je svetloba iz takšne sijalke kar najbolj enakomerno usmerjena na površino cestišča. Majhen izvor svetlobe poceni svetilko. Pri svetilkah z manjšo sijalko je tehnično lažje izvedljivo popolno zasenčenje. Pri popolnoma zasenčeni svetilki gre vsa svetloba pod vodoravnico.

3.2 Zastarela priporočila CIE za razmerje navzgor oddane svetlobe

Razmerje navzgor oddane svetlobe ULR (Upward Light Output Ratio) določa, koliko odstotkov celotnega svetlobnega toka lahko svetilka odda nad vodoravnico. CIE iz leta 1997 priporoča (Schreuder, 2005), da je ta vrednost v mestih med 0 % in 25 % (cona E4), v predmestjih pa od 0 % do 15 % (cona E3). To priporočilo je zastarelo, saj temelji na nekdanji tehnologiji izdelave svetilk. Danes ni prav nobenega tehničnega, ekonomskega ali drugačnega razloga, da bi svetlobo pošiljali nad vodoravnico v nebo. Industrija nudi dovolj široko izbiro svetilk, ki ne bleščijo, ne svetijo neposredno v vesolje in imajo ULR 0 %. Svetlobo potrebujemo na zemlji, zakaj bi jo nekoristno pošiljali v vesolje? Nenazadnje je zastarelo priporočilo CIE v nasprotju s Kjotskim protokolom, ki predvideva zmanjšanje emisij CO₂. Električni tok oz. svetlobna energije je pogosto iz fosilnih goriv, zato je pošiljanje svetlobe v vesolje ekološko škodljivo tudi s stališča emisij CO₂.

3.3 Priporočilo Dark Sky Association je 0 % emisija nad kotom 85°

Strokovna javnost in ekologi so v večini držav enotni, da ne potrebujemo svetlobe nad vodoravnico in da le-ta povzroča svetlobno onesnaženje. Zadnje raziskave so pokazale, da je problematična vsa svetloba nad kotom 85°, ker tudi ta povzroča bleščanje in svetlobno onesnaženje. Zato je priporočilo Dark Sky Association emisija 0% ULR nad 85°.

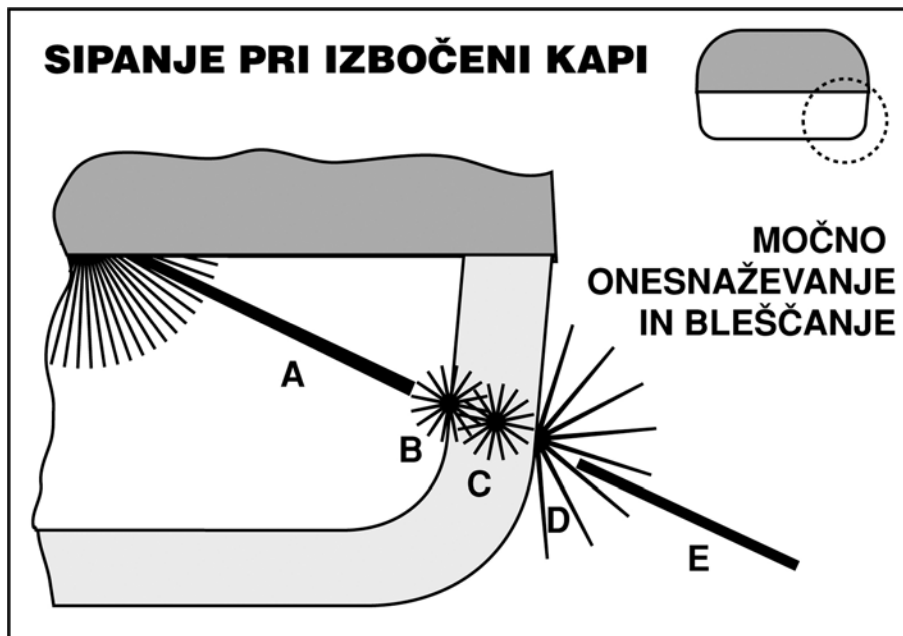
3.4 Svetilke z izbočeno kapo so vzrok za bleščanje in svetlobno onesnaževanje

Izbočene kape na slabih svetilkah so pogosto iz polimernih materialov (PMMA ali PC). Kape so močno izbočene, saj bi sicer močna sijalka stopila kapo.

