



SVETLOBNA TEHNIKA

STROKOVNA REVILJA SLOVENSKEGA DRUŠTVA ZA RAZSVETLJAVO

LETO XIV, ŠTEVILKA 1, OKTOBER 2002

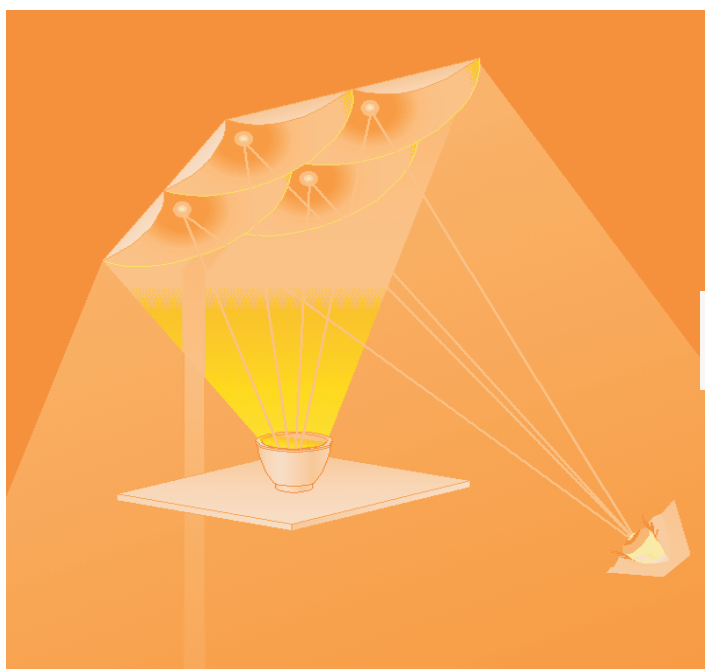
VSILJENA SVETLOBA

VPLIV SVETLOBNEGA SPEKTRA SIJALK NA
VIDNO ZAZNAVANJE V CESTNI RAZSVETLJAVI

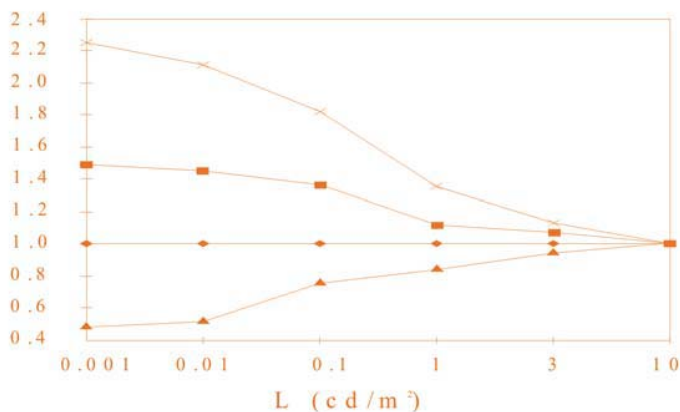
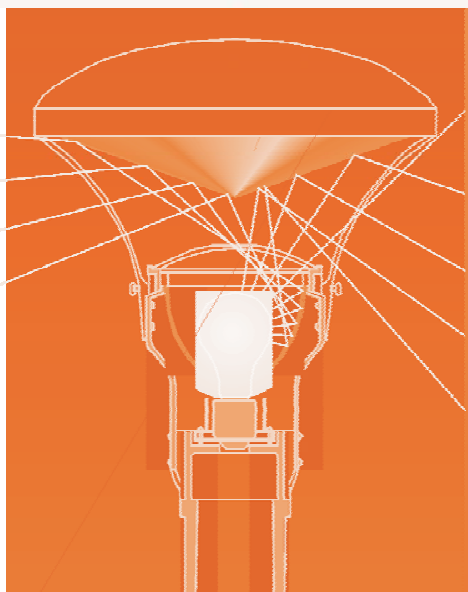
SEKUNDARNI ZRCALNI SISTEMI

DELO V SNK CIE

CIE NEWS



Jan. 5, 1937. J. L. LE GORRE 2,066,631
STREET LIGHTING FIXTURE OF THE INDIRECT TYPE
Filed April 5, 1934 4 Sheets-Sheet 2



WITNESS:
W. H. H. H.

INVENTOR:

Jean L. LeGorre
BY
Augustus B. Stranglin
ATTORNEY.

SVETLOBNA TEHNIKA

Izdaja: SLOVENSKO DRUŠTVO ZA RAZSVETLJAVO /SDR
Vetrinjska ul. 16/1, 2000 Maribor <http://sdr.fe.uni-lj.si/>
Ustanovljeno: 1956
Število članov: 300
Predsednik: Andrej Orgulan
Tajnika: Breda Prejac
Tone Planinšec

<u>Izvršni odbor:</u>	Marko Bizjak	Branko Dikič
	Stanko Eršte	Stane Jeriček
	Zoran Kert	Matej B. Kobav
	Robert Likar	Metod Loboda
	Vinko Matej	Oto Mithans
	Tone Planinšec	Breda Prejac
	Ivan Ravnikar	Danilo Šeško

Urednik: Andrej Orgulan

<u>Uredniški odbor:</u>	Stanko Eršte	Marko Bizjak
	doc. dr. Lojze Muhič	Metka Dovjak
	Vlado Planinšek	Matej B. Kobav
	Stane Jeriček	

Izhaja: dvakrat letno

Naklada: 350 izvodov

Tisk: Založniška dejavnost tehniških fakultet Maribor
ISSN 1318 – 4784


Slovenski nacionalni komite (SNK) pri mednarodni komisiji za razsvetljavo (CIE):

Predsednik: Marko Bizjak
Tajnik: Matej B. Kobav

Glavne dejavnosti SDR:

- vključuje svetlobne tehnike in za svetlobo zainteresirane ter pogojuje podpiranje in zastopanje celotnega področja svetlobne tehnike v teoriji in praksi
- posebnost društva je interdisciplinarnost (elektrotehnika, arhitektura, medicina, fiziologija, organiz. in varnost pri delu itd.)
- organiziranje posvetovanj in seminarjev iz področja razsvetljave
- prirejanje strokovnih predavanj iz področja svetlobne tehnike
- svetovanje na področju projektiranja, izvajanja in meritev razsvetljavnih naprav
- izdelava standardov za svetilke in razsvetljavo v sodelovanju z Uradom za standardizacijo
- preko SNK (Slovenskega nacionalnega komiteja) aktivno deluje pri strokovnem delu v Mednarodni komisiji za razsvetljavo CIE

VSEBINA

UVODNIK	2
NOV SVETLOBNOTEHNIČNI LABORATORIJ V SITECU D. O. O.	3
POSVETOVANJE RAZSVETLJAVA 2002	4
VSILJENA SVETLOBA; <i>Dr. D. A. Schreuder</i>	6
ČLANKI S PREJŠNJIH POSVETOVANJ	
VPLIV SVETLOBNEGA SPEKTRA SIJALK NA VIDNO ZAZNAVANJE V CESTNI RAZSVETLJAVI; <i>Stane Jeriček</i>	23
SISTEMI RAZSVETLJAVE Z DNEVNO SVETLOBO <i>Breda Prejac</i>	30
DELO V SNK CIE.....	33
ZANIMIVO BRANJE V SVETOVNEM SPLETU	34
VABILO K SODELOVANJU.....	35
CIE NEWS ŠT 63, SEPTEMBER 2002	37
<hr/>	
 The logo for CIE NEWS is displayed in a large, bold, blue, stylized font. To the right of the logo, the text 'NUMBER 59' is written in a smaller font. Below the logo, the text 'Sept. 2001' is written. At the bottom left of the logo area, there is a small block of text in multiple languages: 'COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE', 'INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION', and 'INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION'. NUMBER 59 Sept. 2001	
CIE NEWS ŠT. 64, DECEMBER 2002	46

Dragi bralec!

Pred nami je nova številka Svetlobne tehnike. Tokratni izid – z enoletnim presledkom – je vsekakor izboljšanje glede na prejšnja leta in, če bomo v uredništvu nadaljevali s tem trendom, nam bo že v letu 2003 uspelo izdati obljubljeni dve številki.

Za ta uvodnik sem si zadal nalogo, da bom na kratko opisal dogajanja oz. dogodke iz preteklega leta, ki smo jim v Slovenskem društvu za razsvetljavo posvetili največ pozornosti. Po kratkem razmisleku sem namen opustil, saj bi bilo vprašanj enostavno preveč in bi najverjetneje kljub trudu, da bi zajel vse, izpustil kakšno pomembno temo. Osredotočil se bom le na eno področje, ki je z obširnimi člankom zastopano tudi v tej številki Svetlobne tehnike: to je vsiljena svetloba.

Varovanje pred vsiljeno svetlobo je tematika, ki nas nekako veže nase že nekaj let. V ministrstvu za okolje in prostor so v tem času pripravili že nekaj različic osnutka oz. predloga uredbe, ki bi naj urejal to občutljivo področje, vendar tudi zadnji predlog, ki so ga predstavili na zadnjem posvetovanju še ni »dozorel« v tolikšni meri, da ne bi zbujal skrbi in pomislekov vsem udeleženi v pripravah. Marsikdo se bo vprašal, v čem je pravzaprav težava, da po toliko spremembah in dogovarjanjih z bodočo uredbo ni zadovoljen pravzaprav nihče, ki se ga tematika tiče? Doseganje konsenza med vsemi sodelujočimi v razpravah je izredno težavno, saj vsak tovrstni dokument ločuje »varovane« in tiste pred katerimi je treba varovati na dva bregova. Prepad med obema bregovoma pa povečuje še dejstvo, da »onesnaževalci« s svetlobo – torej snovalci in izvajalci razsvetljavnih sistemov ter proizvajalci svetilk – vsaj praviloma vedo mnogo več o problematiki od uporabnikov teh naprav oz. tistih, ki jih uredba varuje pred t.i. svetlobnim onesnaženjem.

Da bi uredba uspešno izpolnjevala svoj namen, bi morala biti pregledna in učinkovita, predvideni ukrepi pa izvedljivi ob čimmanjših stroških – seveda ne na račun kakovosti. Preglednost dokumenta je v zadnji varianti že dosegla nivo, ki vsaj trka na vrata sprejemljivosti. Učinkovitost bomo lahko preverjali šele zatem, ko bo uredba že nekaj časa v veljavi, saj včasih tudi zelo skrbno pripravljen dokument v praksi pokoplje njegovo nedosledno izvajanje. V primeru uredbe o svetlobnem onesnaženju so nekatera merila zastavljena tako, da je njihovo izpolnjevanje v praksi izredno težavno, če že ne nemogoče, kar pomeni, da se bodo ob pomanjkanju kvalificiranih laboratorijev naprave preverjale približno, tako rekoč čez prst. Nedorečeni pa ostajajo tudi kriteriji po katerih se bo delila odgovornost pri preseganju mejnih vrednosti: kdo bo tisti, ki bo moral financirati saniranje naprav ob novogradnji? Ali bo to investitor novega projekta, ki bo lahko narejen v skladu z bodočimi smernicami, vendar bo na sosednjih objektih presežena meja tolerance, ali skrbniki obstoječih razsvetljavnih sistemov, ki so bili narejeni brez razmišljanja o vplivu na okolje? Bojim se, da bodo v takšnih primerih imeli preveliko besedo razni »prijatelji«.

Mogoče so moje skrbi pretirane in brez prave osnove – to bo vsekakor pokazal čas. Na koncu se običajno nobena juha ne poje tako vroča kot... Prihod uredbe in njene prve učinke bomo vsekakor spremljali z velikim zanimanjem.

Andrej Orgulan

Nov svetlobnotehnični laboratorij v Sitecu d.o.o.

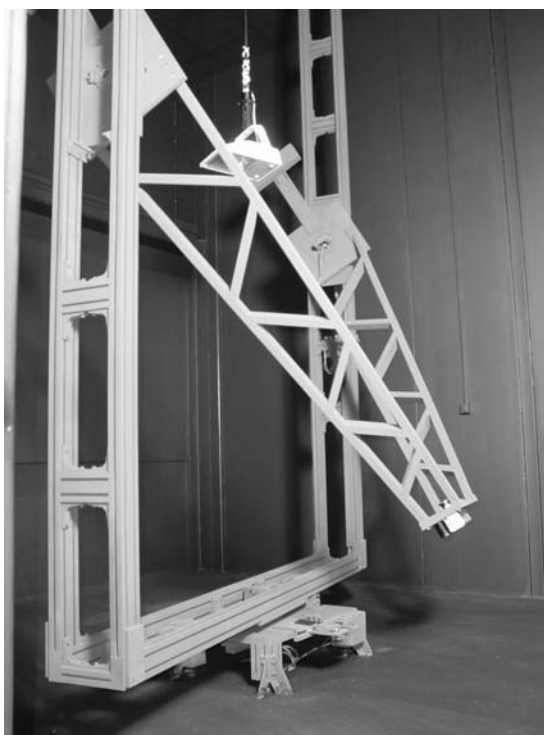
Na Tržaški c. 23 v Mariboru so pred štiridesetimi leti postavili največji in najsodobnejši svetlobnotehnični laboratorij v tem delu Evrope. Goniofotometer – napravo za določanje krivulj porazdelitve svetilnosti, ki je srce svetlobnotehničnega laboratorija so sestavili v lastni prototipni delavnici strokovnjaki iz podjetja – tedanje Elektrokovine.

40 let po tem dogodku, so 26. 11. 2002 na isti lokaciji, vendar v novem prostoru, vodilni podjetja Siteco d. o. o. predstavili javnosti nov svetlobnotehnični laboratorij s trenutno najzmogljivejšim goniofotometrom v Evropi. Otvoritev je vodila direktorica podjetja Draga Olga Rojko, goste pa so pozdravili še predsednik hodinga Siteco Peter H. Emmert, direktorica Marinka Vohl in župan mestne občine Maribor Boris Sovič.

Goniofotometer Rigo 801 so izdelali v podjetju TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH. v Ilmenau v Nemčiji ob sodelovanju tamkajšnje univerze, ki je ena izmed nosilcev razvoja svetlobne tehnike v svetu. Merilna naprava je predstavnik nove generacije goniofotometrov, saj omogoča ne le bistveno hitrejšo meritve porazdelitve svetilnosti, temveč tudi meritve porazdelitve svetlosti poljubno oblikovane površine in nekatere druge merilne postopke, ki jih klasične naprave ne zmorejo. To je posledica merilnega postopka s fotocelico in CCD kamero ter zmogljivega programskega paketa za meritve v svetlobni tehniki.

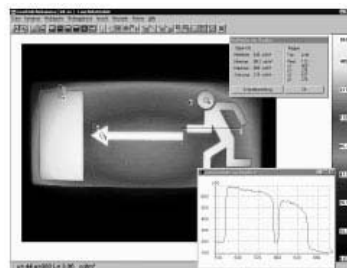


Zmogljiva programska oprema omogoča vrsto dodatnih meritev, izračunov in predstavitev merilnih rezultatov.



Prednosti so predvsem hitro delovanje in enostavna namestitve merjenecv

Laboratorij kljub razmeroma majhnim meram predstavlja zajetno investicijo, ki je ocenjena na 500.000 evrov zato bo po obljubah vodilnih, novi svetlobnotehnični laboratorij na voljo tudi drugim podjetjem, ki potrebujejo tovrstne meritve in tudi študentom obeh fakultet za elektrotehniko, ki so njihov stari laboratorij že do sedaj uporabljali za vaje v študijskem programu.



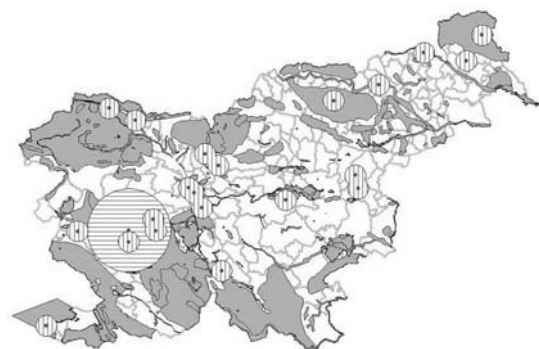
Posvetovanje "Razsvetljava 2002"

10. in 11. oktober 2002

Zdravilišče Laško je bil letos kraj, kjer so se v organizaciji Slovenskega društva za razsvetljavo zbrali strokovnjaki na letošnjem posvetovanju. V tem lepem ambientu, pa čeprav ne ravno v najlepšem vremenu, so predavatelji predstavili zanimive teme, s poudarkom na svetlobnem onesnaženju.

Mag. Radovan Tavzes, sekretar na ministrstvu za okolje je predstavil predlog Uredbe o svetlobnem onesnaževanju v naravnem in življenjskem okolju, kakor tudi predlog pravilnika o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire svetlobnega onesnaževanja. Uredba odločno omejuje možne povzročitelje svetlobnega onesnaževanja: razsvetljavo javnih površin, športnih objektov, reklamnih panojev in prepoveduje uporabo svetlobnih snopov. Vpeljuje t.i. varovana območja, ki so v bližini astronomskih observatorijev in naravnih rezervatov ter za cestno razsvetljavo predpisuje predvsem uporabo zasrtih svetilk.

Uredba bi naj začela veljati že v prihodnjem letu, sicer z določenim prehodnim obdobjem in bo prinesla precej novosti v pristopu k načrtovanju razsvetljave.



Še enkrat: gre za predlog uredbe, tako da so mogoče kasnejše spremembe.

Dr. D. A. Schreuder iz Nizozemske mednarodno priznani strokovnjak iz področja razsvetljave je imel pripravljen referat o vsiljeni svetlobi. Zardi nepredvidenih dogodkov je bil zadržan, a je njegov referat zelo dobro predstavil g. Marko Bizjak.

Z dobrim projektiranjem razsvetljave se zagotovi, da pride svetloba do tja, kjer jo potrebujemo, ne pada pa kam drugam.



V nasprotnem primeru se svetloba »razliva«, kar lahko povzroči znatne gospodarske in ekološke izgube. Svetloba, denar in energija se preprosto razmetavajo. Še huje pa je, da je razsipana svetloba iz instalacij za zunanjo razsvetljavo eden večjih vzrokov za motnje in neugodje pri mnogih osebah, tudi takih, ki nimajo prav nič opraviti z dejavnostmi, zaradi katerih je razsvetljava instalirana. Svetloba vdira v človekovo zasebno okolje; vriva se v življenjski prostor ljudi (beri širše: vseh živih bitij), ki se za razsvetljavo v sploh ne zanimajo. To je »vsiljena svetloba« ali »svetlobno nadlegovanje«. Celoten pojav imenujemo »svetlobno onesnaženje«.

G. Egon Cokan, višji inšpektor iz ministrstva za notranje zadeve je podal referat z naslovom Svetloba je sovražnica kriminala. Izkušnje policije so take, da pri zbiranju obvestil ob ogledu kraja kaznivega dejanja nemalokrat naleti na odgovor »nič nismo videli«. Storilec je zaveznico temo izkoristil in izbral ustrezen prostor za svoje dejanje. Študije so pokazale, da je ustrezna osvetljenost ena od poglobitvenih dejavnikov za zmanjšanje kriminala.

G. Matej Kobav je podal referat o vsebnosti harmonikov v toku različnih svetlobnih virov. Primerjalne meritve so bile opravljene med tremi merjenci: Žarnico na žarilno nitko, navadno varčno žarnico z elektronsko predstikalno napravo in varčno žarnico z elektronsko predstikalno napravo in elektronskim filtrskim vezjem. Ugotovitev je sledeča, da se propagira, prodaja in kupuje varčne žarnice kateri nemalokrat zelo kvarno vplivajo na kvaliteto električne energije. Pri tem velja, da varčne žarnice zelo kvarijo sinusno obliko napetosti. Posebej tam, kjer je teh svetlobnih teles veliko je lahko oblika sinusnega vala zelo poslabšana

G. Marko Mladovan je v svojem referatu podal nekaj idej o javni razsvetljavi. V bistvu gre za rešitev nadziranja javne razsvetljave in zmanjševanja njenih stroškov brez vpliva na kakovost. Iz raziskav doma, predvsem pa v tujini na področju javne razsvetljave, je ugotovljeno, da je možno rabo električne energije zmanjšati tudi do polovice ali več in sicer z uporabo sodobnih svetlobnih virov, s sodobno stikalno tehniko, z visoko kvalitetnimi optikami, predvsem pa z učinkovitim vzdrževanjem razsvetljave.



G. Matej Kobav je v drugem referatu podal razlago računalniškega programa za izračun prispevkov dnevne svetlobe pri izračunu osvetljenosti prostorov. Naloga je izvedena v dveh delih. Naj prej se izračuna lego sonca glede dano točko na zemlji. V drugem delu pa nato v odvisnosti od položaja sonca in vrste neba sledi izračun absolutne svetlosti neba, razdeljenega na končno število delčkov. Izhodni podatki tega programa bodo v nadaljevanju raziskave uporabljeni v simulacijskem programu za izračun osvetljenosti v prostorih, kjer bo upoštevana tako naravna kot umetna svetloba.

G. Damjan Čičič se je v svojem referatu spoprijel z večno temo; bleščanje pri svetilkah za razsvetljavo javnih površin. V osnovi se ločimo dve osnovni vrsti bleščanja in sicer psihološko in fiziološko. Prvo je vezano pri dinamiki torej pri vožnji, ker zmanjšuje koncentracijo in ugodje medtem ko fiziološko bleščanje neposredno vpliva na vidno sposobnost udeležencev v prometu. Podane so bile rešitve in smernice za reševanje tega problema.

Posvetovanju je sledil še **občni zbor društva** in nato večerja v prijetnem vzdušju. Prav tu je bilo ugotovljeno, da se v sproščenem pogovoru reši marsikateri problem in nejasnost, v dobrobit vseh tako projektantov kot tudi uporabnikom storitev.

Petek 11. oktober 2002 – ogled podjetja Sijaj Hrastnik

Tradicionalna strokovna ekskurzija se je letos odvila v podjetju SIJAJ iz Hrastnika. V deževnem dopoldnevu smo se zbrali pred podjetjem, ki je že od nekdaj veljalo za dobro ime na področju dekorativne razsvetljave. Stavbam se sicer pozna nekaj kriznih let, ki so pripeljala do povezave proizvodni program, delavci in ekipa, ki nas je sprejela spet polni svežine in optimizma – saj je za njimi uspešno poslovno leto.

Po ogledu proizvodnih obratov smo si v razstavnem prostoru ogledali svetilke, ki tvorijo »železni repertoar« podjetja in tudi novo serijo svetilk, ki jih bodo predstavili na letošnjem pohištvenem sejmu. Zanimiv trend, kjer so oble in okrogle linije zamenjale oblike kvadra so dopolnjene z novimi večstopenjskimi stikali, ki delujejo na dotik z nosilcem svetilke.

Ogled smo sklenili ob živahni diskusiji in prigrizku ter obljubi, da se srečamo naslednje leto v začetku oktobra.

Vtise o posvetovanju sta strnila:
Miha Kacafura in
Andrej Orgulan

dr. D. A. Schreuder
Prevod iz angleščine: S. Eršte

Vsiljena svetloba

All outdoor lighting is functional, its function being the enhancement of the visibility and/or of the aesthetics. The judgement whether the lighting installation fulfills its purpose is made on the basis of cost/benefit considerations (Schreuder, 1998, 1998a; CIE 2001). The effectiveness of the lighting is the degree to which the function is fulfilled; the efficiency the degree to which the benefits surpass the costs. The benefits are two of a kind: monetary and non-monetary, and so are the costs. The monetary benefits are primarily the costs of (avoided) accidents, traffic jams, criminal offenses and the related economic losses. Secondly, the monetary benefits that are related to the economic activities, enhanced by good, beautiful and effective lighting (a.o. City Beautification; Schreuder 2001a). Thirdly, the non-monetary benefits: avoiding personal loss and grievance from traffic accidents and reducing fear for crime (Schreuder, 2000). The beneficiaries are usually individual persons or companies. The costs include firstly the direct monetary costs of the lighting equipment: installation, maintenance and energy use, and the indirect costs like the waste of energy and materials in manufacturing the equipment, the toxic waste from discarded lamps and ballasts, etc. These costs are usually carried by the authorities. Further, the non-monetary costs (use of energy, scarce natural resources etc.). And finally, the negative environmental influences, causing discomfort and annoyance.