Ko svetloba iz sijalke pade na notranjo površino kape, se del svetlobe razprši (del nazaj v svetilko, del pa ven v vse smeri, oznaka na sliki B), nekaj svetlobe se razprši v plastiki in temu pravimo volumsko sipanje (C). Pri izhodu žarka iz plastike prihaja do ponovne razpršitev na površini (D). Vsa sipana svetloba se sešteva, zato vsaka točka na kapi sveti sipano svetlobo v vse smeri. Rezultat tega je, da nove, zasenčene svetilke z izbočeno kapo (npr. Siteco CX) pošiljajo okoli 5 % energije nad vodoravnico. Sipana svetloba je razporejena na veliko večjem prostorskem kotu kot usmerjena svetloba svetilke, zato jo je v fotometričnem laboratoriju težko izmeriti (odboji od ne povsem črnih sten ovirajo merjenja). Gostota svetlobnega toka sipane svetlobe je relativno majhna v primerjavi z usmerjeno svetlobo svetilke. Ker pa je prostorski kot sipane svetlobe zelo velik, predstavlja integrirana vrednost sipane svetlobe nad vodoravnico znaten delež izseva svetilke.

Svetilka z izbočeno kapo močno blešči in povzroča svetlobno onesnaženje. Pri starih svetilkah s plastično kapo le-ta zaradi UV žarkov porumeni, izpostavljenost vremenskim vplivom pa povzroči kemično in fotokemično degradacijo, razpoke in mikrorazpoke,

površinsko razjedanje, izločevanje sestavin polimera, kratka, stara plastična kapa postane slabo prosojna in močno razpršuje svetlobo v vse smeri. Dodatni problem je umazanija na kapi, ki še intenzivneje razpršuje svetlobo v vse smeri. Takšna svetilka lahko razprši tudi 20% svetlobne energije nad vodoravnico.



Slika 3: Skica svetilke z izbočeno kapo (velja za Siteco CX 100 ali CX 200, ki so najbolj razširjene nove cestne svetilke v Sloveniji). Razpršitev svetlobe na zaščitni kapi povzroča bleščanja in svetlobno onesnaženje, saj seva nad vodoravnico.

Tabela 1: Oznake na skicah svetilk

	oznaka na skici
Vstopni svetlobni tok	A
Sipanje svetlobe ob vstopu v kapo	B
Prostorsko sipanje v materialu	C
Sipanje svetlobe ob izhodu iz kape	D
Izstopni svetlobni tok	E

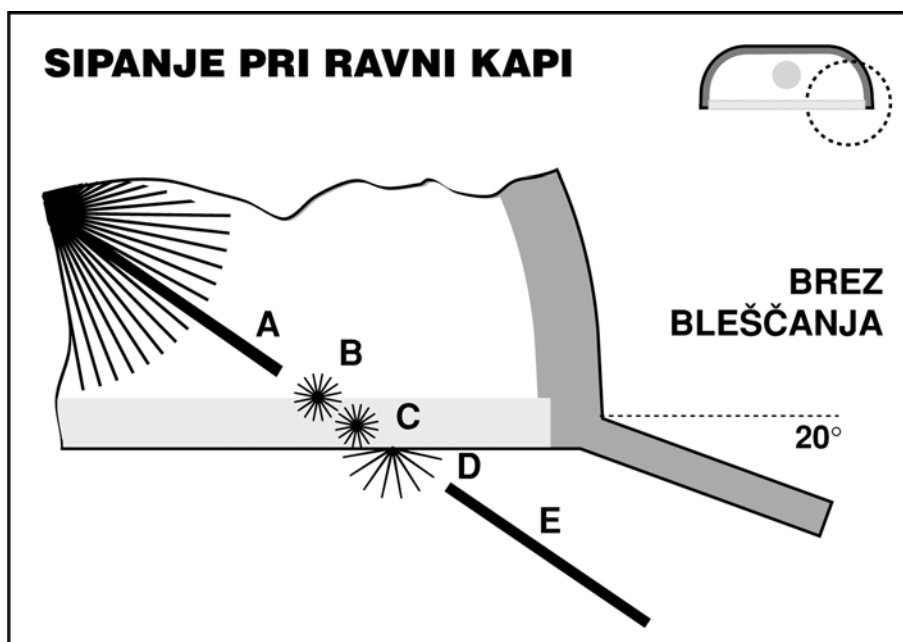
Predlog za priporočila CIE:

International Dark-Sky Association zahteva 0% emisijo svetilk nad kotom 85°. Ta zahteva je že bila podana organizaciji CIE. To ne velja za dekorativno razsvetljavo, za katero se predlaga majhno svetilnost.