Good lighting design ensures that the light comes where it is needed, and does not fall elsewhere. If not, the light is 'spilled', which may cause considerable economic and environmental losses (Schreuder, 1995). The light, the money and the energy are simply wasted. Furthermore, spill light from outdoor lighting installations usually is a major cause of disturbance and discomfort for many persons, also for those that have nothing to do with the activities for which the lighting is installed. The light invades into the private sphere of people; it intrudes into the living space of people who do not have any interest in the lighting in the first place. This is 'intrusive light' or 'light trespass'. The overall effects are termed 'light pollution'.

All outdoor lighting may cause light pollution, but when discussing the subject, most emphasis is placed on road lighting. The reason is that road lighting is, in geographical terms, by far the most

widely spread over the country. Particularly, it is likely to find road lighting in remote, rural areas, whereas other outdoor lighting installations - usually far more polluting - are concentrated close to the major urban agglomerations, like e.g. industrial complexes, sports stadia, airports etc. Another ground is that there is a wealth of information available about road lighting and its effects on safety and security, but also on light pollution.

1. Uvod

Vsa zunanja razsvetljava je funkcionalna, njena funkcija pa je izboljšanje vidljivosti in/ali estetike. Presoja, ali razsvetljava izpolnjuje svoj namen, se opravi na osnovi opazovanja razmerja med stroški in koristmi (Schreuder, 1998, 1998a; CIE 2001). Uspešnost razsvetljave je stopnja, v kateri je njena funkcija izpolnjena, njena učinkovitost pa stopnja, do koder njene koristi presegajo stroške. Poznamo dve vrsti koristi: denarne in nedenarne, isto pa velja tudi za stroške. Denarne koristi so v prvi vrsti prihranjeni stroški za (preprečene) nesreče, prometne zamaške, kriminalna dejanja in z njimi povezane gospodarske izgube. V drugi vrsti so to denarne koristi, ki so povezane z gospodarskimi dejavnostmi, ki jih podpira dobra, lepa in učinkovita razsvetljava (med drugim: City Beautification, Olepševanje mest, Schreuder 2001a). Kot tretje pa imamo še nedenarne koristi: preprečevanje osebnih izgub in stisk zaradi prometnih nesreč in zmanjševanje strahu pred kriminalom (Schreuder, 2000). Te koristi imajo običajno fizične osebe ali podjetja. Stroški vključujejo v prvi vrsti neposredne denarne stroške za opremo za razsvetljava, tj. instalacijo, vzdrževanje in porabo energije, poleg tega pa tudi posredne stroške, kot so poraba energije in materialov za izdelavo opreme, strupeni odpadki iz zavrženih sijalk in predstikalnega pribora itd. Te stroške običajno krijejo oblasti. Nadalje so tu še nedenarni stroški (poraba energije, krčenje naravnih virov itd.), na koncu pa imamo še negativne vplive na okolje, ki povzročajo neugodje in motnje.

Z dobrim projektiranjem razsvetljave se zagotovi, da pride svetloba do tja, kjer jo potrebujemo, ne pada pa kam drugam. V nasprotnem primeru se svetloba "razliva", kar lahko povzroči znatne gospodarske in ekološke izgube (Schreuder, 1995). Svetloba, denar in energija se preprosto razmetavajo. Še huje pa je, da je razsipana svetloba iz instalacij za zunanjo razsvetljava eden večjih vzrokov za motnje in neugodje pri mnogih osebah, tudi pri takih, ki nimajo prav nič opraviti z dejavnostmi, zaradi katerih je razsvetljava instalirana. Svetloba vdira v človekovo zasebno sfero; vriva se v

življenjski prostor ljudi, ki se za razsvetljavo v prvi vrsti sploh ne zanimajo. To je "vsiljena svetloba" ali "svetlobno nadlegovanje". Celoten pojav imenujemo "svetlobno onesnaženje".

Vsa zunanja razsvetljava lahko povzroča svetlobno onesnaženje, vendar je pri razpravah o tem pojavu največji poudarek na cestni razsvetljavi. Razlog za to je, da je cestna razsvetljava v zemljepisnem smislu povsod daleč najbolj razširjena. Posebej verjetno je, da bomo našli cestno razsvetljavo tudi na oddaljenih podeželskih področjih, medtem ko so druge instalacije za zunanjo razsvetljavo – ki so običajno veliko večji onesnaževalci – skoncentrirane v bližini večjih urbanih aglomeracij, kot so npr. industrijski kompleksi, športni stadioni, letališča itd. Drug razlog pa je, da je na voljo veliko podatkov o cestni razsvetljavi in njenih vplivov na varnost, pa tudi na svetlobno onesnaženje.

2. Funkcije cestne razsvetljave

Cestna razsvetljava je pravzaprav funkcionalna, njena osnovna funkcija pa je omogočanje cestnega prometa ponoči ob sprejemljivi stopnji varnosti. Cestna razsvetljava je učinkovit in uspešen ukrep za preprečevanje nesreč in kriminalnih dejanj. Poleg teh dveh funkcij pa cestna razsvetljava lahko prispeva tudi k privlačnosti in kakovosti življenja, posebej še k estetskim vidikom nočne scene.

Funkcionalni vidiki v zvezi z varnostjo na cestah so bili do podrobnosti razdelani že drugod. V nadaljevanju bomo poudarili zmožnost razsvetljave cest in ulic za zmanjševanje nesreč in kriminala.

2.1 Objektivna in subjektivna družbena varnost

Koristne učinke zgoraj naštetih funkcij imamo pogosto za zelo pomembne. Natančneje povedano, za zelo pomembne imamo subjektivne vidike družbene varnosti stanovalcev in pešcev ("strah pred kriminalom") in pa udobje stanovalcev. V mnogih državah so ti vidiki pravzaprav najpomembnejši pri odločanju za razsvetljavo cest in ulic, in to tako v mestu kot na deželi. Kvantitativnih podatkov pa je zelo malo. Nekatera od najbolj uveljavljenih razmišljanj so zbrana v Schreuder (1998).

Da bi se počutili varne in da se izognemo kriminalnim napadom, moramo videti svojo okolico. Torej sta vidljivost in prepoznavanje pomembna vidika – in to tako podnevi kot v temi. Delovanje je dvosmerno: če potencialna žrtev lahko vidi potencialnega napadalca (ali napadalko), bo ta vedel (vedela), da ga ali jo je mogoče videti in

zlahka prepoznati. Veliko je dokazov za to, da to deluje kot učinkovito svarilo in ne le kot sredstvo za to, da se pešci počutijo varneje (Kraay, 1984). Končno pa je občutek varnosti svarilo samo po sebi. Večinoma so zločinci strahopetci; najraje napadajo šibkejše od sebe, posebno še tiste, ki jih je strah. Občutek varnosti pa je močnejši v okolju, ki nakazuje red – tj., da nekdo v okolici skrbi za nas.

Pod pokroviteljstvom nizozemskega ministrstva za kulturo in socialne zadeve je bilo definiranih pet kriterijev, na osnovi katerih se preverja, ali je določena shema sprejemljiva glede minimalnih zahtev po družbeni varnosti (Anon., 1991, 1994; Hajonides et al., 1987):

- (1) Prisotnost družbene ureditve – kontrole in nadzora. Ta točka je precej očitna in zajema kontrolo prek občasnih opazovalcev ali sistematičen nadzor.
- (2) Odsotnost potencialnih zločincev. Običajno to pomeni, da se izogibljemo območjem z visokim deležem ali z močno pretnjo kriminala. Na zasebnih zemljiščih je često mogoče preprečiti dostop sumljivim osebam, na javnih območjih pa je to pogosto težavno ali celo nemogoče.
- (3) Vidljivost. Razsvetljava mora biti ustrezna, vendar pa je tudi pomembno, da se izognemo drugim oviram, ki razsvetljavo ovirajo. Obrezati je treba grmovje, izogibati se moramo stebrom in navznoter pomaknjenim vhodnim vratom itd. Če ne moremo nič videti, nadzor ne bo učinkovit.
- (4) Situacija mora biti čista. Cilj moramo doseči zlahka, po potrebi pa morajo biti na voljo tudi evakuacijske poti.
- (5) Okolje mora imeti privlačen videz. Jasno, čisto in dobro vzdrževano okolje nakazuje na to, da so v bližini ljudje, ki jim ni vseeno in ki bi bili lahko v bližini. To je podpora varuhom prostorov in hkrati svarilo potencialnim zločincem.

2.2 Razmerje med javno razsvetljavo ter preprečevanjem in zmanjšanjem števila prometnih nesreč

Podrobna raziskovalna prizadevanja na vodilnih znanstvenih ustanovah, ki se raztezajo čez več desetletij, so brez dvoma ugotovila, da cestna razsvetljava pozitivno vpliva na zmanjšanje števila prometnih nesreč na cestah. Rezultate raziskav so zbrale tako mednarodne organizacije, kot npr. CIE (1968; 1992) in OECD (1972, 1980), kot tudi

nacionalne ustanove v Avstraliji (Fisher, 1973); Belgiji (De Clercq, 1985, 1985a), Nemčiji (Lamm et al., 1985; Pfundt, 1986), na Nizozemskem (Schreuder, 1983; 1985; 1988; 1990; 1992; 1993; 1998; Schreuder et al., 1991; Vis, 1994), Veliki Britaniji (Scott, 1980) in tudi večih drugih državah. V novejšem času je bilo vse razpoložljivo gradivo ponovno ovrednoteno ob uporabi pristopa z omrežno analizo, ki je dala enake rezultate (Elvik, 1995).

Rezultate lahko povzamemo, kot sledi:

1. Na večjih mestnih tranzitnih cestah se je število žrtev v nočnem času zaradi dobre cestne razsvetljave zmanjšalo za približno 30 %. Podobni učinki so bili ugotovljeni tudi na glavnih cestah in avtocestah na podeželju.
2. Zviševanje nivoja razsvetljave zmanjšuje tveganje nesreč. V območju ustrezne cestne razsvetljave vodi podvojitve svetlosti cestne površine k zmanjšanju tveganja v nočnem času (razmerje nesreč ponoči / podnevi) za približno 13 %.

To vrednost izvedemo iz naslednjih podatkov (prim. tabelo 1):

2.3 Razmerje med javno razsvetljavo ter preprečevanjem in zmanjševanjem kriminalitete

2.3.1 Nočni kriminal

Kriminal, posebno še tisti na prostem ali ulični kriminal, je eden večjih problemov v večini držav, tako tistih v razvoju kot razvitih, in povzroča resne prelome v družbenem sistemu. Povzroča veliko trpljenja, posebno še na strani žrtev in njihovih družin. Stane veliko denarja, in to tako zaradi kriminala samega kot tudi zaradi uveljavljanja zakonitosti in preprečevanja kriminala. Oblika cestnega kriminala, ki povzroča največ skrbi, je nasilje; drugo po vrsti je spolno nasilje, ki mu tesno sledijo ropi. Te tri kategorije so najpomembnejše oblike cestnega kriminala tako podnevi kot ponoči. Večina nočnih kriminalnih dejanj na cesti je neposredno povezanih z mamili. Podatki za Nizozemsko so zbrani v Anon., 1999; Terlouw et al., 1999. Domnevamo lahko, da je v drugih državah slika zelo podobna.

Pretežni del kriminala v sodobni družbi je cestni kriminal, posebno še ponoči. Beke & Van Herwijnen (1990) navajata tri razloge za to: (a) žrtev kriminala prepozno opazi; (b) priče imajo le malo možnosti, da bodo videle kriminalno dejanje; (c) policijski

nadzor je težaven. V zvezi s tem pa moramo upoštevati ne le dejansko število kriminalnih dejanj, temveč tudi – morda še bolj – subjektivne vidike "strahu pred zločinom" (Painter, 1999; Schreuder, 2000). Nočni kriminal na cestah predstavlja resen problem tako v industrijsko razvitih državah kot tudi v državah v razvoju. Statistični podatki so skopi, saj se podatki o kriminalnih dejanjih obravnavajo previdno zaradi varovanja zasebnosti državljanov, posebno še zločincev. Sklepamo lahko, da zaradi tega žrtve trpijo še bolj kot zaradi zločinov samih.

Tabela 1. Zmanjšanje števila nesreč ob podvojen svetlosti cestne površine

vrsta ceste	zmanjšanje števila nesreč pri podvojeni svetlosti	opazovana država
podeželske navadne ceste	12,9	Nizozemska, Schreuder, 1998
avtoceste na podeželju	5,8	Nizozemska, Schreuder, 1998
mestne tranzitne ceste	30	VB, Hargroves & Scott, 1979; Scott, 1980
	11,9	ZDA, Gallagher et al., 1975
mestne ceste, ulice	4,4	Nizozemska, Schreuder, 1998
poprečje (pribl.)	13	

Ker nihče ne more dvomiti o resnosti nočne cestne kriminalne scene, je očitno treba iskati protikupe proti kriminalu na področju razsvetljave cest in ulic. Pomanjkanje zaupanja vrednih statistik pa otežuje obsežne znanstvene raziskave na terenu. Podrobnejše študije pa so vendarle pokazale, da izboljšanje cestne razsvetljave pogosto (ne pa tudi vselej) pomaga preprečevati kriminal in zmanjševati število kriminalnih dejanj. In, kar je še bolj pomembno, skoraj zmeraj se poročajo o izboljšanju psiholoških vidikov. V nadaljevanju bomo poročali o nekaterih izmed teh raziskav.

Na tem področju so bile narejene raziskave v mnogih državah. Večina izmed njih ima dve pomanjkljivosti: kot prvo, raziskave so skušale "dokazati" pozitivno razmerje med razsvetljavo in zmanjševanjem kriminalitete, kar je resna napaka pri raziskavah na terenu. Morali bi si prizadevati, da bi odkrili razmerje med obema ob predpostavki, da obstaja, in, če smo dlakocepski, ob drugi, da ga ni.

In kot drugo, raziskovalna metodologija sama po sebi pogosto izkazuje resne hibe. Največ raziskav je bilo vrste "prej-in-potem", vrste, ki ima le malo jamstev, ki bi zagotavljala, da rezultat ne bo bolj posledica begajočih faktorjev kot pa raziskovanih parametrov. Obstajajo boljše možnosti. Našteli bomo nekatere izmed njih.

2.3.2 Preučevanje kriminala

Pri raziskavah je epidemiološko raziskovanje tisto, ki se izvaja na terenu, kjer se raziskuje razmerje med spremenljivkami, pri tem pa se prej osredotoči na korelacije kot pa na vzročne zveze med njimi. Kadar se izvaja v zadosti velikem obsegu in se vzorci zajemajo naključno, nam da podatke, na osnovi katerih se da oceniti velikost in vrsto problemov. Aelen & Van Oortmerssen, 1984; Painter, 1999; Farrington & Welsh, 2001; Schreuder, 1994, 1998, so pregledali večino starejših "študij razsvetljave".

V preteklosti se je javna razsvetljava instalirala predvsem kot ukrep za preprečevanje kriminala; šele po porastu motornega prometa v prvi četrtini preteklega stoletja so postali prometni tokovi in prometna varnost pomembna vprašanja za cestno razsvetljava.

Večina študij je komaj kaj več kot nabor mnenj in anekdot: sistematičnih, dobro načrtovanih raziskav skorajda ni. Tak primer sta pogosto citirani ameriški študija avtorjev Tien et al. (1977) oz. Tien (1979). Tipično je, da sklepa ni bilo mogoče izluščiti. Avtor je priporočil zgolj nadaljnje raziskave: "Zaradi tega je priporočljivo, da se kot osnovna študija za vrednotenje razvije, vpelje, prečisti in oznani enoten vzorec za vrednotenje projektov" (Tien, 1979, str. 30). Pogosto se misli, da ta študija dokazuje, da razsvetljava ni učinkovit ukrep za zatiranje kriminalitete. To sklepanje pa ob upoštevanju njene metodološke šibkosti očitno ni najbolj pravilno. Painter (2000) zelo jasno poudarja, da Tienovih sklepov (1979) dejansko ni mogoče uporabiti za uvajanje ukrepov za zatiranje kriminalitete; kljub temu pa so ta sklepanja zelo negativno vplivala na motivacijo za izvajanje nadaljnjih raziskav. Ti vplivi se čutijo še danes. Nova ameriška študija avtorjev Shermana et al. (1997) še zmeraj prihaja do istih sklepov. To lahko ilustriramo s citatom iz 7. poglavja iz tega poročila z naslovom "Preprečevanje kriminala v naseljih": "Razsvetljavi je bila posvečena precejšnja pozornost... Zelo majhna je verjetnost, da izboljšana razsvetljava preprečuje kriminal, posebno ker ni znano, ali prestopniki razsvetljava s pridom izkoriščajo... Skratka, učinkovitost razsvetljave ni poznana." (Citat iz Anon., 2000a). Žalostno je, da Shermanovo poročilo

samo potrjuje dobro znano dejstvo, da veliko ameriških raziskovalcev ne pozna svetovne literature. Kljub temu pa se študija pogosto citira. Shermanovo poročilo kot tako sklepa (nekoliko skrajšano): "Prizadevanja za preprečevanje kriminala je treba osredotočiti na urbana področja s skoncentrirano revščino, kjer je stopnja umorov dvajsetkratnik nacionalnega poprečja" (kar je v svetovnem merilu daleč največ; prim. Van Dijk & De Waard, 2000) in tudi "Prenovitvene programe je treba poostreno preverjati". Iz teh citatov bi lahko sklepali, da bi bilo treba najprej uvesti spodobno znanstveno raziskavo o prispevku javne razsvetljave k preprečevanju kriminalitete. To je ključni sklep iz dveh novejših britanskih študij, ki, mimogrede, tudi ne upoštevata raziskav z drugih jezikovnih področij (Farrington & Welsh, 2001; Pease, 1999). Prav tako tudi nista diferencirani po vrstah kriminala. Navkljub tej resni pomanjkljivosti študija Farrington & Welsh sklepa, da "... bi lahko bila izboljšana cestna razsvetljava ustrezna, cenovno ugodna in učinkovita metoda za zatiranje kriminalitete" (Farrington & Welsh, 2001, str. 4). Po Painterju in Farringtonu je najbolj previdna ocena koristi, kot sledi: "... razmerji stroškov po enem letu bi bili v obeh primerih 2,4:1 oziroma 1,3:1" (Painter & Farrington, 1999).

Skozi mnoga leta se je v Veliki Britaniji zelo detajlno preučevalo razmerje med razsvetljava in kriminalom, pri čemer je bila uporabljena raziskovalna metodologija, ki se je osredotočila na preučevanje primerov. Izsledke študij sta zbrala Painter (2000) in Schreuder (2000). Običajno je bilo – metodološki spodrslijaj - izbrano določeno območje z visoko stopnjo kriminalitete, kjer je bila izboljšana razsvetljava. Beležilo se je število zločinov in subjektivne varnostne ocene pred spremembo v razsvetljavi in po njej. Kot tipičen rezultat bomo iz ene izmed študij navedli "Po podatkih iz raziskave se je skupno število kriminalnih dejanj (brez nadlegovanj) zmanjšalo za 27 %. Napadov na osebe je bilo za 35 % manj, napadov na premoženje pa za 25 % manj (Painter, 1991). Spolno nadlegovanje žensk zavzema približno 14 % vseh napadov, zmanjšanje pa je 24-odstotno."

Pogosto se navajata še dve drugi britanski študiji, in to tako, da naj bi dokazovali, da razsvetljava ne preprečuje kriminala (Ramsey et al., 1991; Atkins et al., 1991). S pazljivim ponovnim ovrednotenjem dokažemo, da ti študiji sklepata, da se strah pred zločinom z izboljšano razsvetljava znatno zmanjša, pa tudi, da ljudje verjamejo, da boljša razsvetljava pomaga zbijati kriminaliteto. Še več, obe študiji trdita, da dejansko znižanje stopnje kriminalitete ni veliko: poroča se o splošnem znižanju v višini 6,3 % (prim. Atkins et al., 1991, tabela 3).

2.3.3 Vpliv nivoja svetlobe

Na Japonskem je bila leta 1989 objavljena študija, ki obravnava zvezo med cestnimi ropi (študija govori o "iztrgovanju") in nivojem razsvetljave (Anon., 1989). Raziskavo so izvedli na območju Tokia in Osake. Študija navaja število dogodkov na 10.000 prebivalcev v razmerju z nivojem svetlobe (v lm/m²). Podatki so zbrani v tabeli 2.

Tabela 2. Zveza med ropi in nivojem svetlobe, zasnovana na podatkih, ki jih je zbral Anon. (1989).

nivo svetlobe (lm/m ²)	število dogodkov
< 1	1,85
1 – 2	1,37
> 2	0,67

Na Nizozemskem je bila narejena majhna raziskava, zasnovana na istih zdravih metodoloških principih, ki so skupni študijam o nesrečah na cestah (Schreuder, 1992). Uporabljena metoda je "preučevanje razmerij", kjer je število prijavljenih kriminalnih deliktov (različnih vrst) neposredno povezano z javno razsvetljavo. Zbrani so bili vsi podatki o položaju na področju kriminala v zvezi z razsvetljavo za vsako cesto in ulico v danem mestu. Z ustreznimi statističnimi analitičnimi metodami (med njimi je tudi meta-analiza) smo dobili

Tabela 3. Zveza med nivojem osvetljenosti in raznovrstnimi kriminalnimi dejanji (po Schreuderju, 2000a; temelji na podatkih od: Schreuder, 1992).

nivo osvetljenosti [lx]		<1,6	1,6	2,6	4,0	6,4	10,0	>16
			2,5	3,9	6,3	9,9	15,9	
vrsta zločina	čas							
kraja torbe	podnevi	1	2	3	2	1	4	0
	ponoči	0	2	5	2	1	1	1
vlom od spredaj	podnevi	0	2	4	5	1	1	0
	ponoči	0	8	10	6	0	0	1
vlom od strani	podnevi	0	6	5	6	1	2	0
	ponoči	5	31	37	30	3	8	4
spolni zločini	podnevi	0	4	3	1	2	1	0
	ponoči	0	1	1	2	2	1	2
kraja iz avtomobila	podnevi	2	27	50	61	36	69	20
	ponoči	20	119	158	90	30	82	27
	ponoči / podnevi	10	4,4	3,16	1,48	0,83	1,19	1,35
skupno	podnevi	3	41	65	74	41	77	20
	ponoči	25	169	211	130	36	92	34
	ponoči / podnevi	8,3	4,12	3,25	1,75	0,88	1,19	1,7

rezultate. Prednosti in pomanjkljivosti tovrstnih študij so dobro znane (prim. CIE 1992). V tej študiji smo raziskovali povezavo med nivojem svetlobe in raznovrstnimi kriminalnimi dejanji. Rezultati so zbrani v tabeli 3 (po Schreuderju, 2000a).

Iz gornjih tabel lahko vidimo, da se razmerje kriminalnih dejanj (razmerje dan / noč) s porastom nivoja osvetljenosti zmanjšuje. Zdi se, da to velja za več različnih vrst kriminalnih deliktov. Obstaja pa rahel namig (v glavnem na osnovi kraj iz avtomobilov, tabela 3), da bi se lahko število kriminalnih deliktov pri nivojih cestne razsvetljave, ki so v primerjavi z običajnimi standardi za cestno razsvetljavo visoki, spet začelo povečevati.