3.5 Popolnoma zasenčena svetilka z ravnim steklom je PRAVA IZBIRA

Ravno steklo pod svetilko preprečuje sevanje svetilke nad vodoravnico, kar pomeni **manj bleščanja**. Manj bleščanja zagotavlja, da je vidno zaznavanje enako dobro tudi pri nižji osvetljenosti.

Svetilka ne sme imeti stekla najslabše svetlobne prepustnosti, steklo naj ima antirefleksijsko prevleko, kar zmanjša sipanje svetlobe pod 1%. Vsa sipana svetloba se na ravnem steklu odbije v različne smeri proti cestišču in ne razpršuje nad vodoravnico. Prednost svetilke z ravnim steklom je njena trajnost, saj je steklo bolj trajno kot plastični materiali, če pa se nabere umazanija, se vsa svetloba reflektira pod vodoravnico, torej vsaj približno tja, kjer svetlobo potrebujemo. Ko seštejemo vse trenutne prednosti stekla in dodamo prednost glede staranja svetilke, ugotovimo, da stara svetilka z ravnim steklom bolje osvetljuje cestišče in je nesporno boljša, kot stara svetilka s plastično kapo. Ob teh tehničnih pogojih lahko uporabimo enako število zasenčenih svetilk ali svetilk z izbočeno kapo za isto osvetljenost cestišča in udeležencev v prometu.



Slika 4: Svetilka z ravnim steklom pošilja vso sipano svetlobo pod vodoravnico, torej vsaj približno tja, kjer svetlobo potrebujemo. Takšna svetilka je ekološko neoporečna.



Slika 5: Če uporabimo popolnoma zasenčene svetilke, se nam blešči samo prva, morda še druga svetilka, vse naslednje svetilke se nam ne bleščijo. Brez bleščanja imamo lahko nižji nivo osvetljenosti, vendar kljub temu vidimo bolje. Primer dobre zasenčene razsvetljave v Stanežičah pri Ljubljani.

3.6 Zasenčena svetilka z rahlo izbočenim steklom potrebuje DODATNI ŠČITNIK

Proizvajalci svetilk so razvili zasenčene svetilke z rahlo izbočeno stekleno kapo. Prednost te svetilke je boljša prosojnost stekla, saj žarki padajo bolj pravokotno na površino stekla. Nesprejemljivost pa je njeno sevanje nad vodoravnico. Takšna svetilka potrebuje še dodatni zunanji ščitnik, da se zmanjša bleščanje in prepreči širjenje svetlobe nad vodoravnico. Takšna svetilka brez dodatnega ščitnika je še vedno sporna glede bleščanja in ekologije, saj sveti nad vodoravnico. Mehanska konstrukcija povsem zasenčene svetilke z rahlo izbočenim steklom in s ščitnikom (steklo je lahko nekoliko ugreznjeno v ohišje svetilke) ni posebno zahteven tehnološki podvig, zato je potrebno od proizvajalcev zahtevati, da nam ne poskušajo vsiliti kompromisov z svetilko, katere rahlo izbočena steklena kapa štrli iz ohišja, blešči in onesnažuje okolje.

3.7 Nagib sodobne, ekološko neoporečne svetilke mora biti 0°

Nagib svetilke povečuje bleščanje in svetlobno onesnaževanje. Stare, tehnološko zaostale svetilke so zahtevale določen nagib nad vodoravnico za pravilno osvetlitev površin. Nove svetilke nagiba ne potrebujejo, celo več, s pomikom optičnega sistema lahko ob inštalaciji usmerimo svetlobo in nekoliko »popravimo« delo projektanta razsvetljave.