Sklep

Rezultate lahko na kratko povzamemo, kot sledi:

- v besedah Farringtona & Welsha: ... izboljšana cestna razsvetljava bi lahko bila ustrežna, cenovno ugodna in učinkovita metoda za zatiranje kriminalitete;
- z zviševanjem nivoja cestne razsvetljave se nočna kriminaliteta v splošnem zniža, saj se razmerja med nočnimi in dnevnimi kriminalnimi delikti zmanjšajo;
- obstaja namig, da ima lahko visok nivo cestne razsvetljave za posledico zvišanje stopenj kriminala.

3. Vsiljena svetloba

Vsiljena svetloba ima svoje žrtve. "Matrika žrtev" je podana v tabeli 4, ki vsebuje tako žrtve kot tudi glavne vrste instalacij za razsvetljavo, ki lahko povzročijo vsiljeno svetlobo.

Tabela 4. Matrika "žrtev". Relevantna območja so označena z "X".

Razsvetljava za: žrtve	šport	industrijo	žarometi	ceste	reklame	rastlinjake
stanovalci	X	X	X	X	X	X
astronomi	X	X	X	X		X
življenje v naravi	X	X	X	X	X	X
uporabniki cest	X		X		X	X
ladjarstvo	X	X			X	

V tabeli 4 je v terminu "industrija" zajeta tudi "splošna razsvetljava površin".

Skupini "žrtev", ki se jima posveča največ pozornosti, sta stanovalci in astronomi.

Stanovalci najbolj trpijo, kadar svetloba vdira v njihovo zasebno življenje, ko pada neposredno v bivalni prostor. V mnogih primerih je to povezano s svetlobo, ki pada v spalnice, vendar pa tudi s svetlobo, ki pada v dnevne sobe ali zasebne vrtove. Astronome pa ovira pri njihovih prizadevanjih, da bi izvajali natančna opazovanja. Pri astronomih gre tako za profesionalce kot za amaterje, vendar pa je tu tudi še veliko večja skupina ljudi, ki uživajo v temi. Največje skrbi jim povzroča bolj difuzna vrsta svetlobnega onesnaženja, ki nastaja zaradi svetlobe, oddane navzgor, ki se razsiplje po ozračju. Ta razsipana svetloba povzroča difuzni "mestni nebesni sij" ("urban sky glow"). Svetlobo lahko bodisi svetilke oddajajo navzgor neposredno bodisi se indirektno odbija od osvetljenih površin, kot so npr. ceste. Tretjo pomembno skupino "žrtev" smo v tabeli 4 poimenovali "življenje v naravi". Obsega rastline, predvsem pa žuželke, ptiče in sesalce. Izraz "uporabniki cest" govori sam zase. Zaradi dolžine besedila v tabeli naj na tem mestu pojasnimo, da je tu zajet tudi železniški promet. Podrobnosti o tej matriki in način, kako je bila uporabljena v osnutku nizozemskih priporočil, sta razvidna iz: NSVV (1999); Schreuder (1999).

Ta članek obravnava zunanjo razsvetljavo. Tipe razsvetljave, ki so navedeni v tabeli 4, lahko uvrstimo v tri glavne razrede zunanje razsvetljave, namreč:

- ❖ čista namenska razsvetljava kot npr. razsvetljava za cestni promet, razsvetljava industrijskih kompleksov ali športnih objektov itd. Njihov namen je zagotoviti ustrezno vidljivost za naloge, ki se morajo v

teh situacijah opravljati. Glavna vidika sta povečanje varnosti in zaščite. Karakteristike so opisane pod naslovom "funkcionalna razsvetljava" (Schreuder, 1970, 1974, 1994a, 2001; Van Bommel & De Boer, 1980). O glavnih vidikih funkcije cestne razsvetljave smo razpravljali v prejšnjem pod poglavju.

- ❖ Razsvetljava za povečanje ugodja kot npr. razsvetljava sprehajališč, ulic v stanovanjskih naseljih, osvetljevanje fasad na javnih zgradbah z žarometi itd., kjer so vidiki vidljivosti sicer pomembni, vendar je podpiranje občutka ugodja enako pomembno. Tu prevladujeta preprečevanje kriminala in zmanjševanje števila kriminalnih dejanj, natančneje spodbujanje občutka varnosti (subjektivni vidiki kriminala). Poleg funkcionalnih zahtev, kar smo navedli že prej, je glavni namen razsvetljave za povečanje ugodja poživitev okolij (Schreuder, 1989, 2000a, 2001).
- ❖ Dekorativna razsvetljava kot npr. razsvetljava božičnih dreves, prikazi z laserskimi žarki, razsvetljava vodnjakov in dreves z žarometi. Njihova funkcija je izključno poživljanje scene. V tem pogledu je razsvetljava tudi "funkcionalna", vendar se njena funkcija precej razlikuje od prej omenjenih varnostnih in zaščitnih vidikov. Podrobnosti o tej vrsti razsvetljave lahko najdemo v zbornikih nedavnih konferenc kot npr. CIE (1999), Anon. (2000). Prim. tudi CoHu (1967).

Ker je zunanja razsvetljava v bistvu funkcionalna, skupinsko izklapljanje nikoli ni dobra rešitev za boj proti vsiljeni svetlobi, saj bi lahko hitro prišla v protislovje s primarnim funkcijami razsvetljave. Očitno je odgovor v kakovostni razsvetljavi. Zahteve za kakovostno razsvetljavo obravnava Mednarodna komisija za razsvetljavo CIE (CIE 1997; 2001b; 2001c).

4. Okoljski pristop k zmanjševanju vsiljene svetlobe

4.1 Razdelitev na cone

Posledice svetlobnega onesnaženja niso povsod po svetu enako resne; to pomeni, da ni treba, da bi bili ukrepi za omejevanje vsiljene svetlobe v vseh krajih enako strogi. Zaradi tega se "svet" razdeli na cone. Tako razdeljevanje je dobro uveljavljena

praksa pri določanju osnove za okoljevarstvene predpise. Cone so definirane kot območja, kjer se odvijajo ali načrtujejo specifične aktivnosti in kjer so priporočljive specifične zahteve za omejevanje vsiljene svetlobe. Mednarodna komisija za razsvetljavo CIE je predlagala sistem za razdeljevanje na cone, ki je posebej osredotočen na ta namen (CIE, 1997). Razdeljevanje na cone ne zaustavi onesnaženja okolja, vendar pa lahko služi kot referenčni okvir za zakonodajo in predpise proti onesnaževanju. CIE je predlagala sistem za razdeljevanje na cone za splošne namene (CIE, 1997, 2001a). Sistem je tesno povezan s sistemom za razdeljevanje na cone, ki je v uporabi v mnogih državah. Cone se označujejo z razredi (E1... E4). Opisani so v tabeli 5.

Tabela 5: Opis okoljskih con v skladu s sistemom CIE za razdeljevanje na cone (prevzeto po CIE, 2001a, tabela 2.1).

cona	okolje	svetlobno okolje	primeri
E1	naravno	samo po sebi temno	narodni parki ali zaščitena območja
E2	podeželsko	nizka sijavost okolja	kmetijske ali podeželske stanovanjske površine
E3	primestno	srednja sijavost okolja	industrijska ali stanovanjska predmestja
E4	mestno	visoka sijavost okolja	mestna središča in trgovske površine

Omeniti je treba, da so opisi v izvorni publikaciji CIE drugačni in manj zgoščeni (CIE 1997). V novjšem osnutku CIE so industrijska in podeželska stanovanjska področja navedena kot primer za cono E2 (CIE 2001a). Ustreznejši primer bi bila podeželska poljedelska področja.

Specifični vidiki pri projektiranju razsvetljave v bližini astronomskih observatorijev in delovanje observatorijev samih zahtevajo podrobnejši sistem razdelitve na cone, kjer je ena ali več con CIE še razdeljenih na podcone. Te so zasnovane na sistemu ALCOR, ki ga je predlagal Murdin (1997). Prim. tudi Schreuder (1994a, 1996). V tabelah 6 in 7 je podan opis okoljskih podcon skupaj s primeri astronomskih dejavnosti, ki se lahko v teh conah odvijajo. Ti tabeli temeljita na CIE (2001b, tabeli 2a in 2b).

Tabela 6: Opis okoljskih podcon

Primeri okolij	cona	pod- cona
E1		področja s samo po sebi temno pokrajino
	E1a	naravni rezervati
	E1b	narodni parki
E2	E1c	področja z izrednimi naravnimi lepotami, zaščitene pokrajine
		področja z nizko sijavostjo okolja: podeželska poljedelska področja, vaška naselja
E3		področja s srednjo sijavostjo okolja
	E3a	predmestna stanovanjska področja
E4	E3b	mestna stanovanjska področja
		področja z visoko sijavostjo okolja
E4a		mestna področja z mešano stanovanjsko, industrijsko in trgovsko izrabo zemljišč z znatno nočno aktivnostjo
	E4b	mestna in velemestna področja z mešano rekreacijsko in trgovsko izrabo zemljišč z visoko nočno aktivnostjo

Tabela 7: Astronomske dejavnosti v okoljskih podconah

okoljska podcona	primeri astronomskih dejavnosti
E1a	observatoriji na lokacijah svetovnega pomena
E1b	observatoriji nacionalnega ali mednarodnega pomena
E1c	observatoriji na akademski ravni, razred 1 m
E2	observatoriji na podiplomski ravni, razred 1 m
E3a	observatoriji na dodiplomski ravni, amaterji, razred 50 cm
E3b	amaterji, razred 30 cm
E4a	opazovanje s prostim očesom
E4b	opazovanje svetlih objektov s prostim očesom

4.2 Zatemnitev ("policijska ura")

Podobno kot pri krajevnih vidikih posledice svetlobnega onesnaženja tudi časovno niso v vsakem trenutku dneva in noči enako resne; to pomeni, da so lahko ukrepi za zmanjševanje vdora svetlobe v različnih obdobjih različno strogi. Za realizacijo te zamisli je bil vpeljan koncept "policijske ure". Obdobje teme je podeljeno na "večer" in "noč". Pogosto se prehod izbere okrog polnoči; običajno pa je točen trenutek preklopa na nižji nivo določen z nacionalno zakonodajo.

Na splošno je priporočljivo, da po "policijski uri" deluje le razsvetljava, ki je neposredno povezana z varnostjo in varovanjem, druga pa naj bo izklopljena. To bi pomenilo, da bo cestna prometna razsvetljava delovala tudi ponoči, kar velja tudi za ulično razsvetljava, kjer sta z njo povezana varnost pešcev in preprečevanje kriminala. Dekorativna razsvetljava pa naj bi bila izklopljena. Pripomniti moramo, da mnoga priporočila za razsvetljava cest in ulic vsebujejo zahteve za zniževanje nivoja razsvetljave pri nočnem obratovanju kot rezultat sprememb v gostoti in sestavi prometa. Primeri so razvidni iz CEN (1998); CIE (1977, 1995); NSVV (1999).

5. Priporočila za zmanjševanje vsiljevanja svetlobe

5.1 Trenutni položaj

Kot smo omenili že prej, obstaja splošen konsenz glede priporočil za zmanjšanje vsiljene svetlobe. Res pa je, da še poteka precej razprav glede numeričnih vrednosti, ki predstavljajo meje motenj zaradi vsiljene svetlobe. Razlog je v tem, da obstajajo običajno tri stališča, ki predstavljajo vsako svojo pomembno strujo znotraj družbe, vsaka od teh pa ima popolnoma drugačne interese. Na prvem mestu – pa ne zato, ker bi bili najpomembnejši, temveč zato, ker so bili prvi, ki jih je skrbela razsvetljava – je skupina proizvajalcev opreme za razsvetljava. Za cilj imajo izdelovanje izdelkov, ki omogočajo učinkovite instalacije za razsvetljava, ki dobro izgledajo, včasih pa so celo spektakularne. Na drugem mestu jim sledijo oblasti, v interesu katerih so stroškovno učinkovite instalacije za razsvetljava, njihova primarna naloga pa je varčna poraba javnih financ. Na tretjem mestu so nazadnje še interesne skupine, ki hočejo zaščititi okolje. Od vseh treh so se pojavile najkasneje, so pa običajno najbolj nepopustljive in znajo najbolje govoriti.

V tem delu podajamo veliko priporočil. Ker v nekaterih primerih razprave v nacionalnih in mednarodnih odborih še niso kočane, lahko pričakujemo,

da bodo lahko končna priporočila, ki bodo objavljena v prihodnjih poročilih teh teles, še precej drugačna. V besedilu so podane natančne navedbe, kolikor je pač mogoče. Kar predstavljamo tukaj, se do neke mere ujema s prejšnjimi poročili CIE, pa tudi z mnogimi drugimi publikacijami (Anon., 1978; Asmann et al., 1987; CIE, 1993, 1993a; Cohu, 1967; Fisher & Turner, 1977; Hartmann, 1984; Hartmann et al., 1984). Mnoga izmed priporočil, vendar pa ne vsa, ki jih navajamo tu, temeljijo na trenutnih osnutkih, kot sta osnutka iz Nizozemske in CIE (NCVV, 1999, 2001; CIE, 2001a, 2001b).

5.2 Priporočila v zvezi z neposrednim vdorom svetlobe - stanovalci

V tem delu podajamo priporočila, ki veljajo za tiste primere, kjer vsiljena svetloba pada neposredno v življenjski prostor "žrtev". Na te pogoje se sklicujemo pod naslovom "stanovalci" v tabeli 4.

a. Razsvetljava športnih objektov in splošna zunanja razsvetljava

V tabeli 8 so podana priporočila, kako se izognemo nepotrebni vsiljeni svetlobi, ki jo povzročata razsvetljava športnih objektov in splošna zunanja razsvetljava vključno z razsvetljava industrijskih površin.

Tabela 8: Priporočila za omejevanje vsiljene svetlobe zaradi razsvetljave športnih objektov in splošne zunanje razsvetljave

Cona	E1	E2	E3	E4
osvetljenost [lx]				
zvečer	2	5	10	25
ponoči	1	1	2	4
svetilnost [cd]				
zvečer	2500	7500	7500	7500
ponoči	0	500	1000	2500

Priporočila, podana v tabeli 8, se nanašajo na osvetljenost v ravnini fasade v stanovanjih – posebno spalnic - in na svetilnost svetilk v smeri oken na teh fasadah. Osvetljenost se meri na sredi fasade, ki jo preučujemo, na višini 1,8 m nad tlemi. V večnadstropnih zgradbah je treba meritev ponoviti v vsakem nadstropju. Svetilnost se meri od istih točk v smeri proti vsaki svetilki, ki se s te točke vidi. Vse vrednosti morajo biti pod mejnimi vrednostmi v tabeli 8. Podatki se nanašajo na razsvetljava športnih objektov in industrijsko

razsvetljavo (NSVV 1999, 2001). Uporabimo jih lahko tudi za druge vrste zunanje razsvetljave, kot npr. za razsvetljavo za olepševanje mest (Schreuder, 2001a). Pripomniti pa je treba, da priporočljive vrednosti iz tabele 8 ne veljajo za osvetljenosti na drugih ravninah in tudi ne za svetilnosti v drugih smereh. Te primere pokrivajo druga priporočila, npr. CIE (1976, 1992a, 1995). V večini primerov lahko projektant razsvetljave do višine teh omejitev prosto izbira svetilke, ki jih potrebuje za dobro instalacijo. Upoštevanje tabele 8 običajno pomeni, da moramo na svetilke namestiti zaslonke, da se izognemo razsipanju svetlobe ("razliti svetlobi").

b. Osvetljevanje z žarometi

V tabeli 9 so podane priporočene mejne vrednosti za svetlosti fasad, da omejimo nepotrebno vsiljevanje svetlobe v življenjski prostor stanovalcev v soseščini. Zahteve se v prvi vrsti nanašajo na "osvetljevanje z žarometi", kot je omenjeno v tabeli 4. Motnja je posledica svetlobe z žarometov, ki se odbija od fasad v življenjski prostor stanovalcev. Vrednosti se nanašajo na poprečje površine fasad opazovane zgradbe. Zasnovane so na osnutku nizozemskih priporočil (NSVV, 2001).

Tabela 9: Priporočila za omejevanje vsiljene svetlobe zaradi svetlosti fasad (osvetljevanje z žarometi; v cd/m²)

cona	E1	E2	E3	E4
zvečer	5	5	10	25
ponoči	0	5	10	25

Tabela 10: Priporočila za omejevanje vsiljene svetlobe zaradi cestne razsvetljave

cona	E1	E2	E3	E4
osvetljenost [lx] zvečer in ponoči	5	10	10	15
svetilnost [cd] zvečer in ponoči	200	400	400	1000

Meritve osvetljenosti in svetilnosti se morajo izvesti na enak način, kot je opisano za tabelo 9. Priporočila v tabeli 10 se občutno razlikujejo od tistih v tabeli 9, ker je motnja povezana z vrsto ceste in s tem z razredom cestne razsvetljave, vendar pa obenem tudi s splošnimi svetlobnimi razmerami v danem območju in s tem s cono. Mejne vrednosti za svetilnosti so mnogo nižje, ker so svetilke za cestno razsvetljavo navadno veliko bližje kot svetilke za

splošno razsvetljavo površin. Nazadnje pa običajno tudi ni razlike med večerno in nočno razsvetljavo.

d. Reklamni panoji

Reklamni panoji ("oglasne deske") se v industrializiranih državah močno množijo. Glavna težava je v tem, da jih postavljajo zasebniki ali podjetja. Problemi izvirajo iz treh dejstev: najprej ideologija prostega trga oblastnim organom preperečuje, da bi prepovedali tudi najbolj primitivne oblike oglaševanja. Kot drugo je očitno pomanjkanje poznavanja osnov oglaševanja tisto, ki zavede mnoga podjetja, da storijo samo eno: svoje panoje naredijo bolj opazne (večje, svetlejšje, bolj pisane) od sosedovih oziroma konkurenčnih. Kot tretje pa jih enako očitno pomanjkanje svetlobnotehničnih znanj zapelje, da izberejo razsvetljavo, ki je najcenejša za instalacijo – ne glede na kakovost ali tekoče stroške. To ne pomeni, da bi bilo treba reklamne panoje prepovedati. Pomeni, da bi bilo treba vpadljive reklamne panoje, posebej še utripajoče, omejiti na mestna okolja in jih dovoliti samo, če se prilegajo celotni podobi. V ta namen je očitno potrebno tesno sodelovanje med vsemi vpletenimi strankami, tako zasebnimi podjetji kot tudi oblastnimi organi (Schreuder, 2001a).

Nacionalna in mednarodna telesa so predlagala mejne vrednosti za fotometrične karakteristike reklamnih panojev. Kot smo nakazali že prej, okrog teh vrednosti v glavnem zaradi velike raznolikosti reklamnih panojev in področja njihove uporabe ni konsenza. Tabela 11 vsebuje preliminarne predloge mejnih vrednosti, ki imajo za osnovo razprave na Nizozemskem. Kot smo nakazali prej, morajo pristojni odbori še odločiti. Vrednosti se nanašajo na poprečno svetlost po vsej površini panoja ne glede na njeno barvo.

Tabela 11: Priporočene in mejne vrednosti svetlosti reklamnih panojev

cona	velikost [m ²]	priporočene vrednosti [cd/m ²]	mejne vrednosti [cd/m ²]
E1; E2	brez reklamnih panojev		
E3; E4	< 0,5	600	2000
	0,5 - 2	600	1500
	2 - 5	600	1200
	5 - 10	300	500
	> 10	100	100

Zahteva se, da se v conah E1 in E2 reklamnih panojev ne sme postavljati. Nadalje se ne razlikuje med "večernimi" in "nočnimi" razmerami, saj ni verjetno, da bi imeli znake posebej za nočni čas. Če

so prevelik onesnaževalec, jih je treba izklopiti. Zavedati se moramo, da je svetlost, ki zagotavlja optimalno čitljivost znaka, precej nižja od mejnih vrednosti v zadnjem stolpcu v tabeli 11. Zato je bil v tej tabeli dodan še stolpec s priporočenimi vrednosti svetlosti za optimalno čitljivost. Priporočljivo je omejiti svetlost znakov na slednje vrednosti, saj je berljivost glavni namen znaka, in se odmakniti od mejnih vrednosti, ki služijo le zburanju nekoliko večje pozornosti.

e. Rastlinjaki

Čeprav so rastlinjaki tisti, ki na Nizozemskem največ prispevajo k svetlobnemu onesnaženju, trenutno ni priporočil za omejitev vsiljene svetlobe iz njih. Razlog je v tem, da sedanja zakonodaja sicer zahteva omejitev oddajanja svetlobe, vendar pa je zakonodaja usmerjena k medsebojnemu motenju med sosednjimi posestvi z rastlinjaki, ne pa k zmanjševanju vdora svetlobe v zgradbe.

5.3 Vpliv vsiljene svetlobe na življenje živali in rastlin ter na udeležence v prometu

a) Življenje v naravi

Do pred kratkim je bilo običajno kot "žrtve" svetlobnega onesnaženja obravnavati zgolj človeška bitja. Večino raziskav so opravili astronomi, ki so izvajali največ pritiska zaradi zaščite lokacij z astronomskimi observatoriji. V manjši meri so se raziskovali tudi javnozdravstveni vidiki. Kot sledi iz večjega pregleda literature, ki ga je podprlo nizozemsko Ministrstvo za javno zdravje (Van den Berg, 2000), se zdijo slednji relativno manj pomembni. Vendar pa so raziskave pokazale, da mnoge male živali, kot so npr. žuželke in ptice, trpijo zaradi nočne svetlobe. Tudi druge živali kot morske želve lahko zaradi svetlobnega onesnaženja močno trpijo. Naj tu izmed starejših raziskav omenimo Schanowskega & Spätha (1994) in Verheijena (1985).

V zadnjem času je bilo objavljenih vse več in več raziskav. Po zgledu raziskav v zvezi z razsvetljavo podeželskih avtocest v naravnih okoljih, narejenih na Nizozemskem (prim. Anon., 1997), je bilo narejenih veliko študij literature in eksperimentalnih raziskav. Nabor literature najdemo pri Van den Bergu (2000) ter De Molenaarju et al. (1997). Eno od številnih eksperimentalnih študij opisujeta npr. De Molenaar & Jonkers (1997); rezultati so bili objavljeni pred kratkim (De Molenaar et al., 2000). Ta študija črnokljunih kljunačev lahko služi kot metodološki primer, kako je treba take študije

delati. Drug tak primer je vpliv razsipane svetlobe na obnašanje morskih želv (Irvine & Belalidis, 1999).

Težko je povzeti različne raziskave, od katerih je večina osredotočena na posamezne vrste živali ali rastlin. V splošnem se je ugotovilo, da povečanje razsvetljave v okolju povzroči spomladi pomik rastnih in razmnoževalnih obdobij proti bolj zgodnim mesecem, s čimer narašča nevarnost poškodb in smrti zaradi nižjih temperatur. Ta trend se lahko opazi pri večini raziskav na živalih in rastlinah. Bistven rezultat je, da je mogoče narediti seznam tipov sijalk (oziroma barv njihove svetlobe), ki gre od prednostnih proti najmanj priporočljivim tipom:

- ❖ nizkotlačne natrijeve sijalke
- ❖ visokotlačne natrijeve sijalke
- ❖ kompaktne fluorescenčne sijalke
- ❖ visokotlačne živosrebreve sijalke (vključno z metalhalogenidnimi)

b) Udeleženci v prometu

Zelo verjetno je, da bodo imeli udeleženci v cestnem, železniškem in vodnem prometu popolnoma različne zahteve glede mejnih vrednosti vsiljene svetlobe. Glavni razlog za to je, da so cestna vozila (avtomobili itd.) opremljena z lastnimi lučmi; zato vozniki v nasprotju z udeleženci v železniškem in vodnem prometu niso nikoli v popolni temi. Vendar pa podatkov za železniški in vodni promet ni. Za cestni promet (vozniki avtomobilov) je podanih nekaj predhodnih priporočil v tabeli 12. Vrednosti temeljijo na priporočilih za omejevanje učinkov vsiljene svetlobe na transportne sisteme (CIE; 2001a, tabela 2.4).