Problem je, da je v Sloveniji večina novih cestnih svetilk tipa CX (Siteco), ki imajo fiksni nagib 7°. Če se montirajo na zid z standardnim nosilcem je ta nagib celo 10°. Siteco je sicer razvil novo optiko, ki omogoča nagib 0°, vendar to ne prispeva k zmanjšanju svetlobnega onesnaževanja, saj je svetilka na vertikalnem kandelabru vedna nagnjena nad vodoravnico. Zato je potrebno od proizvajalca zahtevati, da spremeni tudi ohišje svetilke tako, da bo nagib

svetilke 0°. Samo svetilke brez nagiba so ekološko neoporečne, ker je to pogoj, da svetilka ne sveti nad vodoravnico.



Slika 6: Svetilke Siteco CX z izbočeno kapo so ekološko sporne. V Sloveniji je večina starih kandelabrov s previsom in nagibom. Montaža novih, ne povsem zasenčenih svetilk (ali pa celo povsem zasenčenih), ki ne potrebujejo nagiba, na kandelabre z nagibom še dodatno povečuje bleščanje in svetlobno onesnaževanje. Te rešitve so najslabše in povsem nesprejemljive za okolje. Primer je z Dimičeve ulice v Ljubljani, žal pa tako na stare kandelabre montirajo vse svetilke po Sloveniji..



Slika 7: Slabo zasenčene svetilke CX z izbočeno kapo na Jamovi cesti v Ljubljani. Svetilke bleščijo, kar zmanjšuje vidno zaznavanje. Jamova cesta je primer nove, pretirane razsvetljave, saj je osvetljenost $E_v = 90 \text{ lx}$, $E_h = 30 \text{ lx} - 60 \text{ lx}$. Svetilka na kandelabru s previsom bi bila boljša rešitev, saj bi preprečili senco pod drevesi na kolesarski stezi, kjer je $E_h 2 \text{ lx}$. Jamova cesta je preosvetljena, razsvetljava je tako močna, da ni razlike, če imamo na avtomobilu prižgane ali ugasnjene luči.

4. Bleščanje reklamnih panojev

Osvetljeni reklamni panoji se po Sloveniji pojavljajo kot gobe po dežju. Odsotnost kakršnekoli regulative na tem področju in relativno nizka cena električne energije omogočajo podjetjem, da nenadzorovano osvetljujejo panoje tudi z 10 krat večjo osvetljenostjo, kot bi bilo potrebno za vidnost reklamnih sporočil. V Kosezah v Ljubljani so panoji z osvetljenostjo nad 700 lx oddaljeni samo 5 m od prehoda za pešce. Prehod za pešce je dobro osvetljen, kar bi zadostovalo za varnost pešcev. Preosvetljen pano pritegne poglede voznikov in zmanjša pozornost na dogajanje na cestišču. Bleščijo tako reflektorji, kot tudi več deset kvadratnih metrov velika osvetljena površina. To je absurd, ki kliče po takojšnjem sprejemu Uredbe proti svetlobnem onesnaževanju. Varnost udeležencev v prometu mora imeti prednost pred reklamiranjem!



Slika 8: Koseze v Ljubljani. Preosvetljeni panoji zaslepijo voznike, preusmerjajo pozornost in ogrožajo varnost pešcev in kolesarjev.



Slika 9: To ni več »jumbo« pano, to je svetlobno strašilo ob avtocesti. Več ton težka kovinska konstrukcija, velikosti 15 m x 6 m, dvignjena 3 m nad zemljo. Pano na posnetku je ob prometni tabli na avtocesti Trojane-Ljubljana blizu izvoza Krtina. Prometne table vozniki ne opazijo, saj svetlobno strašilo tako blešči, da zaslepi voznike. Osvetljenost panojev je 800 lx. Reflektorji onesnažujejo okolje več kilometrov daleč. To je nazoren primer izigravanja prepovedi reklamiranja ob avtocesti. Če ni dovoljen majhen napis ob avtocesti, se napravi desetkrat večjega, ki ji nekoliko bolj stran! Bo naslednji korak ta, da posekamo gozd ob avtocesti in pobočje prebarvamo v reklamne napise ter vse osvetlimo? Ali želimo živeti v takem okolju? Čemu čakamo z Uredbo o zmanjšanju svetlobnega onesnaževanja?

5. Bleščanje v stanovanjih

V stanovanjih v središčih mest in v predmestjih iz povsem tehničnih razlogov ni mogoče zahtevati, da se zagotovi popolna tema.