Tabela 12: Maksimalne vrednosti porasta praga zaradi drugih (ne cestnih) instalacij za razsvetljavo

parameter	brez cestne razsvetljave	razred ceste		
		M5	M4/M3/M2/M1	
ekvivalentna svetlost prilagoditve [cd/m ²]	0,1	1	2	5
porast praga	15 %	15 %	15 %	15 %

V tabeli 12 je bila uporabljena klasifikacija cest po CIE (1995). "Ekvivalentna svetlost prilagoditve" je svetlost, ki jo je treba uporabiti pri določanju porasta praga (threshold increment, TI). Ta je definiran v CIE (1976); prim. tudi Schreuder (2001). Pripomniti moramo, da po metodi CIE TI ni mogoče

izračunati za neenakomerne instalacije za razsvetljavo (Huijben, izdaja 2001). V takih primerih predlagamo uporabo mejnih vrednosti za svetilnost, ki so podane v tabeli 8.

5.4 Mestni nebesni sij

Obstaja še ena vrst svetlobnega onesaženja, ki ga moramo obravnavati. Tudi če so svetilke ustrezno nameščene, dobro nastavljene in zastrte, lahko nekaj svetlobe usmerijo navzgor proti nebu. Nadalje bo svetloba, ki se odbija od površin, ki jih moramo osvetljevati, prav tako končala na nebu. Skupni rezultat je to, kar navadno imenujemo "nebesni sij": difuzna meglica, ki se v celoti ali vsaj delno razteza po nebu in otežuje ali celo preprečuje opazovanje astronomskih objektov. Ne prizadene le profesionalnih astronomov z njihovimi velikimi teleskopi; njene žrtve so tudi tisoči ali celo stotisoči amaterskih astronomov, ki občudujejo nebesne čudeže. Lahko bi sicer oporekali, češ da so v življenju tudi pomembnejše stvari, kot je dejstvo, da so nekatere zvezde malo manj jasno vidne, vendar pa razmišljanja filozofov, verskih voditeljev in učiteljev priporočajo drugačen pristop. Če bo človeštvo izgubilo stik z vesoljem, lahko izgubi tudi stik z nekaterimi svojimi najglobljimi duhovnimi temelji. To je bilo izraženo na več različnih mestih v svetih knjigah mnogih religij, vendar pa tudi v znanstveni literaturi (Crawford, 1991, 1994; Murdin, 1994; Percy, 1998, 1999; Schreuder, 1987).

5.4.1 Izvor in delovanje nebesnega sija

Nebesni sij se pojavlja kot svetlost ozadja na nebu, proti kateri želimo opazovati astronomske objekte. Njegova posledica je zmanjšanje kontrasta svetlosti, ki moti astronomska opazovanja. Neusmerjeno razsipanje svetlobe po delcih v vesolju in ozračju je tisto, ki povzroča nebesni sij. Del svetlobe in del delcev sta naravna, drugi del pa povzroča človek. "(Naravno) sevanje ozadja" je definirano kot sevanje (svetlost), ki ga (jo) povzroča razsipanje naravne svetlobe po naravnih delcih. Za observatorije na Zemlji je naravna svetlost ozadja absolutna meja za opazovanja. Nadaljnja pojasnila lahko najdemo pri Levasseur-Regourdu (1994) ter pri Leinertu & Mattili (1998).

Za razumevanje delovanja (difuznega) nebesnega sija se moramo zavedati, da je vsakršno opazovanje - pa naj gre za vizualno, fotografsko ali elektronsko opazovanje - predmetov, ki oddajajo svetlobo, v osnovi opazovanje kontrasta. Celotna razsipana svetloba povzroči svetlobno tančico, ki se razteza po polju opazovanja. Ta tančica ima tudi

svojo svetlost. Vsi kontrasti se zmanjšajo. Učinek se lahko zazna kot povečanje "sijavosti" zvezd, ki jih je ravno še mogoče videti. Izpeljava tako imenovane "formule nebesnega sija" je podana v CIE (1997).

5.4.2 Ugotavljanje nebesnega sija; Walkerjev zakon

Kljub dejstvu, da svetlobno vznemirjanje astronomom povzroča velike skrbi, pa obstaja le malo poročil o raziskavah kvalitativnih in kvantitavnih vidikov motenj astronomskih opazovanj zaradi svetlobe. Največ jih temelji na Walkerjevem delu (1973). Običajno se svetloba, ki moti astronomska opazovanja, pojavlja v obliki nebesnega sija v bližini velikih urbanih, industrijskih ali kmetijskih koncentracij. Svetlost nebesnega sija lahko primerno izrazimo z "Walkerjevim zakonom", ki ga je mogoče zapisati kot

$$\log p = - 4,7 - 2,5 \log R + \log F$$

(po: Anon., 1984; prim. Walker 1973, 1991), kjer je p razmerje med opazovanim nebesnim sijem, kot ga izmerimo v smeri vira pod kotom 45°, in naravnim sevanjem ozadja, R je razdalja do vira (v km), F pa celotni svetlobni tok zunanje razsvetljave pri viru (v lm). Omeniti moramo, da obstaja nekaj dvomov, ali je kot 45° najprimernejši; največ opazovanj gre navzdol do 30° ali celo 15°. Slednji kot se na Nizozemskem uporablja za opisovanje bolj splošnega vpliva nebesnega sija na izkušnje ljudi v okolici njegovih virov (Anon., 1997; Van Berghem-Jansen, 1997). Za sevanje ozadja se običajno vzame 2 . 10⁻⁴ cd/m². Ta zakon je bil vpeljan za mesta na jugozahodu ZDA. Zdi se, da ga je mogoče uporabiti tudi za druge kraje (Fisher&Turner, 1977; Garstang, 1991; Isobe & Kosai, 1994; Isobe, 1997; Sanchez Beitia, 1983).

Walker (1991) predpostavlja, da je skupni svetlobni tok nekega mesta premo sorazmeren s številom njegovih prebivalcev, namreč 1000 lm na prebivalca (prim. tudi Schreuder, 1991). Za razširitev modela za širšo uporabo, natančneje glede približka 1000 lm na prebivalca, potrebujemo več podatkov. Finch et al. (1980) so predlagali vrednosti med 500 in 1000 lm na prebivalca, Schreuder (1987) pa ugotavlja, da je mogoče najti tudi vrednosti, ne višje od 50 lm na prebivalca, čeprav je znašalo poprečje njegovega vzroca iz vsega sveta približno 850 lm.

Drugo, matematično strožjo izpeljavo, podajajo Fellin et al. (2000). Predstavili so relacijo, ki dovoljuje določanje porasta magnitude praga za ravno še vidne zvezde kot rezultat parametrov razsvetljave:

$$dM = - 2,5 \log (1 + R_n / [r(1 - R_n)]),$$

kjer je

dM: porast magnitude praga za ravno še vidne zvezde;

Rn: skupni navzgornji svetlobni tok vsega mesta
r: regijsko poprečne refleksijskega faktorja
(po: Fellin et al., 2000, enačba 9).

Nebesni sij je posledica svetlobe, ki se odbije navzgor in potem razsiplje nazaj na površje Zemlje. Del razsipane svetlobe se odbije naravnost navzgor. Običajno je to posledica slabo sprojektirane ali slabo nastavljene razsvetljave; lahko pa se pojavi tudi, če je svetloba namerno usmerjena navzgor. Še en pomemben prispevek k razsipani svetlobi pa daje svetloba, ki je sicer natančno usmerjena na osvetljevalne predmete, vendar se od njih odbije. Cestne površine, trava in zgradbe odbijejo precejšen delež vpadne svetlobe, svetloba pa se običajno odbije navzgor. Poudariti moramo, da ta svetloba služi svojemu namenu le, če zadene opazovalčevo oko. V nekaterih primerih, kot npr. pri signalizaciji, je to svetlobni vir sam, skoraj v večini primerov pa je to svetloba, ki se odbija od "koristne" površine. Zato je predlog, ki ga je ponekod slišati, namreč, naj se vse površine prebarvajo črno, pa ne bo odbite svetlobe, v resnici nesmiseln, saj bi, četudi bi to zares storili – predvsem pa, če bi to bilo sploh mogoče –, bi postala razsvetljava popolnoma neuporabna. To velja še posebej za cestne površine.

Vsem virom nebesnega sija, ki ga povzroča človek, pa je skupno eno: vsi predstavljajo gospodarske izgube. Crawford je na osnovi števila predpostavk "čez palec" izračunal samo v ZDA letne izgube v višini milijarde dolarjev (Crawford, 1991, 1997a). Isobe je postregel s podobnimi podatki, ki pa jih je potem podrobneje razdelal za specifična mesta in lokacije (Isobe, 1999). Prim. tudi Cinzano (1994, 1999, 2000) ter Cinzano & Diaz Castro (2000) in Cinzano et al. (1999).

Ti izračuni zajemajo tudi odbito svetlobo. Po italijanskih podatkih je le majhen delež nebesnega sija posledica direktne svetlobe, večji del pa prispeva odbita svetloba, ki se ji, kot smo nakazali že prej, ne moremo izogniti, ne da bi ogrozili funkcijo razsvetljave same (Fellin et al., 2000). Končni rezultat je, da izračun krepko precenjuje energijske izgube. Ne glede na to pa so te izgube nesprejemljivo visoke!

5.4.3 Atmosfersko razsipanje

Razsipanje svetlobe po ozračju je zapletena reč. Absolutno čist zrak, ki ga sestavljajo preproste molekule kisika, dušika in nekaterih elementov v sledovih, razsiplje svetlobo v skladu z dobro znanim Rayleighovim zakonom. Za tiste delce, ki so v

primerjavi z valovno dolžino zelo majhni, in za ravninsko polarizirano svetlobo, je razsipana svetilnost odvisna med drugim od četrte potence valovne dolžine. To povzroči, da se nebo zdi modro (kar ustreza neskončno visoki temperaturi črnega telesa; tako imenovani Tyndallov efekt. Prim. Moon, 1961; Minnaert, 1942; Schreuder, 1998). Kratek opis podaja Illingworth, ed. (1991, str. 393). Če so delci večji, tj. če so njihove dimenzije v enakem velikostnem redu kot je valovna dolžina svetlobe, opisujejo razsipanje za sferične dele brez absorpcije Miejeve enačbe. Prim. Illingworth, ed. (1991, str. 303). Teorijo je zelo podrobno obdelal Van de Hulst (1957).

Veliko ljudi je zaskrbljenih zaradi prispevka onesnaženja zraka k razsipanju svetlobe po ozračju. Po Cinzanu (2001a) so bili izračuni za Svetovni atlas svetlobnega onesnaženja (Cinzano, 1999, 2000) narejeni za čisto ozračje, ker se zdi, da je glavni dejavnik prej meglica v celotnem ozračju kot pa dodatna meglica v bližini velikih mest. Slavni "Garstangov model", ki je bil uporabljen pri teh izračunih, dopušča atmosfersko meglico (Garstang, 1986, 1989, 1991, 1999). Kot je Garstang dokazal, učinki prisotnosti smoga zmanjšujejo umetno sijavost nočnega neba zaradi močnejšega dušenja že na razdalji nekaj kilometrov od virov. Le v območju v oddaljenosti do nekaj kilometrov od virov, kjer je dušenje zanemarljivo, smog prispeva k porastu umetne sijavosti neba, ker razsipanje zaradi aerosolov v smogu okrepi Rayleighjevo molekularno razsipanje. In točno to je tisto, kar skrbi večino ljudi. Medtem ko je večina observatorijev svetovnega pomena daleč proč od industrijskih in mestnih zgostitev, pa za večino amaterskih astronomov to ne velja. Večina od njih živi "v oddaljenosti do nekaj kilometrov od virov".

5.4.4 Prizadevanja za zmanjšanje vsiljene svetlobe

a. Zahteve za oddajanje svetlobe navzgor

Aktualno poročilo CIE uporablja največjo dopustno vrednost ULR (Upward Light Output Ratio – installed; razmerje navzgor oddane svetlobe – instalirane) kot enega pomembnejših parametrov, s katerimi se izražajo priporočila za omejevanje nebesnega sija. Kratica ULR se uporablja namesto prejšnje oznake ULORinst; obe pomenita isto.

Vrednosti ULR, ki so podane v najnovjšem poročilu CIE, so v tabeli 13 izražene kot odstotek svetlobnega toka svetilke za vsako cono. Nekaj astronomskih dejavnosti, ki bi jih bilo mogoče izvajati v posameznih conah, je prav tako vključenih v tabelo 13. Izpeljane so iz Murdinovih opisov

(1997), nanje pa je treba gledati samo kot na primere.

Tabela 13: Priporočila za razmerje navzgor oddane svetlobe ULR zaradi omejevanja nebesnega sija. Po CIE (1997, tabela 2).

Cona	ULR [%]	astronomske dejavnosti
E1	0	observatoriji (med)narodnega pomena
E2	0 – 5	podiplomski in akademski študij
E3	0 – 15	dodiplomski študij
E4	0 – 25	priložnostno opazovanje neba

Glede na to, da so vrednosti v tabeli 13 po mnenju mnogih astronomov in prirodoslovcev previsoke, je bil pripravljen nov predlog, v katerem so podane natančnejše določene vrednosti za nekatere od con, nekatere vrednosti pa so znižane. Poudariti moramo, da so te vrednosti v trenutku, ko to pišemo, še v razpravi. Kljub temu pa ta predlog predstavljamo v tabeli 14. V nekaterih primerih so bile vpeljane okoljske cone, kot sta jih predlagala Murdin (1997) in Schreuder (1994, 1996).

Tabela 14: Zahteve za instalacije za cestno razsvetljavo in razsvetljavo površin (po CIE, 2001b. Prim. tudi CIE 2001a)

Podcona	maksimalni ULR [%]		
	pred zatemnitvijo		po zatemnitvi
	mesto	podeželje	
E1a	-	-	-
E1b	*	1	0
E1c	*	3	0
E2	0 – 5	0 – 3	0 – 1
E3a	0 – 5	0 – 3	0 – 2
E3b	0 – 10	0 – 5	0 – 5
E4	0 – 15	*	0 – 10

Opombe:

- brez razsvetljave

* ni relevantno; mesto in podeželje se nanašata na splošno stopnjo urbanizacije (relevantno je le za con E2 in E3, ker je E1 vedno na podeželju, E4 pa zmeraj v mestu).

Ta omejitev velja za vsako posamezno svetilko v dani coni. Vrednost ULR je mogoče izmeriti samo, če proizvajalec ali dobavitelj natančno navede, kako je treba svetilko namestiti. Vrednosti v tabelah 13 in 14 so mejne vrednosti. Projektanti razsvetljave bi si morali prizadevati za doseganje najnižjih zahtev pri vsakem projektu posebej, razen če določena instalacija zahteva višje vrednosti. Trenutno so v

teku prizadevanja, da bi se vrednosti še bolj znižale. Kot primere tega, kar bi bilo morda mogoče doseči, bi lahko omenili delo, ki je v teku v Italiji in Španiji. V Italiji je bil pred kratkim uveljavljen standard (UNI, 1999, navajajo ga Fellin et al., 2000).

Ta standard ni naravnani na nacionalne parke, saj je v njih prepovedana vsakršna zunanja razsvetljava (Fellin et al., 2000, 5. pogl.). Italijanski standard podaja naslednje omejitve za navzgorjni svetlobni tok (UNI, 1999, kot ga navajajo Fellin et al., 2000, 3. pogl.):

- ❖ cona UNI 1 (cona E2 po CIE): 1 %
- ❖ cona UNI 2 (cona E3 po CIE): 5 %
- ❖ cona UNI 3 (cona E4 po CIE): 10 %

Za prehodno obdobje pri uvajanju standarda pa so zahteve blažje; podatki so predstavljeni v tabeli 15.

Tabela 15: Priporočila za razmerje navzgor oddane svetlobe ULR zaradi omejitve nebesnega sijaja. Vrednosti iz UNI, 1999, kot jih navajajo Fellin et al., 2000, tabela I.

vrsta instalacije	cona UNI 1 cona E2 po CIE	cona UNI 2 cona E3 po CIE	cona UNI 3 cona E4 po CIE
cestna razsvetljava	1 %	3 %	3 %
druge instalacije	1 %	9 %	23 %

V Španiji so prizadevanja v teku že dalj časa in jih ocenjujejo kot uspešna (Anon., 1982, 1992; Diaz-Castro, 1993, 1998; Sanchez Beita, 1983). Tudi tam so predpisane vrednosti za navzgorjni svetlobni tok, so pa znatno nižje od vrednosti po CIE. Za razmere v nočnem času (po "policijski uri") so za posamezne cone priporočene naslednje vrednosti: cona E1: 0%; cona E2: 1 %; cona E3: 3 %; cona E4: 5 % (vrednosti so podane v Diaz-Castro, 2000).

b. Barva svetlobe

V najnovjšem dokumentu CIE se barva svetlobe obravnava do neke mere podrobno (CIE, 1997, 10. pogl.). V splošnem je sprejemljivo, da je najbolj učinkovit način za zmanjševanje oviranja astronomskih opazovanj, ki je trenutno na voljo, uporaba nizkotlačnih natrijevih sijalk. Ker te sijalke oddajajo (skoraj) monokromatsko svetlobo, komajda vplivajo na opazovanja v drugih spektralnih območjih (Budding, 1993; Sterken & Manfroid, 1992). Ker je rumena spektralna črta svetlobe nizkotlačnih natrijevih sijalk v bližini maksimalne

občutljivosti človeškega očesa, je njihov svetlobni izkoristek visok – trenutno so to najbolj učinkoviti svetlobni viri, kar jih je na voljo (Anon., 2000b; Meyer & Nienhuis, 1998; Sprengers & Peters, 1986; Van Bommel & De Boer, 1980). Zaradi tega je za zunanjo razsvetljavo v bližini astronomskih observatorijev priporočljiva uporaba nizkotlačnih natrijevih sijalk. Poleg tega je mogoče monokromatsko svetlobo varno in učinkovito uporabiti na cestah izven pozidanih območij, po katerih se odvija promet izključno z motornimi vozili. Prim. npr. De Boer, ed. (1967); Van Bommel & De Boer (1980) in Schreuder (1998). Za ceste in ulice z visokim tveganjem za kriminal pa je monokromatska svetloba manj primerna, in to tako pri preprečevanju kriminala kot pri boju proti njemu (Schreuder, 1980, 2000). Drugi razlog za to pa je bolj subjektivne narave, Monokromatska svetloba je grda in deluje nezanesljivo. Zaradi udobja naj ima v naseljenih območjih prednost bela svetloba (Schreuder, 1989, 2001a).

V povzetku, ki temelji na teh osnovnih razmišljanjih, so podana priporočila za uporabo določenih vrst sijalk v različnih conah. Priporočila so podana v tabeli 16, kjer je nakazano tudi, kje se določene vrste sijalk priporočajo oziroma kje naj bi se jim izogibali.

Kjer je omenjen "visokotlačni natrij", je pogosto mogoče uporabiti tudi svetilke s sodobnejšimi vrstami metalhalogenidnih sijalk. Pomisliti je mogoče tudi na uporabo svetilk z več različnimi svetlobnimi viri ("hibride"), posebej še v zvezi z zahtevami za zatemnjevanje oz. "policijsko uro". Vendar pa v tem trenutku še ni mogoče podati splošno uporabnih priporočil.

Tabela 16: Priporočila za prednostno uporabo določenih tipov sijalk

cona	vrsta ceste	priporočeni svetlobni viri	svetlobni viri, ki se jim je treba izogniti
E1	vse	nizkotlačni natrij	bela svetloba
E2	promet	nizkotlačni natrij	bela svetloba
	stanovanjska naselja	fluorescenčne sijalke (Tc < 3000 K)	nizkotlačni natrij ali sijalke s Tc > 3000 K
E3	promet	visokotlačni natrij	
	stanovanjska	fluorescenčne sijalke	nizkotlačni natrij ali

c. Maksimalni instalirani svetlobni tok na enoto površine

Obravnavava relativnega navzgornjega svetlobnega toka na svetilko samega pa ni dovolj. Čeprav je to pomemben parameter, pa ne nakazuje dejanskega učinka umetne razsvetljave na nebesni sij. Četudi so zahteve za navzgornji svetlobni tok izpolnjene, je treba upoštevati tudi velikost sijalke in skupno število sijalk, ki prispevata svoj delež k nebesnemu siju. V tabeli 17 je podanih nekaj predlogov. Opomniti moramo, da ti predlogi za zdaj še niso podprti s kakimi obsežnimi praktičnimi izkušnjami; so še bolj v preliminarni fazi.

Tabela 17: Predlogi območij vrednosti za maksimalni instalirani svetlobni tok na enoto površine za različne cone

cona	razsvetljava površin [lm/m ²]	
	pred zatemnitvijo	po zatemnitvi
E1	0,02 – 0,18	0
E2	0,75	0,15
E3	3 – 12	0,8 – 2
E4	20 – 50	7 – 15

Tabela 17 vsebuje območja vrednosti za različne cone. Razlog za to je, da je treba cone, kot so podane v tabeli 3, razdeliti na podcone, kot smo opisali že prej. Prav tako bi bilo mogoče pripomniti, da so zahteve, ki jih navajamo tukaj, na osnovi nadaljnjih razmišljanj nekoliko strožje od vrednosti, ki smo jih predlagali prej (Schreuder, 2000a).

d. Razmerja oddaljenosti pri razdelitvi na cone

Svetlobno onesnaženje v točkah v določeni coni ("referenčnih točkah", tj. astronomskih observa-torijih, naravnih parkih itd.) ni določeno le z razsvetljavo v tisti coni, temveč tudi z razsvetljavo v sosednjih conah, pa tudi z velikostjo teh con. Upoštevati je treba zahteve za razsvetljavo v conah okrog določenega kraja. Vpliv razsvetljave v sosednjih conah na skupni nebesni sij na referenčni lokaciji (v referenčni točki) je odvisen od razdalje med mejami posameznih con in referenčno točko.

V tabeli 18 so podana priporočila za minimalno razdaljo med mejo cone in referenčno točko. Ta razdalja je kritična za mejno velikost različnih con okrog kraja v coni z določenim rangom; določiti jo je treba za najneugodnejšo smer glede na vire nebesnega sija. Vrednosti, podane v tabeli 18, so izpeljane iz praktičnih izkušenj, pridobljenih na osnovi omejenega števila študij posameznih primerov. Zasnove so na CIE (1997).

Tabela 18: Minimalne razdalje (v km) med mejami con in referenčno točko

rang cone za referenčno točko	rang okoliških con razdalja [km] do mej okoliških con		
	E1 – E2	E2 – E3	E3 – E4
E1	1	10	100
E2		1	10
E3			1
E4	brez omejitev		

Celovito ovrednotenje svetlobnotehničnih zahtev za zmanjšanje vpliva nebesnega sija dobimo s kombinacijo tabel 17 in 18. Razdalje, navedene v tabeli 18, imajo za posledico omejitev nebesnega sija na "ravno še sprejemljiv" nivo. Da bi lahko zagotovili ugodne pogoje za opazovanje, je priporočljivo razdalje iz tabele 18 podvojiti.