Tabela 1: Priporočila za omejevanje vsiljenje svetlobe zaradi razsvetljevanja športnih objektov in splošna zunanja razsvetljava vključno z razsvetljava površin (Schreuder, 2002).

Cona-okolje	E1-naravno	E2-podeželsko	E3-primestno	E4-mestno
Osvetljenost (lx)				
zvečer	2	5	10	25
ponoči	1	1	2	4

Navedena priporočila so pretirana. Na Astronomskem observatoriju Črni Vrh se lahko obiskovalec po nekaj minutni prilagoditvi očesa brez težav giblje po observatoriju v »popolni temi«, ko je osvetljenost sivih tal na observatoriju manjša od 0,01 lx (ni merljivo z našim merilnikom osvetljenosti). V stanovanju je dovolj 0,1 lx vsiljene svetlobe, da lahko ponoči hodimo in vidimo vse ovire brez prižgane dodatne notranje razsvetljave. Pri 0,2 lx človek srednjih let brez težav prepozna barve. Na zunanjih površinah v mestih brez bleščanja zadostuje 1 lx za udobno hojo v stanovanjskih soseskah. Na prehodih za pešce v stanovanjskih področjih je po priporočilih CIE minimalna osvetljenost E_h 3 lx. V gosto naseljeni stanovanjski soseski, kjer so stanovanja podobna (enako velike steklene površine) smo statistično ocenili, da stanovalci izklopijo notranjo razsvetljava, ko zjutraj v stanovanju naraste osvetljenost na E_h 5 lx (test z referenčnim stanovanjem in istočasnim opazovanjem stanovanj iz zunanosti). Zanimivo je, da se navzlic priporočilom o visoki osvetljenosti mestnih središč občani najraje zadržujejo na področjih, kjer je osvetljenost E_h pod 3 lx, nočejo pa se zadrževati na bolj osvetljenih področjih (merjeno v središču Ljubljane ob Ljubljani).

V skladu s temi praktičnimi izkušnjami je priporočilo za najvišjo osvetljenost 25 lx na steni stanovanja hudo pretirano. Pri dovolj velikih oknih v takšnem primeru ne bi bilo potrebno prižgati luči v stanovanju. Ni prav nobene potrebe, da bi za vsiljeno svetlobo v stanovanjih dovolili 1000 krat višjo osvetljenost, kot je minimum za razpoznavanje barv. Poleg tega lahko dosežemo osvetljenost 25 lx na steni samo ob osvetljevanju z reflektorji neposredno v stanovanje ali z zelo napačno nameščeno svetilko (tik ob stanovanju). To je seveda absurd. Predlagatelji tega priporočila niso upoštevali, da največja motnja ne prihaja zaradi povprečne osvetljenosti, ampak zaradi bleščanja svetilk, kar potrjuje moja lastna izkušnja:

V Kosezah na ulici Bratov Učakar smo do nedavnega imeli ekološko sporne kroglaste svetilke, ki so brez potrebe osvetljevale vse stene blokov in seveda svetile navzgor. Letos so jih delno nadomestili z energijsko učinkovitimi slabo zasenčenimi svetilkami tipa Altra (36W), ki so premočne za mirno stanovanjsko sosesko v kateri zaradi velike gostote stanovalcev ni bilo nikoli nevarnosti kriminala med bloki.



Slika 10: Nove, slabo zasenčene svetilke v Kosezah povzročajo na steni našega stanovanja osvetljenost 1 lx. To bi bilo po mednarodnih priporočilih veliko pod mejno vrednostjo 25 lx oz. 4 lx ponoči. Vendar je motnja zaradi vsiljene svetlobe neznosna. Svetilka, oddaljena 15 m ni zasenčena. Zato v spalnici nikakor ni mogoče obrniti glave proti oknu. Bleščanje ni moteče samo psihološko, ampak je prav fizična motnja, saj se ponoči ob pogledu na svetilko pojavijo žarki svetlobe preko vsega vidnega polja. Imamo odličen vid in nobenih problemov, zato se sprašujem, kako mora biti bleščeča, vsiljena svetloba problematična za starejše ljudi, ki slabo vidijo.