Viri:

- Aelen, J.D. & Van Oortmerssen, J.G.H. (1984). De effecten van openbare verlichting op criminaliteit; Een literatuurstudie (Vplivi javne razsvetljave na kriminaliteto; Pregled literature). Interimrapport, Rijksuniversiteit, Leiden, 1984.
- Anon. (1978). Report and recommendations of IAU Commission 50 (Identifikacija in zaščita obstoječih in potencialnih lokacij za observatorije) - skupna izdaja CIE in IAU 1978. (Ponatisnjeno kot Dodatek 4.1. v McNally, ed., 1994, str. 162 - 166).
- Anon. (1979). APLE Policy Statement, 1979 (Cit. Beke & Van Herwijnen, 1990).
- Anon. (1982). Ley 31/1988 de 31 de Octubre (v španščini). Boletín Oficial del Estado 3 noviembre 1988. Madrid. Spain Government, 1988.
- Anon. (1984). La protection des observatoires astronomiques et geophysiques. Rapport du Groupe du Travail. Institut de France, Academie des Sciences, Grasse, 1984.
- Anon (1989). The relation between robbery and light level: investigations in Tokyo and Osaka. 1989.
- ** Anon. (1991). Scoren met sociale veiligheid; Handleiding sociale veiligheid in en om sportaccommodaties (Doseganje usoehov ob družbeni varnosti; Priročnik za družbeno varnost na športnih objektih). Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur, Rijswijk, 1991.
- Anon. (1992). Real Decreto 243/1992 de 13 de Marzo (v španščini). Boletín Oficial del Estado 21 de Abril Madrid. Spain Government, 1992.
- Anon. (1994). Zien en gezien worden; Voorbeeldprojecten 'sociale veiligheid' (See and be seen; Example projects 'social safety'). Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur, Rijswijk, 1994.
- Anon. (1997). Richtlijn openbare verlichting in natuurgebieden (Smernice za cestno razsvetljavo v naravnih rezervatih). Publicatie 112. Ede, CROW/NSVV, 1997.
- Anon. (1997a). Control of light pollution – Measures, standards and practice. Conference organized by Commission 590 of the

- International Astronomical Union and Technical Committee 4.21 of the Commission Internationale de l'Eclairage. The Hague, 20 August 1994. The Observatory, 117 (1997) 10-36.
- Anon. (1997b). Joint Discussion 5 "Preserving of the astronomical windows", August 22 - 23, 1997. XXIIIrd General Assembly International Astronomical Union, 18-30 August 1997, Kyoto, Japan.
- Anon. (1999). Jaarverslag 1998 (letno poročilo 1998). Politie Haaglanden. Den Haag, 1998.
- Anon. (2000). Proceedings, 3rd National Lighting Congress, 23-24 November 2000 na Taskisla Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- Anon. (2000a). Crime and lighting. Report to congress. Newsletter of the International Dark-Sky Association, Number 41, March 2000.
- Anon. (2000b). Handboek verlichtingstechniek (Svetlobnotehnični priročnik). Loose-leaf edition. Deventer, Kluwer Techniek, 2000.
- Assmann, J.; Gamber, A. & Muller, H.M. (1987). Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen, Licht 7 (1987) 509-515
- Atkins, S.; Husain, S. & Storey, A. (1991). The influence of street lighting on crime and fear of crime. Crime Prevention Unit, Paper 28. London, Home Office, 1991.
- Batten, A., ed. (2000). Proceedings, Special Session: "Astronomy for developing countries" ob 24. generalnem zasedanju IAU, Manchester, UK, 7 - 16 August 2000 (bo izdan).
- Beke, B.M.W.A. & Van Herwijnen, G.W.T. (1990). Openbare verlichting en recreatie criminaliteit (Javna razsvetljava in kriminaliteta v zvezi z rekreacijo). Arnhem, Advies-en Onderzoeksgroep
- Beke, 1990.
- Budding, E. (1993). An introduction to astronomical photometry. Cambridge UP, 1993
- CEN (1998). Road lighting. European Standard. prEN 13201-1..4. Draft, June 1998. Central Secretariat CEN, Bruselj, 1998.
- CIE (1968). Road lighting and accidents. Publication CIE No. 8. CIE, Pariz, 1968.
- CIE (1976). Glare and uniformity in road lighting installations. Publication no 31. Pariz, 1976.
- CIE (1977). International recommendations for the lighting of roads for motorized traffic. Publication 12/2. CIE, Pariz, 1977.
- CIE (1979). Proceedings of the CIE Session 1979 in Kyoto. Publication No. 50.
- CIE (1992). Road lighting as an accident countermeasure. Publication No. 93. 1992.
- CIE (1992a). Guide for the lighting of urban areas. Publication No. 92. 1992.
- CIE (1993). Urban sky glow, A worry for astronomy. Publication No. X008. 1993.
- CIE (1993a). Guide for floodlighting. Publication No. 94. CIE, Dunaj, 1993.
- CIE (1995). Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic. Technical Report. Publication No. 115-1995. Dunaj, CIE, 1995.
- CIE. (1995a). 23rd Session of the CIE, 1-8 November 1995, New Delhi, Indija. Volume 1. Publ No. 119. CIE, Dunaj, 1995.
- CIE (1997). Guidelines for minimizing sky glow. Publication No. 126-1997. Dunaj, CIE, 1997.
- CIE (1999). Proceedings, 24 the Session of the CIE, 24 - 30 June 1999, Varšava, Poljska. Dunaj, CIE, 1999).
- CIE (2001). Criteria for road lighting. Proceedings of three CIE Workshops, CIE Dunaj (v tisku).
- CIE (2001a). Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations; 6. osnutek (junij 2001); CIE TC 5-12: Obtrusive light.
- CIE (2001b). Guidelines for minimizing sky glow; A CIE Technical Report. Draft revision of CIE Publication No 126, 5. osnutek, junij 2001.
- Cinzano, P. (1994). Light pollution determination in Italy. Appendix 2, str. 157-158 v: McNally, ed., (1994).
- Cinzano, P. (1999). članek, predstavljen na simpoziju IAU No. 196, "Preserving the Astronomical Sky", Dunaj, Avstrija, 12-16 July 1999; v Cohen, 2000.
- Cinzano, P. (2000). članek, predstavljen na zasedanju IAU Komisije 50 ob 24. generalnem zasedanju IAU, Manchester, VB, 7. - 16. avgusta 2000.
- Cinzano, P. & Diaz Castro, F.J. (2000). The artificial sky luminance and the emission angles of the upward light flux. In: Measuring and modelling light pollution. Men.Soc.Astron.IT.,71 (2000) 251.
- Cinzano, P. (2001a). Privatna korespondenca.
- Cinzano, P.; Falchi, F.; Elvidge, C.D. & Baugh, K.E. (1999). The Artificial Sky Brightness in Europe Derived from DMSP Satellite Data. Str. 95 v: Cohen & Sullivan, eds., 2001.
- Cohen, R.J. & Sullivan, W.T., eds. (2001). Preserving the Astronomical Sky, Simpozij IAU št. 196 na Dunaju, Avstrija, 12. - 16. julija 1999. PASP, San Francisco, ZDA, 2001 (v pripravi).

46. Cohu, M. (1967). Floodlighting of buildings and monuments. 10. poglavje v: De Boer, ed., 1967.
47. Crawford, D.L. (1991). Light pollution: a problem for all of us; str. 7 - 10 v: Crawford, ed., 1991.
48. Crawford, D.L. (1997). Terminology and units in lighting and astronomy. V: Anon., 1997a.
49. Crawford, D.L. (1997a). Growth of light pollution at optical and infrared. V: Anon., 1997b.
50. Crawford, D.L., ed. (1991). Light pollution, radio interference and space debris. Proceedings of the International Astronomical Union colloquium 112, 13. do 16. avgusta 1989, Washington DC. Astronomical Society of the Pacific Conference Series Volume 17. San Francisco, 1991.
51. Crawford, D.L. (1994). Light pollution - Theft of night. pg 27-33, v: McNally, ed., 1994.
52. De Boer, J.B., ed. (1967). Public lighting. Eindhoven, Centrex, 1967.
53. De Clercq, G. (1985). Fifteen years of road lighting in Belgium. Intern. Lighting Rev. (1985) št. 1, str. 2-7.
54. De Clercq, G. (1985a). Verlichting der autosnelwegen; Invloed van besparingsmaatregelen op de ongevallen. Ministerie van Openbare Werken, Bestuur voor Elektriciteit en Electromechanica. Brussel, 1985.
55. De Molenaar, J.G.; Jonkers, D.A. & Henkens, R.J.H.G. (1997). Wegverlichting en natuur I. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur (Cestna razsvetljava in narava I. Pregled literature o ukrepih in učinkih svetlobe in razsvetljave na naravo). DWW ontsnipperingsreeks deel 34. Delft Dienst Weg- en Waterbouw, 1997.
56. De Molenaar, J.G. & Jonkers, D.A. (1997). Wegverlichting en natuur II; haalbaarheidstudie aanvullend onderzoek (Cestna razsvetljava in narava II; Študija izvedljivosti za dodatne raziskave). No 144. Delft Dienst Weg- en Waterbouw, 1997.
57. De Molenaar, J.G.; Jonkers, D.A. & Sanders, M.E. (2000). Wegverlichting en natuur III; lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie (Cestna razsvetljava in narava III; lokalni vpliv cestne razsvetljave na populacijo črnokljunih kljunačev). DWW ontsnipperingsreeks deel 38. Delft Dienst Weg- en Waterbouw, 2000.
58. Diaz-Castro, J. (1993). Instrument to measure of sky glow. Instituto de Astrofísica de Canarias, la Laguna. Privata korespondenca, 24. september 1993.
59. Diaz-Castro, J. (1998). Adaptation of street lighting at La Palma. Oficina Technica para la Proteccion de la Calidad del Cielo, Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain (predtisk, leto očenjeno).
60. Diaz-Castro, J. (2000). Oficina Technica para la Proteccion de la Calidad del Cielo, Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, Tenerife, Spain (izide v kratkem).
61. Elvik, R. (1995). Meta-analysis of evaluations of public lighting as accident countermeasure. TRB, Transportation Research Rec. No 1485. (1995) 112-123.
62. Farrington, D.P. & Welsh, B.C. (2001). Effects of improved street lighting on crime: A systematic review. Crime Reduction Research Series Paper X (osnutek, revizija marec 2001).
63. Fellin, L.; Iacomussi, P.; Medusa, C.; Rossi, G. & Soardo, P. (2000). Compatibility between public lighting and astronomical observations; An Italian Norm. Draft 2000-08-28.
64. Finch, D.M.; Jewell, J.E.; Leite, M.J. & Nelson, B. (1979). Atmospheric light pollution. In: CIE (1980).
65. Fisher, A. (1973). A review of street lighting in relation to safety. Dept. of Transport NR/18. Governmental Publishing Service, Canberra, 1973.
66. Fisher, A.J. & Turner, H.J. (1977). Outdoor lighting and observatories. IES Lighting Review (1977) (Febr.) 25 32.
67. Gallagher, V.P.; Koth, B.W. & Freedman, M. (1975). The specification of street lighting needs. FHWA-RD-76-17. Franklin Institute, Philadelphia, 1975.
68. Garstang, R.H. (1986). Model for artificial night sky illumination. Pub. Astron. Soc. Pacific 89 (1986) 464-375.
69. Garstang, R.H. (1989). Night-sky brightness at observatories and sites. Pub. Astron. Soc. Pacific 101 (1989) 306 - 329
70. Garstang, R.H. (1991). Light pollution modeling. Str. 56 - 67, v: Crawford, ed., 1991.
71. * Garstang, R.H. (1999). New Formulae for Optimum Magnification and Telescopic Limiting Magnitude, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, Vol. 93, str. 80 - 83, april 1999.
72. Hajonides, T. et al. (1987). Buiten gewoon veilig (Enostavno varni na prostem). Rotterdam, Stichting Vrouwen Bouwen & Wonen, 1987.
73. Hargroves, R.A. & Scott, P.P. (1979). Measurements of road lighting and accidents: The results. Public Lighting 44 (1979) 213-221.
74. Hartmann, E. (1984). Untersuchungen zur belästigenden Wirkung von Lichtimmissionen. LIS-Berichte, 51, 33-57, 1984.
75. Hartmann, E.; Schinke, M.; Wehmeyer, K. & Weske, H. (1984). Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen. München, Institut für medizinische Optik, 1984.
76. Huijben, J.H., ed. (2001). Handboek tunnelverlichting (Priručnik za razsvetljavo predorov). Utrecht, Rijkswaterstaat; Arnhem. NSVV, 2001 (v pripravi).
77. Ilingworth, V., ed. (1991). The Penguin Dictionary of Physics (second edition). London, Penguin Books, 1991.
78. Irvine, C. & Belalidis, T. (1999). Sea turtles and light pollution on the nesting beaches of Crete. Str. 37 - 38. V: Metaxa, ed., 1999.
79. Isobe, S. (1997). Bilateral agreements, zoning, international protocol. V: Anon., 1997.
80. Isobe, S. (1999). Paper presented at the IAU Symposium No. 196, "Preserving the Astronomical Sky". Dunaj, Avstrija, 12. 16. julij 1999; v Cohen & Sullivan, eds., 2001.
81. Isobe, S. & Kosai, H. (1994). A global network observation of night sky brightness in Japan - Method and some result. pp 155-156, v: McNally, ed., 1994.
82. Isobe, S. & Hirayama, T. eds. (1998). Preserving of the astronomical windows. Proceedings of Joint Discussion 5. XXIII. Generalno zasedanje International Astronomical Union, 18. - 30. avgust 1997, Kyoto, Japonska. Astronomical Society of the Pacific, Conference Series, Volume 139. San Francisco, Cal, 1998.
83. Kraay, J.H. (1984). Beleving van de verkeersonveiligheid voor en na de invoering van verkeersmaatregelen (Izkušnje za varnostjo na cestah po uvedbi ukrepov za vodenje prometa). R 84 27. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, 1984.
84. Lamm, R.; Kloeckner, J.H. Choueiri, E.M. (1985). Freeway lighting and traffic safety; A long-term investigation. TRB-1985-17. 64. letno zasedanje TRB. Transportation Research Board TRB, Washington, DC, 1985.
85. Levasseur-Regourd, A.C. (1992). Natural background radiation, the light from the night sky. V: McNally, ed., 1994
86. Leinert, Ch. & Mattila, K. (1998). Natural optical sky background. Str. 17 - 20 v: Isobe & Hirayama, eds., 1998.
87. McNally, D., ed., (1994). Adverse environmental impacts on astronomy: An exposition. An IAU/ICSU/UNESCO Meeting, 30 June - 2 July, 1992, Pariz. Proceedings. Cambridge University Press, 1994.
88. Metaxa, M. ed. (1999). Proceedings of 'light pollution' symposium", Athens, Greece, 7-9 May 1999. Greek Ministry of Education and Religion. Athens, 1999.
89. Meyer, Chr. & Nienhuis, H. (1988). Discharge lamps. Philips Technical Library. Deventer, Kluwer, 1988.
90. Minnaert, M. (1942). De natuurkunde van 't vrije veld; derde druk (Fizika odprtega prostora, 3. izdaja). Zutphen, Thieme, 1942.
91. Moon, P. (1961). The scientific basis of illuminating engineering (revised edition). New York, Dover Publications, Inc., 1961.
92. Murdin, P. (1994). The aims of astronomy in science and the humanities: Why astronomy must be protected. Str. 16 - 19 v: McNally, ed., 1994.
93. Murdin, P. (1997). Zones of light pollution control. V: Anon. 1997a.
94. NSVV (1999). Algemene richtlijnen voor lichthinder in de openbare ruimte. Deel 1. Lichthinder door sportverlichting (Splošne smernice za vsiljeno svetlobo na javnih mestih. 1. del, Vsiljena svetloba zaradi športnih objektov). Arnhem, NSVV, 1999.
95. NSVV (2001). Algemene richtlijnen voor lichthinder in de openbare ruimte. Deel 2. Eerste editie. Ontwerp maart 2001 (Splošne smernice za vsiljeno svetlobo na javnih mestih. 2. del; 1. izdaja. Osnutek, marec 2001). Arnhem. NSVV, 2001.
96. OECD (1972). Lighting, visibility and accidents. Organization of Economic Co-operation and Development OECD, Pariz, 1972.
97. OECD (1980). Road safety at night. Pariz, Organization of Economic Co-operation and Development OECD, 1980.
98. Painter, K. (1991). An evaluation of public lighting as a crime prevention strategy. The West Park Estate surveys. The Lighting Journal 56 (1991) 228 - 232.
99. Painter, K. (1993). Street lighting and crime: A response to recent Home Office research. The Lighting Journal 58 (1993) 229 - 231.
100. Painter, K. (1999). Street lighting, crime and fear for crime; A summary of research.
101. Paper prepared for: CIE Workshop on "Criteria for Road Lighting." 24 June 1999, Varšava, Poljska. V: CIE, 2001.
102. Painter, K. & Farrington, D.P. (1999). Improved street lighting: Crime reducing effects and cost-benefit analyses. Security Journal, 12, 17-30.
103. Pease, K. (1999). Lighting and crime. Rugby, The Institution of Lighting Engineers, 1999.
104. Percy, J.R. (1998). Preserving the astronomical 'window' by/for education and culture. Str. 7 - 12 v Isobe & Hirayama, eds. (1998).
105. Percy, J.R. (1999). Preserving the astronomical window by/for education and culture. 28 - 34. V: Metaxa, ed., 1999.

106. Pfundt, K. (1986). Verkehrssicherheit und Strassenbeleuchtung. Mitteilungen der Beratungsstelle für Schadenverhütung. No. 28, str. 30 - 38. HUK-Verband, Köln, 1986
107. Ramsey, M. & Newton, R. (1991). The effect of better street lighting on crime and fear: A review. Crime Prevention Unit, Paper 29. Home Office, London, 1991.
108. Sanchez Beitia, E. (1983). El brillo del cielo nocturno en funcion de la distancia a los nucleos urbanos en las islas de Tenerife y San Miguel de la Palma. Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, 1983.
109. Schanowski, A. & Späth, V (1994). Überbelichtet; Vorschläge für eine umweltfreundliche Außenbeleuchtung. Naturschutzbund Deutschland (NABU), Bühl/Baden, 1994.
110. Schreuder, D.A. (1970). A functional approach to lighting research. V: Tenth International Study Week in Traffic and Safety Engineering. OTA, Rotterdam, 1970.
111. Schreuder, D.A. (1974). De rol van functionele eisen bij de wegverlichting (Vloga funkcionalnih zahtev v cestni razsvetljavi). V: Wegontwerp en verlichting tegen de achtergrond van de verkeersveiligheid (Projektiiranje cest in razsvetljava v luči varnosti na cestah); Preadviezen Congresdag 1974, blz. 111 t/m 137. Vereniging Het Nederlandsche Wegencongres, 's-Gravenhage, 1974.
112. Schreuder, D.A. (1983). De relatie tussen verkeersongevallen en openbare verlichting. R-83-12. SVOV, Leidschendam, 1983.
113. Schreuder, D.A. (1985). Het effect van vermindering van de openbare verlichting op de verkeersveiligheid. R-85-58. SVOV, Leidschendam, 1985.
114. Schreuder, D.A. (1987). Road lighting and light trespass. Vistas in Astronomy 30 (1987) (3/4) : 185-195.
115. Schreuder, D.A. (1988). De relatie tussen het niveau van de openbare verlichting en de verkeersveiligheid; Een aanvullende literatuurstudie. R-88-10. SVOV, Leidschendam, 1988.
116. Schreuder, D.A. (1989). Bewoners oordelen over straatverlichting (Prebivalci ocenjujejo ulično razsvetljavo). PT Elektronica-Elektrotechniek 44(1989)5:60-64.
117. Schreuder, D.A. (1990). De relatie tussen het niveau van de openbare verlichting en de verkeersveiligheid op niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom. R-90-45. SVOV, Leidschendam, 1990.
118. Schreuder, D.A. (1991). Light trespass countermeasures. Str. 25-32. V: Crawford, ed., 1991.
119. Schreuder, D.A. (1992). De relatie tussen de veiligheid en het niveau van de openbare verlichting (Povezava med varnostjo na cestah in nivojem javne razsvetljave). R-92-39. SVOV, Leidschendam, 1992.
120. Schreuder, D.A. (1992). Roads safety problems in developing countries. Introduction. Transportation and road engineering in developing countries (TREND). Maj 1992. SVOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Nizozemska, 1992
121. Schreuder, D.A. (1993). Het niveau van de openbare verlichting op verschillende categorieën van wegen. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 1993.
122. Schreuder, D.A. (1994). Road lighting as a crime countermeasure. Paper presented in Osaka on Friday, 22 July 1994. Leidschendam, the Netherlands, Duco Schreuder Consultancies, 1994.
123. Schreuder, D.A. (1994a). Kosten-Nutzen Ueberlegungen für Straßenbeleuchtung (Razmišljanja o stroških in koristih pri cestni razsvetljavi). Članek, predstavljen na LICHT94, Interlaken, Švica, 14. 9. - 16. 9. 1994. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 1994.
124. Schreuder, D.A. (1994a). Comments on CIE work on sky pollution. Paper presented at 1994 SANCI Congress, South African National Committee on Illumination, 7 - 9 November 1994, Capetown, JAR.
125. Schreuder, D.A. (1995). Quality lighting - The need to cry over spilled milk. Članek, predstavljen na 3. evropski konferenci o energijsko učinkoviti razsvetljavi, 18. - 21. junij 1995, Newcastle upon Tyne, England. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 1995.
126. Schreuder, D.A. (1995a). Road lighting in developing countries. Članek PP 160. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 1995. V: CIE, 1995a.
127. Schreuder, D.A. (1996). Bilateral agreements on limits to outdoor lighting; The new CIE Recommendations, their origin and implications. Članek, ki naj bi bil predstavljen na Joint Discussion 5 "Preserving of the astronomical windows", 22. - 23. avgust, 1997. XXIII. Generalno zasedanje International Astronomical Union, 18. -30. avgust 1997, Kyoto, Japonska. V: Isobe & Hirayama, eds., 1998.
128. Schreuder, D.A. (1997). Theory and background for road lighting in developing countries. Članek, ki naj bi bil predstavljen na posvetovanju "Cestna razsvetljava v državah v razvoju" na mednarodni konferenci SANCI-CIE "Razsvetljava v državah v razvoju"; Durban, JAR, 1. - 3. september 1997.
129. Schreuder, D.A. (1998). Road lighting for safety. London, Thomas Telford, 1998. (prevod "Openbare verlichting voor verkeer en veiligheid", Kluwer Techniek, Deventer, 1996). Prim. tudi Schreuder, 2001.
130. Schreuder, D.A. (1998a). Cost effectiveness considerations. CIE Workshop "Warrants for road lighting", 24 October 1998, Bath, UK, 1998. In: CIE, 2001.
131. Schreuder, D.A. (1998). Road lighting and accidents in developing countries. Zasnovo na članku, predstavljenem na 14. bienalnem posvetovanju o vidljivosti, 20. - 21. aprila 1998, Washington, DC, ZDA. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 1998.
132. Schreuder, D.A. (1999). Lichtvervuiling: de invloed van stoorlicht op astronomische waarnemingen (Svetlobno onesnaženje: vpliv vsiljene svetlobe na astronomska opazovanja). Članek, predstavljen na NSVV Nationale Lichtcongres, Arnhem, 25. november 1999.
133. Schreuder, D.A. (2000a). De bijdrage van openbare verlichting tot misdaadpreventie (Prispevek javne razsvetljave k preprečevanju kriminalitete). Het Nationale Lichtcongres, NSVV, Arnhem, 9. november 2000. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 2000.
134. Schreuder, D.A. (2000). The role of public lighting in crime prevention. Členake, predstavljen na delavnici "The relation between public lighting and crime" 11. aprila 2000 na Universidade de Sao Paulo, Instituto de Eletrotecnica e Energia.
135. Schreuder, D.A. (2000a). Obtrusive light audits: A method to assess light pollution. Članek, predstavljen na 3. nacionalnem kongresu za razsvetljavo, posebnem zasedanju na temo "svetlobno onesnaženje" 23. - 24. novembra 2000 na Taskisla Istanbul Technical University, Istanbul, Turčija. Leidschendam, Duco Schreuder Consultancies, 2000.
136. Schreuder, D.A. (2000b). Pollution-free road lighting. Paper Članek, predstavljen na posebnem zasedanju: "Astronomija za države v razvoju" ob 24. generalnem zasedanju IAU, Manchester, VB, 7 - 16 August 2000. V: Batten, ed., 2000.
137. Schreuder, D.A. (2001). Strassenbeleuchtung für Sicherheit und Verkehr. Aachen, Shaker Verlag, 2001.
138. Schreuder, D.A. (2001a). Pollution free lighting for city beautification; This is my city and I am proud of it. Članek, predstavljen na Mednarodnem svetlobnotehničnem kongresu, Istanbul, Turčija, 6. - 12. september 2001
139. Schreuder, D.A.; Buijn, H. R.; Van den Brink, T.D.J. (1991). Road lighting for road safety, public security and amenity. V: Proceedings 22th Session, Melbourne, Avstralija, julij 1991. Publication No. 91. Commission Internationale de l'Eclairage CIE, Pariz, 1992.
140. Scott, P.P. (1980). The relationship between road lighting quality and accident frequency. Lab. Report LR 929. TRRL, Crowthorne, 1980
141. Sherman, L.W. et al. (1997). Preventing crime: What works, what doesn't, what's promising. Poročilo za Kongres ZDA. The University of Maryland, 1997.
142. Sprengers, L.M. & Peters, J.I.C. (1986) SOX E(conomy); A new generation of low pressure sodium lamps with improved overall performance. The Lighting Journal 51 (1986) 27 30.
143. Sterken, C. & Manfroid, J. (1992). Astronomical photometry. Dordrecht, Kluwer, 1992.
144. Terlouw, G.J.; De Haan, W.J.M. & Beke, B.M.W.A. (1999). Geweld: Gemeld en geteld; Een analyse van aard en omvang van geweld op straat tussen onbekenden (Nasilje: poročanje in štetje; analiza narave in količine uličnega nasilja med neznanci). 1999 (leto ocenjeno)
145. Tien, J.M. (1979). Lighting's impact on crime. Lighting Design and Application, 9 (1979) 12: 21-30.
146. Tien, J.M.; O'Donnell, V.F.; Barnett, A.I. & Mirchandani, P.B. (1977). Street lighting project, National evaluation program, Phase I, summary report. United States Department of Justice, 1977.
147. UNI (1999). Illuminazione pubblica - Requisiti per la limitazione della dispersione del flusso luminoso diretto verso il cielo. (Cestna razsvetljava - predpisi za omejevanje svetlobnega toka, oddanega proti nebu). Standard UNI 10819, 1999.
148. Van Berghem - Jansen (1997, pred izidom)
149. Van Bommel, W.J.M. & De Boer, J.B. (1980). Road lighting. Kluwer, Deventer, 1980.
150. Van de Hulst, H.C. (1957). Light scattering by small particles. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1957.
151. Van den Berg, M.M.H.E. (2000). Signalement gevolgen van verlichting voor mens en natuur (Raziskava učinkov razsvetljave na človeka in naravo). Den Haag, Gezondheidsraad, 2000.
152. Van Dijk, F. & De Waard, J. (2000). Juridische infrastructuur in internationaal perspectief (Juridical infrastructure in international perspective). Den Haag, Ministerie van Justitie, Directie Algemene Justitiele Strategie, 2000 (leto ocenjeno).
153. Verheijen, F.J. (1985). Photopollution: Artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causation, remedies. Experimental biology (1985) no. 44: 1-18.
154. Vis, A.A. (1994). Street lighting and road safety on motorways. V: Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP). Lille, France, 26. - 28. september 1994.
155. Walker, M.F. (1973). Light pollution in California and Arizona. Publ. Astron. Soc. Pacific 85 (1973) 508 519.
156. Walker, M.F. (1991). Past and present studies relating to the illumination of the night sky. Str. 52 - 55, in Crawford, ed., 1991.