Slika 11: V letu 2005 nameščene svetilke v Kosezah bleščijo in so premočne ($E_v = 7 \text{ lx} - 25 \text{ lx}$). Svetilke bleščijo, saj so le delno zasenčene. Pešec je zaslepljen, ker je ob hoji pod svetilko v višini oči osvetljenost 40 lx. V večini manjših ulic po Sloveniji so samo nezasenčene ali delno zasenčene svetilke. Ljudje verjetno sploh ne vedo, da obstajajo boljše rešitve.

Predlog za priporočila CIE:

Iz stanovanja ne sme biti viden izvor svetila. Zahteva se zasenčena svetloba, ki ne povzroča bleščanja. Zmanjšati je potrebno najvišje nivoje osvetljenosti, ki padajo na steno fasade v višini stanovanja.

6. Z bleščanjem imajo še posebej velike probleme stari ljudje – nanje pozabljamo

Prebivalstvo v Sloveniji se stara, že sedaj je več kot 25% ljudi starih nad 55 let. Delež starejših se bo še povečeval. Starejši ljudje imajo težave z vidom, saj postaja njihova očesna leča motna in slabo prosojna. Tipični starostni problem je katarakta ali siva mrena, seveda pa starejše pestijo tudi druge težave z vidom. Težko si predstavljamo, kako vidijo starejši ljudje. Motna leča razprši žarke, zato je bleščanje za stare ljudi zelo moteče. Svetloba se iz enega ali več točkastih objektov (slabo zasenčene svetilke) razprši v očesni leči. Sipanje svetlobe v očesu je bolj intenzivno kot pri mladi osebi, zato imajo starejši ljudje neznosne težave z bleščanjem.

Po Holladayu je stopnja zaslepitve označena z vrednostjo zaslepljujoče ekvivalentne svetlosti (L_v). Ta je odvisna od naslednjih parametrov:

$$L_v = f(E_B, \Theta, k_S)$$

E_Bosvetljenost na očesu voznika, ki jo bleščeči svetlobni vir povzroči v ravnini, pravokotni na smer gledanja:

Θ kot med smerjo gledanja in središčem bleščečega svetlobnega objekta (optičnim centrom svetilke)

k_S konstantna starosti voznika

Tabela 2: Starost in konstantna starost voznika

Starost voznika	20	30	40	50	60
k_S	6,3	9,2	12,1	15,0	17,8

Pri vrednotenju ekvivalentne zaslepljujoče vrednosti v praksi računamo z vrednostjo $k_S = 10$ (Elektrokovina, Svetlobnotehnični priročnik, 1978). Iz konstante starosti voznika 10 lahko sklepamo, da je bila v letu 1978 privzeta povprečna starost voznika 33 let. To je bila verjetno ustrezna ocena za obdobje 70. let, ko so bili vozniki predvsem mlajši ljudje, starejši voznikov je bilo dosti manj, zelo starih pa skoraj nič. Z staranjem prebivalstva bi morali sedaj korenito povečati povprečno starost voznikov oz. stopnjo bleščanja prilagoditi voznikom, ki so stari 60 let ali več. Konstanto starosti voznika bi bilo potrebno skoraj podvojiti (iz 10 na 17,8), kar pomeni, da se podvoji pomembnost bleščanja. **Skrb za dobro vidno zaznavanje pri starejših ljudeh je še dodatni razlog za zmanjšanje bleščanja in uzakonitev uporabe zasenčenih svetilk.**

7. Pretiravanje z razsvetljavo

V Sloveniji srečamo tudi področja in vasi, kjer je javna razsvetljava močno predimenzionirana. Primer je vas Zbure blizu Šmarjeških toplic. V vasi Zbure je 48 najmočnejših svetilk Siteco CX 200, čeprav so Zbure zelo majhna vas, ki ima samo 36 hišnih števil in 86 prebivalcev (Dolenjšek, 2005). Meritve osvetljenosti kažejo, da uporabljajo sijalke z svetlobnim tokom 50.000 lumnov. Napravimo približen izračun in dobimo svetlobni tok 28.000 lumnov na prebivalca. Svetovno povprečje je 850 lumnov na prebivalca (Schreuder, Svetlobna tehnika 2002). V vasi Zbure imajo 3300 % večji svetlobni tok v primerjavi z svetovnim povprečjem. Na prebivalca porabijo skoraj 100 evrov električnega toka za razsvetljava (če računamo z evropsko ceno 0,1 evra / kWh). Na vsako hišo v Zburah je poraba energije za razsvetljava preko 230 evrov. Če bi vsi prebivalci Slovenije imeli enako razsvetljava, bi Slovenija za električno energijo za javno razsvetljava porabila ogromno vsoto – približno 200 milijonov evrov letno.