Stane Jeriček

Vpliv svetlobnega spektra sijalk na vidno zaznavanje v cestni razsvetljavi

1. UVOD

Vidljivost na cestah predstavlja v nočnem času velik problem za večino udeležencev v prometu. Dokazano je, da se veliko število hudih prometnih nesreč pripeti ravno v nočnem času. Temu botrujejo predvsem slabe vidne razmere. Ta problem lahko rešimo s kvalitetno razsvetljavo prometnih površin. Zaradi ekonomskih razlogov ni upravičeno, da povečujemo svetlobni nivo razsvetljave. Izboljšave gredo predvsem v smer učinkovitosti razsvetljave.

Dosedanje raziskave so usmerjene predvsem v kvaliteto cestne razsvetljave, ki je pogojena predvsem s sposobnostjo vidnega zaznavanja objektov. Optični učinek lahko opišemo predvsem z:

- razpoznavo objektov na daljavo,
- sposobnostjo zaznavanja pešcev na pločnikih,
- subjektivnim občutki varnosti.

Na sposobnost vidnega zaznavanja v veliki meri vpliva tudi barvni spekter svetlobnih virov, uporabljenih pri razsvetljavi cest. Z pravilno oceno razsvetljave moramo upoštevati vpliv barvnega spektra svetlobnih virov na vidno zaznavanje.

2. KO LUMEN NI ENAK LUMNU

V dosedanjih raziskavah smo predpostavljali, da različni svetlobni viri z enakim svetlobnim tokom ustvarijo enake vidne razmere. V nadaljevanju bomo pokazali, da temu ni tako.

Že dolgo je znano, da je način, kako človeško oko reagira na določene barve, zelo odvisen od svetlobnih razmer. Glede na prilagoditev očesa različnim nivojem svetlosti, se spreminja tudi sposobnost vidnega zaznavanja.

V osnovi ločimo naslednja področja videnja (slika 1):

- dnevno videnje (fotopsko videnje),
- videnje v mraku (mezopsko videnje),
- nočno videnje (skotopsko videnje).



Slika 1: Nivoji skotopskih, mezopskih ter fotopskih vidnih okoliščin

Prava ocena svetlobnega toka zaradi naštetih vzrokov temelji na sposobnosti vidnega zaznavanja pri različnih svetlobnih virov.

2.1 Optično zaznana moč svetlobnega vira

Tako v teoriji kot v praksi je za definicijo svetlobnega toka potrebno poznavanje barvnega spektra svetilke in vidnih sposobnosti človeškega očesa. Svetloba je definirana kot energija, zaznana s človeškim očesom.

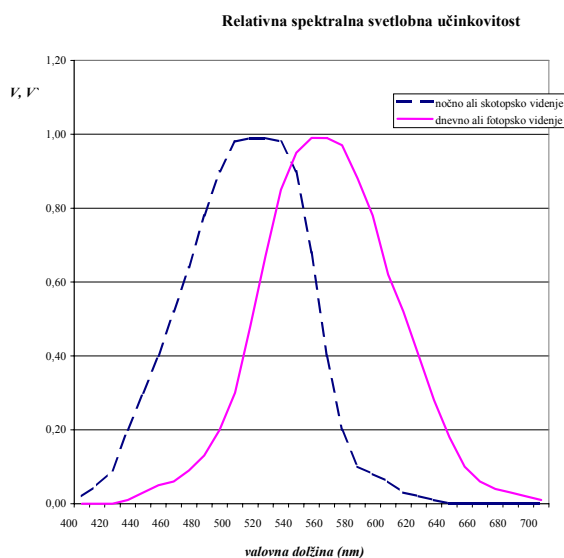
Relativna spektralna svetlobna učinkovitost (monokromatično sevanje valovne dolžine λ) $V(\lambda)$ (sl.2, potrjena leta 1932 na kongresu CIE v Cambridge-u po priporočilu Mednarodne komisije za razsvetljavo. Potrjena s strani IESNA (Illuminating Engineering Society of Nord America)) nam nazorno pokaže spektralno občutljivost tipičnega človeškega očesa znotraj dnevnega (fotopskega) videnja. (Krivulja optične občutljivosti $V(\lambda)$ je uporabna za manjše, osrednje površine polja videnja čl. očesa.). Fotopske okoliščine ponazarjajo visoke nivoje svetlosti, tipične za dnevno svetlobo in notranjo razsvetljavo.

Za lažje razumevanje učinkovitosti virov v cestni razsvetljavi vpeljemo novo veličino »**optično zaznana moč svetlobnega vira**«, v nadaljevanju **A** (merska enota je mW/klm). Optično zaznana moč svetlobnega vira določimo za posamezni vir svetlobe na tak način, da za vsako valovno dolžino pomnožimo moč svetlobe z vrednostjo $V(\lambda)$ iz krivulje relativne spektralne svetlobne učinkovitosti.

$$A = K \cdot \sum \cdot \text{sv. moč}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (\text{mW/klm})$$

kjer je:

- **A** optično zaznana moč svetlobnega vira v fotopskih razmerah,
- **K** konstanta za preračun v osnovne merske enote,
- **sv. moč(λ)** svetlobna moč sijalke v odvisnosti od valovne dolžine, aplicirane na svetlobni tok 1000 lm (podatki iz katalogov proizvajalcev sijalk),
- **$V(\lambda)$** relativna spektralna svetlobna učinkovitost v odvisnosti od valovne dolžine.



Slika 2: Krivulje relativne spektralne svetlobne občutljivosti človeškega očesa

Krivulja optične občutljivosti $V(\lambda)$ je uporabna na področju visokih nivojev svetlosti v fotopskem področju, z nivoji svetlosti nad 3 cd/m^2 . Pri zelo nizkih nivojih svetlosti (0.001 cd/m^2) preidemo v območje, imenovano "skotopsko" (tipičen predstavnik skotopskih razmer je mesečina). Vmesno področje imenujemo "mesopsko" (območje polmraka in pogosto uporabljenih nivojev cestne razsvetljave).

2.2 Kdaj krivulja $V(\lambda)$ ni uporabna

V skotopskem območju se občutljivost človeškega očesa znatno spremeni. Pojav poznamo kot "purkinjejev pojav". Krivulja relativne spektralne svetlobne občutljivosti se pomakne v levo. Občutljivost očesa na rumeno in rdečo barvo se zmanjša, medtem ko se očesna občutljivost za modro in zeleno barvo poveča.

V skotopskem področju krivulja $V(\lambda)$ ni več uporabna, ker ne opisuje dejanskih razmer. V teh okoliščinah opisuje občutljivost človeškega očesa krivulja $V'(\lambda)$.

Krivulje relativne spektralne svetlobne občutljivosti $V'(\lambda)$ (sl.2) nam torej nazorno pokaže spektralno reakcijo tipičnega človeškega očesa znotraj skotopskih razmer.

$$A' = K \cdot \Sigma \cdot \text{sv. moč}(\lambda) \cdot V'(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (\text{mW/klm})$$

Kjer je:

- A' optično zaznana moč svetlobnega vira v skotopskih razmerah,
- K konstanta za preračun v osnovne merske enote,
- $\text{sv. moč}(\lambda)$ svetlobna moč sijalke v odvisnosti od valovne dolžine, aplicirane na svetlobni tok 1000 lm (podatki iz katalogov proizvajalcev sijalk),
- $V(\lambda)$ relativna spektralna svetlobna učinkovitost v odvisnosti od valovne dolžine.

2.3 Očesne paličice in čepki

Različne očesne odzive lahko razložimo s pomočjo dveh sprejemnikov na očesni mrežnici človeškega očesa, **paličic in čepkov**.

Čepki so aktivni pri visokih nivojih svetlosti in najgostejši na osrednjem, centralnem vidnem polju. Ko gledamo direktno na določen objekt, uporabljamo čepke. Dovzetnost barvnega spektra čepkov sovпада s $V(\lambda)$ krivuljo občutljivosti (fotopsko videnje).

Paličice prevzamejo funkcijo vidnega zaznavanja na nizkih nivojih svetlosti in so skoncentrirane na obrobju vidnega polja, izven direktnega pogleda.

Ko se svetlobni nivo manjša, postajajo čepki vse manj aktivni, nasprotno pa postajajo paličice vse bolj aktivne in spekter občutljivosti človeškega očesa prehaja preko mesopskega videnja proti skotopski krivulji občutljivosti.

3. UČINKOVITOST RAZLIČNIH SVETLOBNIH VIROV

V nadaljevanju bomo za različne svetlobne vire (nizkotlačne ter visokotlačne natrijeve sijalke, metalhalogenidne sijalke, živosrebrove sijalke in fluorescenčne sijalke) prikazali optično zaznano moč svetlobnega vira (A, A') za svetlobni tok 1000 lm .

3.1 Natrijeve sijalke

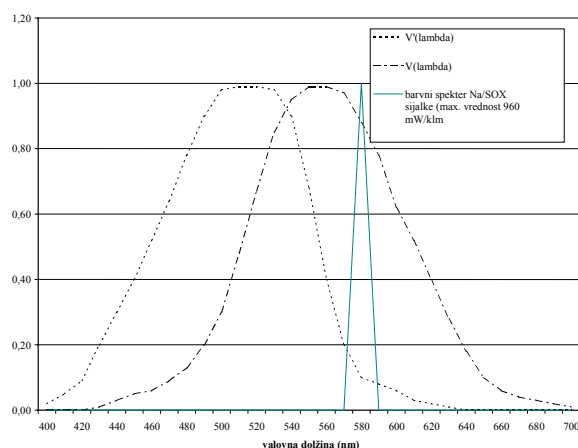
3.1.1 Nizkotlačne natrijeve sijalke (obravnava je Na/SOX sijalka):

Iz literature je znano, da so nizkotlačne natrijeve sijalke svetlobni vir z najvišjim svetlobnim učinkom lm/W . Vendar z upoštevanjem barvnega spektra svetlobnih virov in premika spektralne občutljivosti za nižja področja svetlosti, ta podatek izgubi na teži.

Optično zaznana moč sijalke je v fotopskem področju sicer najvišja od vseh do sedaj znanih virov

svetlobe (izkoristek sijalke doseže vrednost do 230 lm/W), vendar je v skotopskem področju skorajda nična. Svetlobni tok sijalke je skoncentriran na področju rdeče svetlobe. V področju rumeno – zelene svetlobe je svetlobni tok omenjene sijalke minimalen.

Dejstvo je, da je učinkovitost nizkotlačnih natrijevih sijalk v področjih nizkih svetlobnih nivojev zanemarljiva (sijalke so primerne le za razsvetljavo področij, kjer so zahtevani višji nivoji svetlosti, 3 cd/m² in več).



Slika 3: Prikaz svetlobne učinkovitosti Na/SOX sijalke za skotopsko in fotopsko videnje

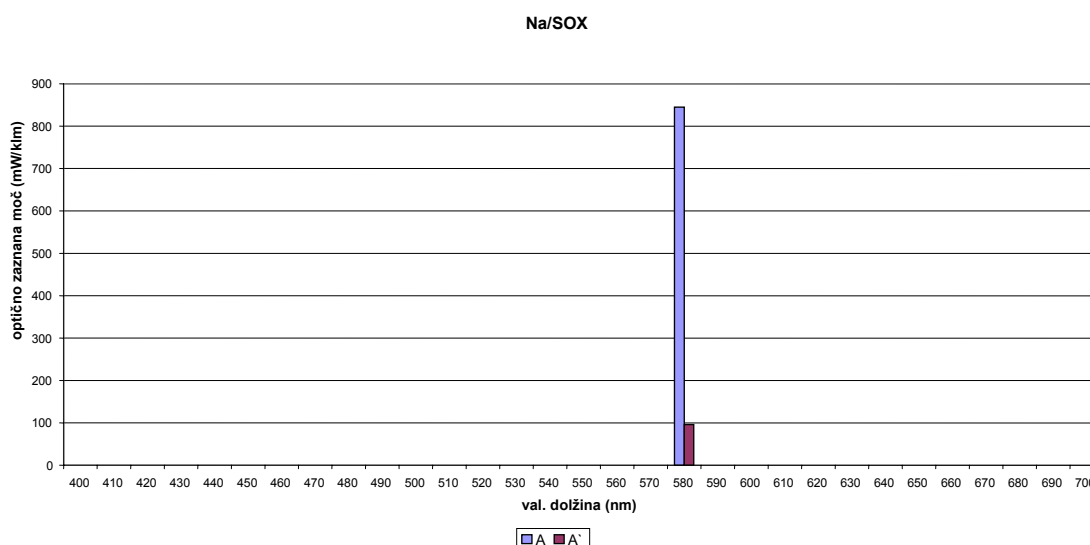
3.1.2 Visokotlačne natrijeve sijalke (obravnavana je VIALOX NAV sijalka)

VIALOX NAV sijalke imajo največjo izhodno energijo v rumenem področju spektra (od 550 nm – 620 nm valovne dolžine). To je področje največje občutljivosti čl. očesa za fotopsko področje. V področju modre in zelene svetlobe pa imajo omenjene sijalke razmeroma nizko izhodno energijo. To je področje največje občutljivosti čl. očesa skotopskih razmer (glej krivuljo V'(λ)).

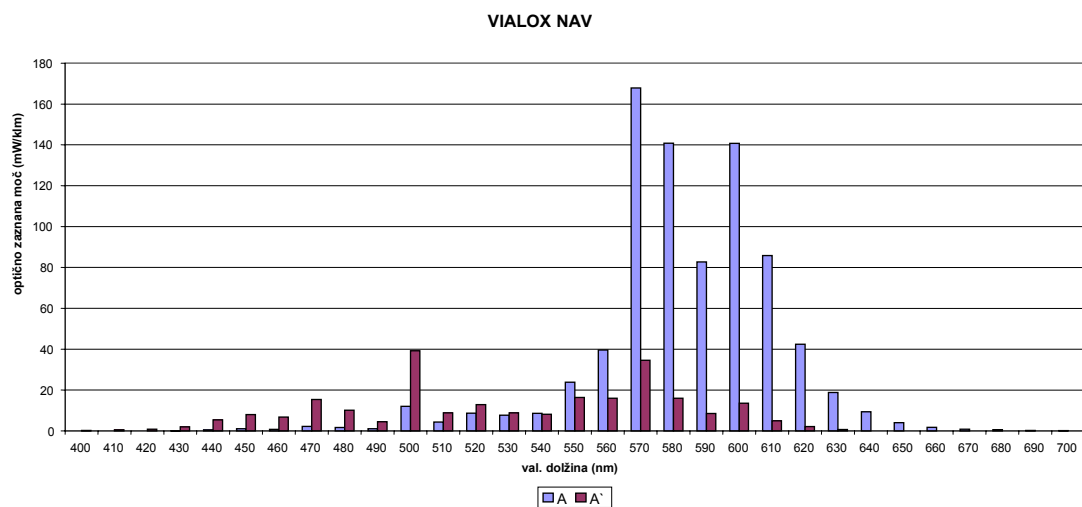
Lahko zaključimo, da je optično zaznana moč NAV sijalk zelo velik v fotopskem področju, medtem ko so v skotopskem področju razmere dosti bolj neugodne.

3.2 Metalhalogenidne sijalke (obravnavana je HQI-TS/WDL sijalka)

Metalhalogenidne sijalke imajo izhodno energijo dokaj enakomerno razporejeno skozi celoten svetlobni spekter (od 400 nm – 650 nm valovne dolžine). Zelo dobro so zastopana modra, zelena in rumena področja spektra. Lahko zaključimo, da je optično zaznana moč omenjenih sijalk dokaj enakomerno zastopana v fotopskem in skotopskem področju. Maksimalni izhodni svetlobni tok je sicer nižji kot pri nizkotlačnih natrijevih sijalkah, vendar je učinkovitost sijalk zadovoljiva za vse nivoje razsvetljave.



Slika 4: Optično zaznana moč v skotopskih in fotopskih razmerah za Na/SOX sijalko



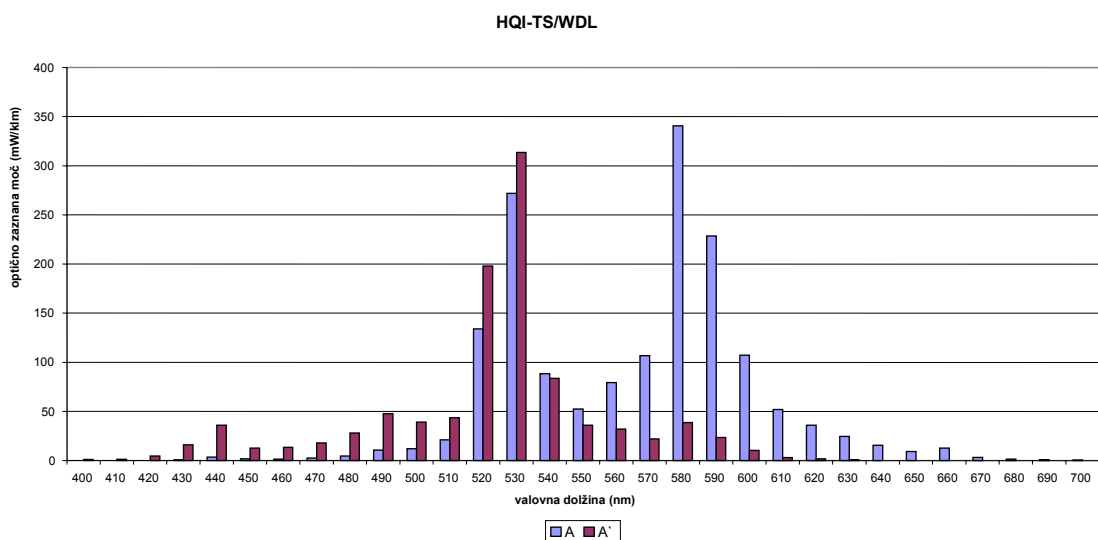
Slika 5: Optično zaznana moč v skotopskih in fotopskih razmerah za VIALOX NAV sijalko

3.3 Živosrebrove sijalke (obravnavana je HQL sijalka)

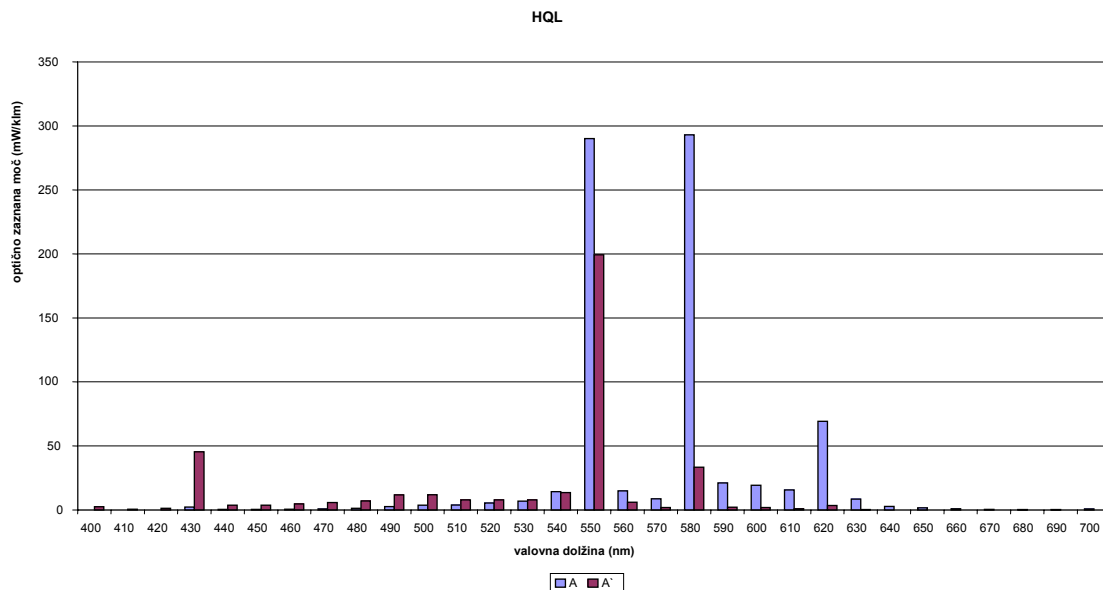
Živosrebrove sijalke imajo dokaj visoko izhodno energijo na področjih modre, rumene ter oranžne svetlobe. Na omenjenih področjih imajo izrazite konice, tako da je splošna enakomernost nekoliko slabša kot pri metalhalogenidnih sijalkah. Bistveno je, da dobimo visoke konice optično zaznane moči sijalke tako na nizkih kot na visokih nivojih svetlosti, kar je razvidno iz slike 7.

3.4 Fluorescenčne sijalke (obravnavana je LUMILUX Hellweiss sijalka)

Za primerjavo, na podoben način obdelamo še primer fluorescenčnih sijalk in sicer LUMILUX Hellweiss sijalko (barva svetlobe 21). Omenjene sijalke imajo zelo dobro energijsko zastopan celoten spekter (nekoliko manj le rdečo svetlobo). Najvišji nivo dosežejo pri rumeno-zeleni svetlobi ($\lambda=550$ nm). Optično zaznana moč sijalke je visoka za vse nivoje spektra. Učinkovitost sijalk je enaka za skotopsko in fotopsko področje videnja (glej sliko 8).



Slika 6: Optično zaznana moč v skotopskih in fotopskih razmerah za HQL sijalko



Slika 7: Optično zaznana moč v skotopskih in fotopskih razmerah za HQL sijalko

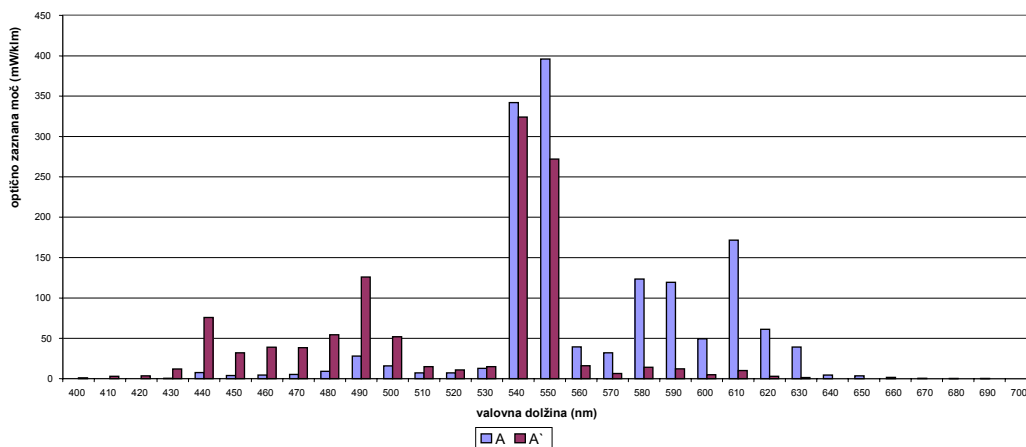
V nadaljevanju preglejmo potrebno moč sijalk, da proizvedejo svetlobni tok 1000 lm (računski vzorci temeljijo na svetlobnem toku sijalk 1000 lm). V tabeli 1 predstavimo količnike optično zaznanih moči sijalk za 1 W priključne moči (kot referenco uporabimo VIALOX NAV sijalko).

Iz tabele je razvidno, da je izkoristek lm/W po pričakovanju najvišji pri nizkotlačnih natrijevih sijalkah ter najnižji pri živosrebrih sijalkah. Količniki optično zaznane moči za 1 W priključne moči za skotopsko videnje nam pokažejo, da je le ta najvišja pri metalhalogenidnih ter fluorescenčnih sijalkah in sicer 3 krat višji kot pri visokotlačnih natrijevih sijalkah.

Tabela 1: Primerjava svetlobnih virov glede na porabo moči ter nivoje optično zaznane moči za skotopsko videnje

Svetlobni vir (x)	P (1000 lm)	$\Sigma A^{\prime}(x)/\Sigma A^{\prime}(\text{NAV})$
Na/SOX	5 W	0.6
VIALOX NAV	8 W	1
HQI-TS	11 W	3
HQL	16 W	0.3
LUMILUX	13 W	2.8

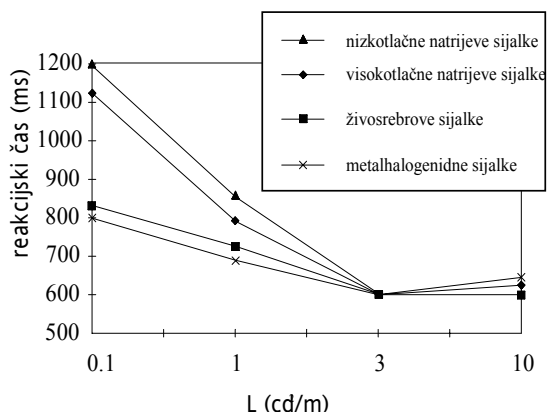
21-840 LUMILUX Hellweiss



Slika 8: Optično zaznana moč v skotopskih in fotopskih razmerah za LUMILUX sijalk

Za nizekotlačne natrijeve ter živosrebrove sijalke sijalke pa je razvidno, da so optično zaznane moči (za 1 W priključne moči) velikostnega razreda 0.6 oziroma 0.3 vrednosti visokotlačne natrijeve sijalke.

Rezultati so zgolj informativne narave in ponazarjajo razmere za skotopsko videnje oziroma nizke nivoje svetlosti.



Slika 9: Reakcijski čas zaznavanja merjen pri razsvetljavi z različnimi svetlobnimi viri

4. DOSEDANJE RAZISKAVE NA PODROČJU UČINKOVITOSTI RAZSVETLJAVE

Dejstvo je, da velika večina cestne razsvetljave sovпада z mesopskimi razmerami, svetlobnimi razmerami od 0.01 – 3 cd/m². V prejšnjih odstavkih smo obdelali sposobnosti vidnega zaznavanja človeškega očesa za skotopska ter fotopska videnja. Določili smo robne pogoje zmogljivosti človeškega očesa za posamezne vire svetlobe. V nadaljevanju pa nas zanima, kakšna je učinkovitost svetlobnih virov v vmesnem, to je mesopskem videnju. Zanima nas torej kvaliteta videnja pri prehodu iz zelo nizkih nivojev svetlosti do fotopskih razmer.

Veliko dosedanjih raziskav je bilo izvedenih s ciljem aplicirati omenjene efekte svetlobnih virov na dejanske razmere, upoštevajoč pogoje okolice, svetlobnotehnične zahteve, lokacije svetil in podobno.

Dr. Alan Lewis (dekan na "Michigan College of Optometry", ZDA) je eksperimentalno določil **reakcijski čas** zaznavanja pri razsvetljavi z različnimi svetlobnimi viri. Rezultati so razvidni iz *slike 9*.

Na sliki 9 je razvidno, da je reakcijski čas pri razsvetljavi z nizekotlačnimi natrijevimi sijalkami (pri nivoju $L = 0.1 \text{ cd/m}^2$) 50% daljši, kot pri metalhalogenidnih sijalkah. Glede na večji svetlobni izkoristek nizekotlačnih natrijevih sijalk, ta podatek jasno kaže na vpliv svetlobnega spektra

sijalk in na sposobnost vidnega zaznavanja za mesopsko videnje.

Dr. Lewis je v nadaljnjih raziskavah razdelil nivoje cestne razsvetljave na visoke (1 cd/m^2) in nizke (0.1 cd/m^2). V tabeli 2 so prikazani potrebni količniki svetlobnega nivoja, ki zagotovijo isti reakcijski čas zaznave, kot referenčna metalhalogenidna sijalka (za visoke nivoje cestne razsvetljave).

4.1. Visoki nivoji cestne razsvetljave:

Tabela 2: Primerjava svetlobnih virov za visoke nivoje cestne razsvetljave

Svetlobni vir	Zahtevan sv. nivo*
Metalhalogenidna sijalka	1.0
Žarnica na žarilno nitko	1.5
Živosrebroya sijalka	2.4
Visokotlačna natrijeva sijalka	3.9
Nizekotlačna natrijeva sijalka	4.8

Zahtevan sv. nivo*: svetlobni nivo, ki zagotavlja enak reakcijski čas zaznave, kot HQ sijalka (za nivo svetlosti HQ sijalke 1 cd/m^2)

Kot je razvidno iz tabele 2, je potrebno pri razsvetljavi z visokotlačne sijalke zagotoviti 3.9 krat, pri nizekotlačne natrijeve sijalke pa celo 4.8 krat višji nivo svetlosti za enk reakcijski čas zaznave.

4.2. Nizki nivoji cestne razsvetljave:

Tabela 3: Primerjava svetlobnih virov za nizke nivoje cestne razsvetljave

Svetlobni vir	Zahtevan sv. nivo*
Metalhalogenidna sijalka	1.0
Žarnica na žarilno nitko	2.9
Živosrebroya sijalka	4.4
Visokotlačna natrijeva sijalka	7.8
Nizekotlačna natrijeva sijalka	14.6

Zahtevan sv. nivo*: svetlobni nivo, ki zagotavlja enak reakcijski čas zaznave, kot HQ sijalka (za nivo svetlosti HQ sijalke 0.1 cd/m^2)

Kot je razvidno iz tabele 3, so razlike za nizke nivoje svetlosti še večje. Pri razsvetljavi z visokotlačnimi natrijevimi sijalkami potrebujemo za isti reakcijski čas zaznave 7.8 krat, pri razsvetljavi z nizekotlačnimi natrijevimi sijalkami pa celo 14.6 krat višje nivoje svetlosti.

Povedano z drugimi besedami, pri razsvetljavi z visokotlačnimi natrijevimi sijalkami potrebujemo nivo svetlosti 3.9 cd/m^2 , z nizekotlačnimi natrijevimi sijalkami pa nivo svetlosti 4.8 cd/m^2 , da dobimo ekvivalentne razmere z razsvetljavo

metalhalogenidnih sijalk z nivojem svetlosti 1.0 cd/m².

Dr. Mark Rea s svojo raziskovalno ekipo predstavlja v svojih publikacijah še bolj radikalne podatke. V svojih raziskavah je dokazal, da pri razsvetljavi nivoja $L_{sr} = 0.1 \text{ cd/m}^2$ potrebujemo 50 % več visokotlačnih natrijevih sijalk v primerjavi z metalhalogenidnimi sijalkami istih priključnih moči.

Nadalje je dokazal, da dobimo pri razsvetljavi z visokotlačnimi natrijeva sijalka z nivojem svetlosti 0.1 cd/m² enak reakcijski čas zaznave, kot metalhalogenidna sijalka z nivojem svetlosti 0.05 cd/m².

Zelo dejaven na področju raziskav učinkovitosti svetlobnih virov je **Profesor Werner Adrian**, ki je analiziral dosedanje eksperimente, predvsem rezultate dr. Lewisa, ter le te podkrepil z lastnimi raziskavami. Za boljšo predstavnost podatkov je uvedel veličino **“dejanski učinek svetlobnega toka”** (Lumen Effectiveness Multipliers).

Dejanski učinek svetlobnega toka je v osnovi primerjalni količnik med različnimi svetlobnimi viri, za katere potrebujemo referenco. Kot referenčni vir profesor Adrian izbere **visokotlačno natrijevo sijalko**.

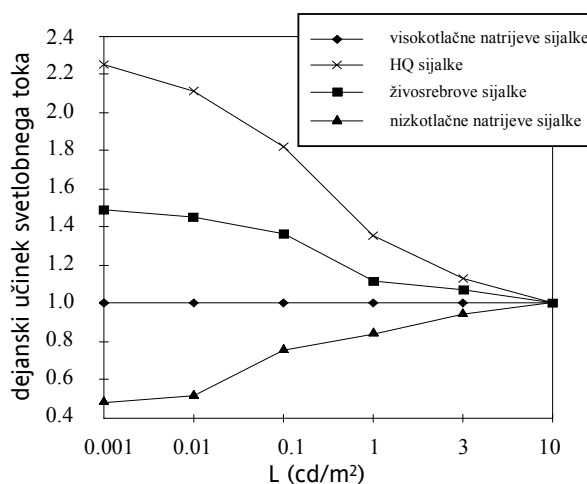
Tabela 4: Dejanski učinek svetlobnega toka sijalk glede na visokotlačno natrijevo sijalko

L (cd/m ²)	0.001	0.01	0.1	1.0	3.0	10.0
HQ sijalka	2.25	2.11	1.82	1.35	1.13	1.0
Živosrebrova sijalka	1.48	1.43	1.38	1.11	1.09	1.0
Nizkotlačna Na sijalka	0.47	0.51	0.78	0.82	0.95	1.0

Za lažje razumevanje vzemimo nivo svetlosti 0.1 cd/m², dejanski učinek svetlobnega toka metalhalogenidne sijalke znaša 1.82, kar nam govori, da je HQ sijalka za 82% bolj učinkovita, kot referenčna sijalka (visokotlačna natrijeva sijalka). Na drugi strani je nizkotlačna sijalka z vrednostjo 0.78 za 22% manj učinkovita kot referenčna sijalka.

5. sklep

Dejstvo je, da na kvaliteto zunanje razsvetljave vpliva veliko dejavnikov. V članku smo opozorili na nekaj bistvenih in na podlagi le teh ocenili razpoložljive svetlobne vire. Rezultati pokažejo na določene prednosti in slabosti svetlobnih virov, vendar v raziskavi niso upoštevani vsi parametri, ki vplivajo na uporabo le teh. Za celovito klasifikacijo je potrebno v obravnavo vključiti tudi ekonomske parametre ter skupno energetske učinkovitost



Slika 10: Dejanski učinek svetlobnega toka sijalk (visokotlačna natrijeva sijalka kot referenca)

posameznih svetlobnih virov. In sicer ceno sijalk, življenjska doba sijalk ter izgube v predspojnih napravah. Za oceno razsvetljave je zelo pomemben tudi subjektivni vtis. Občani veliko bolje ocenjujejo svetlobne vire, ki zagotovijo boljše razpoznavanje barv.

Raziskave in praktični eksperimenti so še v teku, na osnovi podanega pa lahko zaključimo, da so prednosti svetlobnih virov z večjim deležem modre svetlobe izrazite predvsem v področjih nizke svetlosti – razsvetljava peščevih površin, stanovanjskih ulic, parkirišč in podobno. To potrjujejo tudi praktične izkušnje z že izvedenimi napravami na območju mesta Ljubljane.

6. viri

- [1] The Lighting Journal, (March/April 1999, January/February 2000),
- [2] Baer, R (1990), Beleuchtungstechnik; Grundlagen. Berlin, VEB Verlag Technik, 1990,
- [3] SVETLOBNOTEHNIŠKI SLOVAR, Seznam slovenskih izrazov; Publikacija SDR (urednik: prof.dr.Evgen Ogrinc), Ljubljana 1995,
- [4] Lichtprogramm `97/98, Osram
- [5] LIGHTING MANUAL, Philips Lighting, januar 1993

Avtorjev naslov:

Stane Jeriček, univ.dipl.inž.el.,
JRS d.d., Ljubljana
Litijska cesta 263, 1261 Ljubljana - Dobrunje

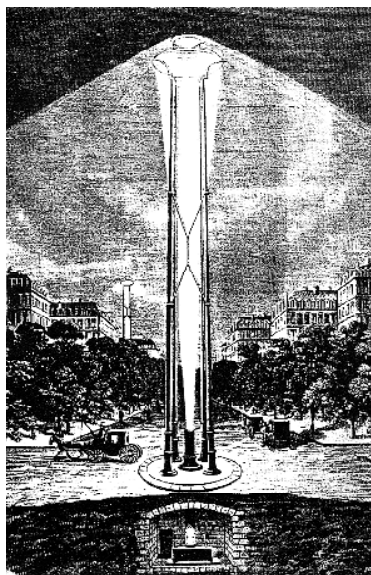
Breda Prejac,
Damijan Čižič

SEKUNDARNI ZRCALNI SISTEMI

Naslednji koncept razsvetljave, katerega glavna značilnost je ekstremno zmanjšanje bleščanja, in to celo pri osvetljevanju velikih površin, so **sekundarni zrcalni sistemi**.

Osnovna ideja

Osnovna ideja je pravzaprav že zelo stara. Prva idejna zasnova sekundarnega sistema je bila narisana že leta 1882 za razstavo v Parizu in se je imenovala "La Lumière Electrique". Prvi patent, ki aplicira indirektni princip delovanja, pa je prijavil J.L. Le Gorre leta 1937. Zaradi sistema dvojnega odboja, je svetlobni vir neviden, kar je zmanjšalo bleščanje, obenem pa je bil svetlobni vir kovinskim reflektorjem zaščiten pred vandali.



Slika 1: Prva ideja sekundarnega sistema - Pariz 1882 (levo) in prvi patent sekundarnega sistema v svetilki za ulično razsvetljavo – 1937 (desno)

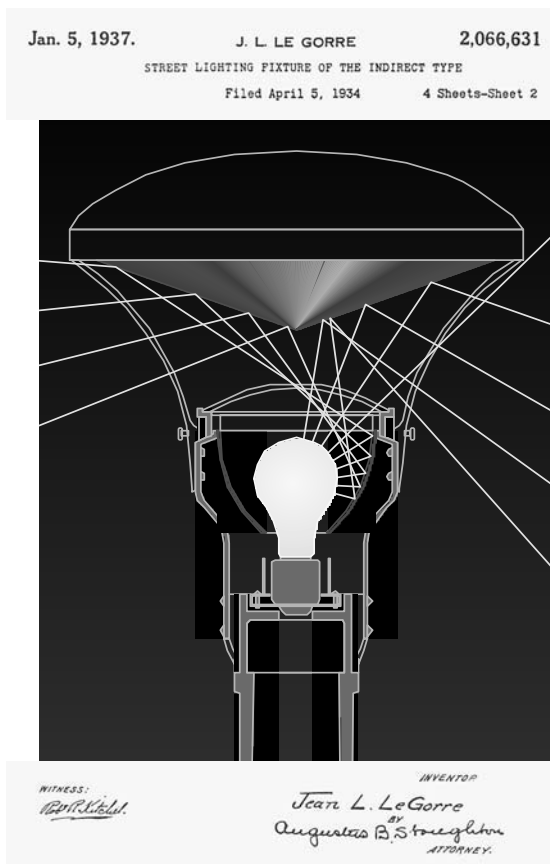
Na osnovi teh idej je leta 1991 **Christian Bartenbach** za **letališče v Frankfurtu** razvil prvi sodobni sekundarni zrcalni sistem. Njegova naloga je bila, popolnoma enakomerno osvetliti letališko ploščad z omejenimi montažnimi višinami. Posebna

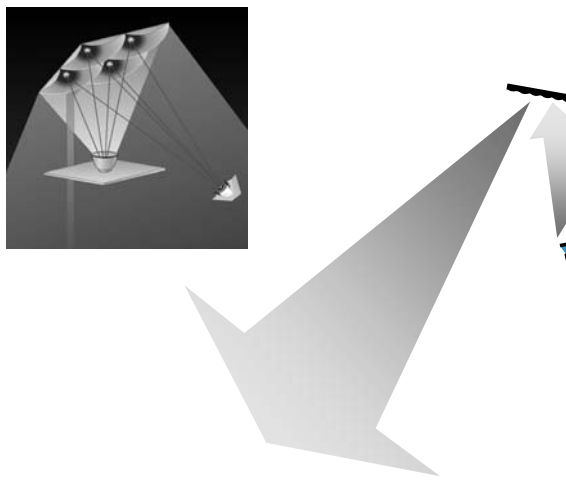
pozornost je bila pri tem namenjena bleščanju, zaradi pilotov, katerih oči so bile privajene na temo. Z obvladovanjem tehnologije sekundarnih zrcalnih sistemov je bilo mogoče montažno višino za konvencionalno razsvetljavo znižati iz 30 m na 21 m, pa tudi osvetliti letališko ploščad enakomerno in na visokem nivoju, ne da bi povzročali bleščanje pilotom.

Princip delovanja sekundarnega zrcalnega sistema

Princip delovanja sistema je, da se svetloba ozkosnopenega reflektorja z veliko močjo usmeri v zrcalo-odbojnik. Zrcalo nato spremeni rotosimetrični snop reflektorja v optimalno porazdelitev svetlobe, z razstavljanjem svetlobnih točk konveksnih faset pa preprečuje bleščanje. Pojava zrcala se pri tem lahko primerja z zvezdnatim nebom: zelo majhne in zelo svetle svetlobne točke, ki v nobenem primeru ne bleščijo.

Zelo pomembna prednost sekundarnega zrcalnega sistema napram konvencionalnim sistemom je poleg omejitve bleščanja tudi realizacija zelo izrazite meje med svetlobo in temo. Svetloba se eksaktno usmeri na delovno površino. Motnje ali





Slika 2: Osnovni elementi sistem (steber, reflektor in zrcalo) ter princip vodenja svetlobe na zeleno površino izgube zaradi preveč svetlobe izven delovnega področja so preprečene.

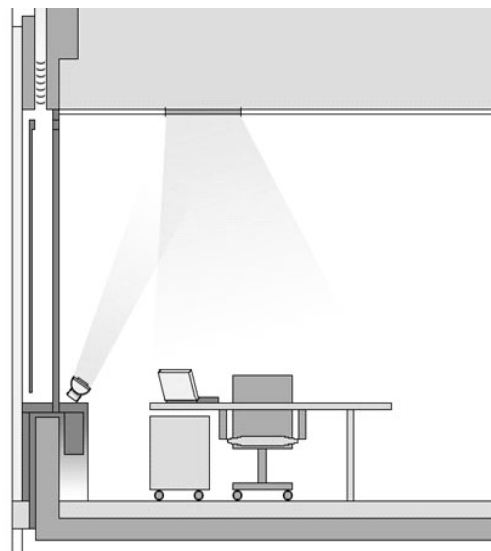
Sekundarne zrcalne sisteme je mogoče uporabiti tako na prostem z zelo visokimi stebri kot tudi v pisarniških območjih. Vse te edinstvene kakovostne karakteristike pa dosežemo le, če za vsak primer uporabe uporabimo pravo kaloto – tako po velikosti kot po ukrivljenosti površine.

Najvišji stebri, ki smo jih doslej postavili za inštalacijo z zrcali in žarometi, stojijo na **letališču Ramstein** in osvetljujejo letališko ploščad s skupno površino 250.000 m². In to smo dosegli zgolj s šestimi svetlobnimi stebri, visokimi nad 60 metrov. Vsak od teh stebrov je opremljen s po 25 žarometi moči 2 kW. Posebej oblikovani sekundarni reflektorji



imajo po skoraj 30 m² na vsakem stebri, vsak od njih ima približno 700 diskretnih in posebej oblikovanih zrcalnih kalot. Rezultat: srednja osvetljenost 30 luksov brez bleščanja, eksaktno omejena na letališko ploščad, povezana pa je z visoko prijaznostjo za vzdrževanje.