Slika 12: Vas Zbure je ena najbolj svetlobno onesnaženih vasi v Sloveniji. Vertikalna osvetljenost je na cesti do 100 lx, v križišču celo 150 lx.



Slika 13: V vasi Zbure je svetlobno onesnaženje tako veliko, da je mogoče sredi travnika, ki je 150 m oddaljen od osvetljene ceste, brati časopis in razpoznavati barve (osvetljenost E_h 0,2 lx).



Slika 14: Nova tovarna v vasi Prečna pri Novem Mestu. Asimetrični reflektorji so uporabljeni napačno, nagnjeni so nad vodoravnico in svetijo v vse smeri neba ter močno onesnažujejo celotno Dolenjsko in velik del Slovenije. Na parkirišču je $E_h = 80 \text{ lx} - 100 \text{ lx}$, kar je močno pretirano. Svetloba s parkirišča se vidi 10 km daleč in omogoča iskanje tovarne na osnovi svetlobnega sija nad tovarno. Na posnetku je prikazan samo majhen del ogromnega, izjemno bleščečega kompleksa razsvetljave. Česa podobnega nisem videl nikjer v Evropi.

8. Zaključek

Bleščanje v javni razsvetljavi je problem, ki zahteva več pozornosti, še posebej v času staranja prebivalstva. Bleščanje je mogoče skoraj v celoti odpraviti z uporabo kakovostnih, popolnoma zasenčenih svetilk. Zmanjšanje bleščanja nam omogoča, da izboljšamo vidno zaznavanje tudi pri nižjih nivojih osvetljenosti. Pri projektiranju razsvetljave je potrebno uporabiti popolnoma zasenčene svetilke z ravnim steklom ali z rahlo izbočenim steklom z dodatnim ščitnikom. Svetila ne smejo imeti nagiba nad vodoravnico. Mednarodna skupnost pričakuje, da se določi najvišje stopnje osvetljenosti za posamezna področja. Od vlade, strokovnjakov za razsvetlavo in naravovarstvenikov se pričakuje intenzivno sodelovanje pri zmanjšanju svetlobnega onesnaževanja. V zadnjih letih se je v Slovenije pojavilo ogromno problemov glede svetlobnega onesnaževanja, ki bodejo v oči ne samo ekološke, ampak tudi strokovnjake za razsvetlavo, zato je nujno sprejetje ustrezne zakonodaje za zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja.

LITERATURA in VIRI:

1. Elektrokovina, (1978). Svetlobnotehnični priročnik.
2. Slovensko društvo za razsvetlavo, (2000). Priporočila SDR – Cestna razsvetljava PR 5/2.
3. Siteco, (2005), Katalog 2005.
4. Državni zbor RS, (marec 2003). Svetlobno onesnaženje, Javna predstavitev mnenj – ponatis.
5. International Dark-Sky Association, (2005), spletna stran: www.darksky.org.
6. Naumann, Schroeder, (1987), Bauelemente der Optik.
7. Schreuder, D.A., (2002), Svetlobna tehnika, december 2002.
8. Dolenjšek Jožica, (2005), Zbure, osebna komunikacija.

9. Kohei Narisada, Schreuder Duco, Light Pollution Handbook.
10. Mizon Bob, (2002), Light Pollution: Responses and Remedies.
11. Pas Friedel, (2005), The 5th European Symposium for Protection of The Night Sky, Genk, Belgija.
12. Mikuž Herman, Zwitter Tomaž, (2005), Širjenje umetne svetlobe v atmosferi in vpliv na svetlobno onesnaženje nočnega neba s primeri iz Slovenije.

Avtorjev naslov:

Andrej Mohar
Euromix d.o.o.
Tehnološki park Ljubljana
Teslova 30, SI-1000 Ljubljana

Tel: 01 / 477 66 43

Fax: 01 / 426 45 86

Elektronski naslov: andrej.mohar@tp-lj.si