Pa še nasprotje po velikosti: ena najmanjših reflektorskih površin dimenzij 20 mm x 20 mm za pisarniško razsvetljavo v Kreditni banki za obnovo (KFW) na Gendarmenmarktu v Berlinu. Razsvetljava je morala ustrezati zahtevam za delo s slikovnimi zasloni, predvsem zaradi obnove stare zgradbe pa je moral strop ostati prost, brez električne instalacije. Svetlobna tehnika, prilagojena objektu, pomeni v tem primeru: preračunati in narediti je bilo treba 100 različno oblikovanih zrcalnih faset, saj je bilo treba doseči največjo možno fleksibilnost svetlobe v prostoru za vsako višino prostora posebej. Žarometi so integrirani v parapetu ali na steni. In svetlobni rezultat: brez bleščanja, enakomerno in idealno za delo s slikovnim zaslonom.



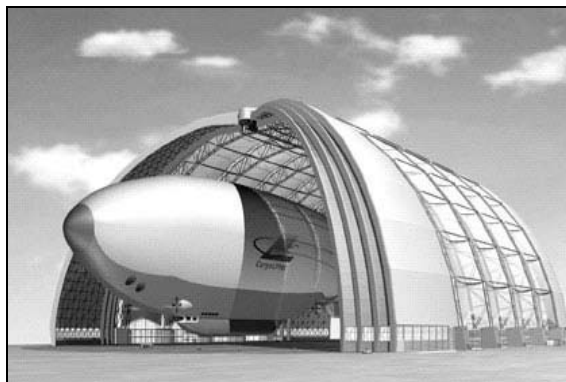
Slika 3: Eden najmanjših sekundarnih zrcalnih sistemov - KFW Berlin

Predem predstavim dva najbolj aktualna svetovna projekta s Siteco-vimi sekundarnimi zrcalnimi sistemi, še dva realizirana projekta v Sloveniji. Prvi sistem stoji na strehi nakupovalnega središča **Europark v Mariboru**, kjer s 25 metrov visokega stebra s pomočjo 3 zrcal in 9 reflektorjev osvetljujemo celotno parkirno površino 100mx150m.

Drugi realiziran, a javnosti še neviden projekt, je **atrij Eurocentra Bavarski Dvor** v Ljubljani, kjer 5 sekundarnih zrcalnih sistemov nameščenih pod

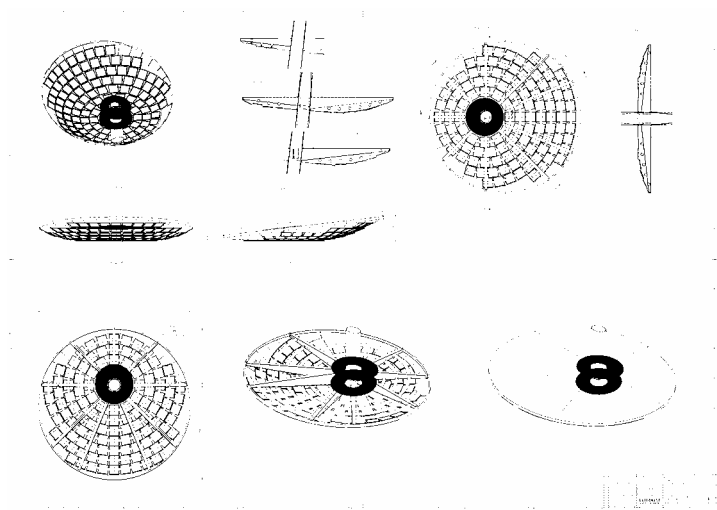
streho na višini 26 metrov ustvarja prijetno in sproščeno vzdušje v prostoru.

Dva svetovno najbolj aktualna projekta sta zagotovo »Cargo lifter« v Berlinu in »More London«

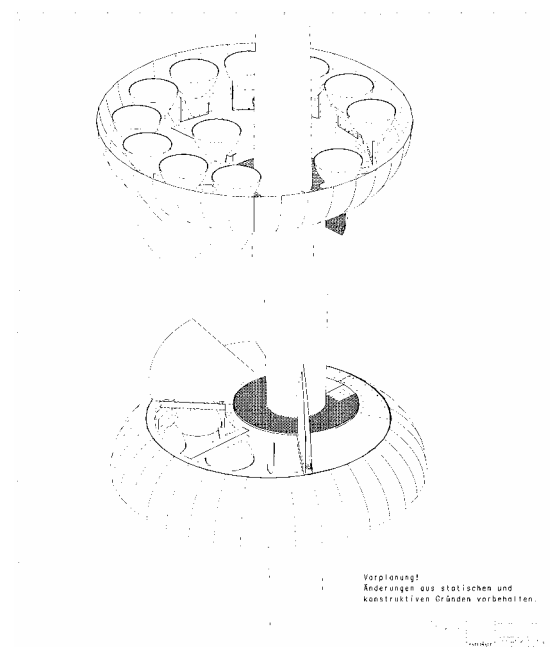


Slika 4: Največja proizvodna hala na svetu – »Cargo lifter« v Berlinu

Cargo lifter hangar je postavljen v okolici Berlina in je namenjen izgradnji gigantskih »zepelinov« za čezoceanske prevoze tovorov do 160 ton. Tako kot ideja impresionira s svojo inovativnostjo, tako nas prevzamejo tudi dimenzije samega hangarja, vsekakor največjega hangarja na svetu, ki znašajo 360 metrov v dolžino, 220 metrov v širino in 107 metrov v višino. Zaradi ogromnih dimenzij in specifik del - bilo je potrebno zagotoviti dobre vidne pogoje po celotni vertikalni višini – so sekundarni zrcalni sistemi nameščeni v treh nivojih po obodnih nosilcih. Na ta način je primerno osvetljen celoten trup gigantskega plovila, na katerem potekajo montažna dela. Proizvodna hala je že postavljena, snovalci ideje o transportu velikih tovorov z »zepelini« pa imajo težave z dovoljenji za zračni promet.



Projekt »More London« se imenuje novo domovanje londonskega župana na obrežju reke Temze zraven znamenitega »Tower bridge«-a. Pod arhitekturo se podpisuje Norman Foster, projekt osvetitve so izdelali v »Equation Lighting« v Londonu, s pomočjo arhitekta g. Elliott-a, ki dela v projektivnem oddelku Siteca. Elegantno oblikovan jambor z dvema okroglinama je visok 47 metrov. Na dveh polkrožnih platformah, ki po obliki sledita ogromni nivojsko prerezani in premaknjeni krogli, kakor izgleda glavna zgradba tega kompleksa, so nameščena zrcali in reflektorji. Sistem osvetljuje osrednji trg kompleksa, sama izvedba pa je planirana za marec 2002.



Slika 5: Skice za sekundarni zrcalni sistem nameščen na jamboru višine 47 metrov, ki ga je oblikoval Norman Foster, osvetljuje pa osrednji trg kompleksa »More London«

Naslova avtorjev:

Breda Prejac, univ. dipl. inž.
Damijan Čičič, univ. dipl. inž.
SITECO d.o.o.,
Tržaška c. 23, 2000 Maribor

Delo v SNK CIE

V letu 2002 je (sedaj že bivši) tajnik SNK CIE Vlado Planinšek začel s prakso ločenih sej SNK CIE in IO SDR. Tako smo se zbrali prvič v Ljubljani v prostorih Javne razsvetljave Ljubljana, kjer smo med drugim spoznali tudi našo novo vodjo predstojnico odseka SNK za videnje in barve (CIE division 1) dr. Marto Klanjšek Gunde, ki se je vključila v delo SNK CIE zelo aktivno ter med prvimi pripravila tudi poročilo o delu odseka v letu 2001.

Nov član in predstojnik odseka SNK CIE 6: fotobiologija in fotokemija je dr. Gorazd Golob.

Konec leta je na svojo izrecno željo zapustil tajniško mesto v SNK CIE dosedanj dolgoletni tajnik Vlado Planinšek. Njegovo odločitev smo sprejeli z obžalovanjem, vendar tudi z razumevanjem, saj je Vlado svoje delo vedno jemal z izredno odgovornostjo in vestnostjo, ki je mnogi med nami ne zmorejo posnemati. Tajniška dela v SNK CIE je prevzel Matej B. Kobav, ki se je že izkazal z delom v IO SDR in je tudi po lokaciji bližje predsedniku SNK CIE Marku Bizjaku.

Menjav na mestih predstojnikov odsekov s tem še ni bilo konec. Konec leta smo potrdili še dve zamenjavi: kot POD 3 je dr. Grega Bizjak zamenjal Borisa Soviča, ki se kot župan mestne občine Maribor ni več mogel posvetiti strokovnemu delu in na mestu POD 5 je Andrej Orgulan nasledil pokojnega Smiljana Neumüllerja.

Najaktivnejši na svojih področjih so: Marko Bizjak, Stanko Eršte in dr. Marta Klanjšek Gunde, ki se redno udeležujejo srečanj odsekov CIE, ostali se v delo ustreznih odsekov še uvajajo, vendar lahko pričakujemo boljše pokrivanje novosti pri standardizaciji tudi na drugih področjih, ki smo jih do sedaj nekoliko zanemarjali.

Poročil o delu za posamezne odseke ne bomo objavljali v Svetlobni tehniki, lahko pa tisti, ki jih tematika zanima dobijo pri predstojnikih odsekov dodatne informacije. Pregled je (kakor za ostalo strukturo SDR) na zadnji strani vsake številke Svetlobne tehnike.

Andrej Orgulan

Novo branje

Društvo koloristov Slovenije je konec leta izdalo knjigo Interdisciplinarnost barve – 1. del: v znanosti.

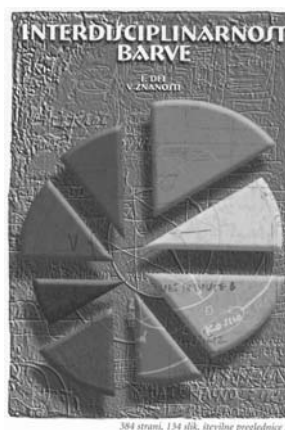
V slovenščini imamo le redka dela s področja znanosti o barvah, pa še ta obravnavajo le manjši del obsežne problematike. V Društvu koloristov Slovenije so se odločili, da to vrzel zapolnijo. Monografija je delo skupine slovenskih avtorjev in nima tujega izvirnika. Avtorji vseh prispevkov so člani Društva koloristov Slovenije, ki se pri svojem poklicnem delu ukvarjajo z barvami. Interdisciplinarnost tematike predstavljajo raziskovalci in strokovnjaki z obeh slovenskih univerz, javnih raziskovalnih zavodov in delovnih organizacij z zavirljivim znanjem o barvah.

Prispevki v knjigi so razporejeni v naslednje sklope:

- ❖ osnove znanosti o barvi (fizika, kemija, fiziologija in psihologija),
- ❖ nauk o barvi in sistematika (razvoj nauka, barvni sistemi),
- ❖ merjenje in vrednotenje barv (teorija barvne metrike, metode in naprave),
- ❖ upodabljanje barve (reprodukcija barve, barva v tipografiji).

V prilogi najdemo tudi pogosto uporabljane ISO standarde in seznam izrazov.

Za konec leta 2002 je bila načrtovana že druga knjiga o uporabi tega znanja v praksi, vendar bo, kot kaže, treba na izid še nekoliko počakati.



384 strani, 134 slik, številne preglednice ...

Knjiga predstavlja izredni prispevek k zakladnici slovenske znanosti in bo vsekakor dobrodošla osvežitev na policah s tematiko svetlobne tehnike.

Cena knjige je 12.000 SIT (10.000 za člane Društva koloristov Slovenije), naročite pa jo lahko na Društvu koloristov Slovenije, Vetrinjska 16, Maribor.

ZANIMIVO BRANJE V SVETOVNEM SPLETU

V prejšnji številki smo vas poskušali izzvati, da bi nam poslali kakšno vprašanje, ki bi ga vam pomagali pojasniti, vendar neposredne reakcije nismo dočakali. Se pa je v tem času pojavilo nekaj vprašanj, ki jih bom poskušal predstaviti v tem prispevku – seveda skupaj s predstavitevjo nekaterih spletnih strani.

V Sloveniji se z izračuni in načrtovanjem razsvetljave ukvarjajo v glavnem elektroprojektanti. Razsvetljava je samo del njihovega dela (ni nujno, da večji), večino časa porabijo za druge dele projekta. Redki so projektanti, ki večino časa namenijo razsvetljavi. Tako običajno zmanjka časa, da bi se posvetili novostim, ki se pojavljajo na področju programske opreme za načrtovanje razsvetljave.

V Evropi sta v zadnjih nekaj letih prevzela primat pri programih za načrtovanje razsvetljave dve podjetji: Relux in Dial. Prvo je švicarsko, drugo nemško – če nam je v današnjem času izvor podjetja sploh še pomemben. Obe podjetji sta začeli s podobno idejo: pisanemu tržišču raznorodnih programov za izračune v razsvetljavi, ki so temeljili predvsem na izdelkih posameznih podjetij – izdelovalcev svetilk in opreme zanje so želeli ponuditi poenoten program, ki bi bil odprt za podatke svetilk vseh prizvajalcev in bi se plačeval s prispevki združenj proizvajalcev svetilk ali pa s članstvom teh podjetij v tem skupnem projektu. Oba programa: Relux in Dialux sta bita na začetku zastoj, vendar se je Relux hitro razcepil v osnovno verzijo, ki je še vedno brez plačila in profesionalno, ki jo je treba plačati. Težko se je odločiti, kateri od programov je boljši – o tem bomo lahko presodili v naslednji številki Svetlobne tehnike, ko bomo verjetno začeli s temo predstavitve programov za načrtovanje razsvetljave. Tokrat bomo samo predstavili spletne strani obeh podjetij.

Relux Informatik AG je podjetje, katerega spletna stran je dostopna na naslovu www.relux.biz. Kratka zgodovina, ki je predstavljena tudi na spletni strani je takšna: leta 1994 so začeli z razvojem programa Relux pod okriljem podjetja Regent, leta 1996 so razvoj prepustili združenju Lighting Industry Association ob podpori še nekaterih proizvajalcev svetilk; leta 1998 so ustanovili podjetje Relux, ki je imelo takrat dva zaposlena. Danes ima podjetje 8 zaposlenih in podporo večine evropskih proizvajalcev svetilk. Njihova paleta izdelkov obsega programe za izračune (Relux One – brezplačna verzija, Relux Professional 3 – plačljiva verzija s podporo dnevne svetlobe itd), programe za vizualizacijo, obdelavo podatkov svetilk in še nekaj programov.



Za podatke o svetilkah in svetlobnih virih skrbijo proizvajalci svetilk, program pa podpira tudi večino standardiziranih oblik podatkov. Z registracijo na strani (osnovni podatki o zaposlitvi) si lahko priskrbite brezplačno verzijo programa: Relux One, ali demo verzije profesionalnih programov, ki pa ne omogočajo shranjevanja projektov in izpisujejo logo podjetja čez izpis.

Drugi izdelovalec programov za načrtovanje razsvetljave, ki ga bomo predstavili je podjetje DIAL. Začetki podjetja segajo v leto 1989, ko so ga ustanovil različni vlagatelji skupaj s tehnološkim centrom pokrajine Lüdenscheid, kjer je tudi sedež podjetja. DIAL je neprofitna družba, ki je začela z vodenjem izobraževalnih seminarjev za instabus inštalacije, nadaljevala pa z pretežno usmeritvijo v področje svetlobne tehnike. Razen z razvojem DIALuxa se ukvarjajo tudi z neodvisnim izobraževanjem in trženjem svojega svetlobnotehničnega laboratorija. Spletni naslov je www.dial.de, od koder si lahko posnamete tudi program DIALux in nekatere dodatke. Celoten program je brezplačen.



VABILO K SODELOVANJU

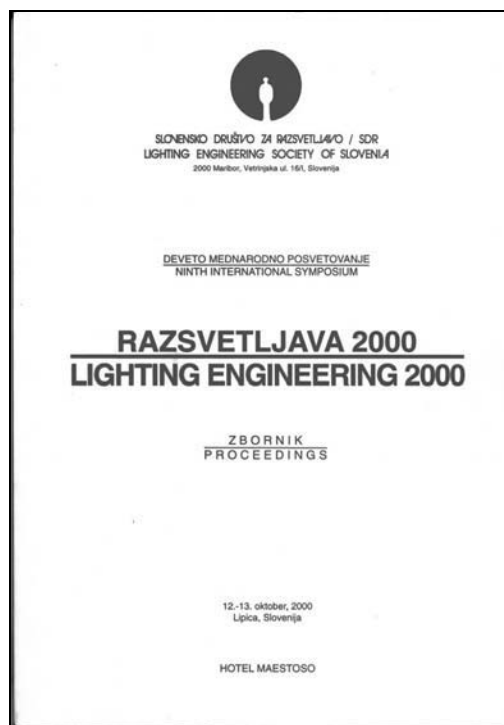
Spoštovane bralke in bralci, minilo je kar nekaj časa odkar je izšla zadnja številka revije Svetlobna tehnika. Mnogi med vami ste se verjetno že spraševali kakšni so razlogi, in če revija ne bo več izhajala. Eden izmed razlogov za to je nedvomno to, da smo želeli spremeniti in osvežiti podobo revije, vendar to ni enostavno. Sveža in zanimiva podoba zahteva mnogo več dela tako z oblikovanjem, kakor z iskanjem avtorjev kakovostnih prispevkov. Razen dela pa zahteva nov pristop tudi večja sredstva. S tega stališča ta številka še ni to kar smo si v uredništvu želeli. Glede oblike smo se končno odločili (vsaj začasno), da bomo ostali v skromnem obsegu enobarvnega tiska, ki sicer ne more prikazati vsega bogastva informacij, vendar lahko s skromnimi sredstvi izdamo dve številki na leto.

Glede prispevkov pa se moramo obrniti tudi na vas. Na voljo imamo kar nekaj, po našem mnenju kakovostnih člankov s posvetovanj, ki so lahko nekaka rdeča nit revije, ki jo pa moramo obogatiti z aktualno tematiko. V reviji lahko sodelujete na mnogo načinov, odvisno od vašega časa in možnosti:

- **pošljite nam vprašanja:** mogoče ne najdete informacije o določenem izdelku (svetilki, svetlobnem viru) ali teoretičnem vprašanju. Poskušali bomo najti odgovor na vaše vprašanje in vam odgovoriti.
- **Pošljite nam pripevek.** Mogoče se ukvarjate s problemom s področja svetlobne tehnike, katerega rešitev bi bila zanimiva tudi za druge. Na ta način lahko najdete stike na poslovnem in osebnem področju.
- **Predstavite svojo dejavnost:** v Svetlobni tehniki lahko predstavite kolektiv v katerem delujete in se predstavite članom društva. Ta oblika ni mišljena kot oglaševanje za podjetja ampak bolj kot predstavitev kolektiva ali dejavnosti, ki je po vašem mnenju srenja ne pozna dovolj.
- **Pohvalite izdelek ali izvedbo** projekta, ki je v kakršnikoli povezavi z razsvetljavo ali svetlobno tehniko. Takšen način promocije stroke je v svetu pogost in bi izredno vplival na pestrost revije. V ta okvir sodelovanja seveda sodi tudi graja neposrečenih izvedb razsvetljave ali izvedb, ki motijo okolico.
- **Karkoli...če** menite, da imate idejo, ki bi prispevala h kakovostnejši reviji, se oglasite. Uredniški odbor bo presodil, ali je vaša ideja izvedljiva in zanimiva.

PUBLIKACIJE SDR

Na voljo je še nekaj publikacij, ki jih je Slovensko društvo za razsvetljavo izdalo v preteklem desetletju.

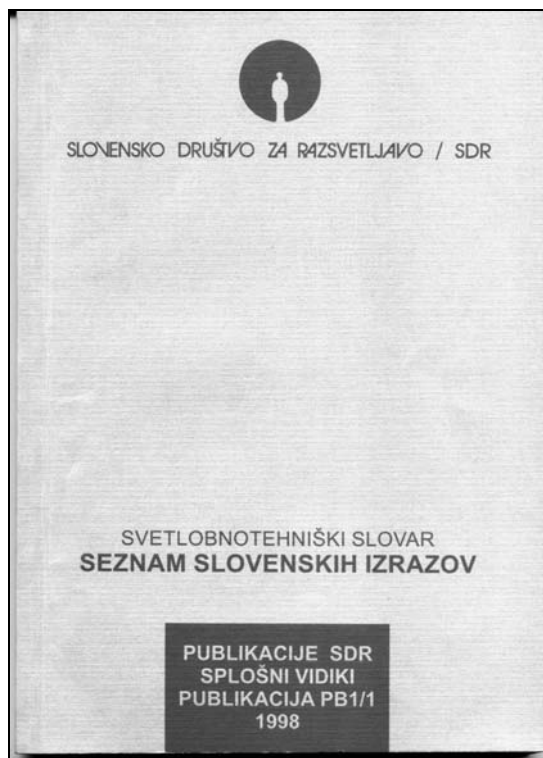


Zborniki posvetovanj:

- RAZSVETLJAVA '92 – Več svetlobe ob manjši porabi energije;
- RAZSVETLJAVA '93 – Energijsko optimiranje razsvetljave;
- RAZSVETLJAVA '94 – Vzdrževanje razsvetljave in ekološki problemi;
- RAZSVETLJAVA '95 – Energijska učinkovitost v sistemih za notranjo in zunanjo razsvetljavo
- RAZSVETLJAVA '96 – Meritve v svetlobni tehniki kot funkcija učinkovite rabe energije
- RAZSVETLJAVA '97 – Razsvetljava in energija
- RAZSVETLJAVA '98 – Žarnice oz. sijalke in razsvetljava
- RAZSVETLJAVA '99 – Razsvetljava prodajnih prostorov
- RAZSVETLJAVA 2000 – Novosti v zunanji razsvetljavi
- RAZSVETLJAVA 2001 – Razsvetljava ambientov
- RAZSVETLJAVA 2002 – Svetloba in okolje

Cena posameznega izvoda je 1000 SIT za člane, oz. 2000 SIT za ostale (s poštnino).

Priporočila SDR:



Svetlobnotehniški slovar, seznam slovenskih izrazov, urednik dr. Evgen Ogrinc, 148 strani, SDR 1998. ISBN 86-435-0221-9

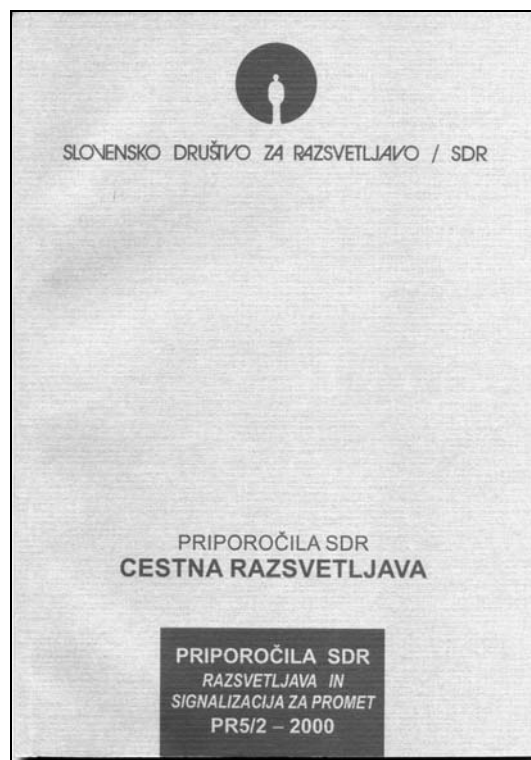
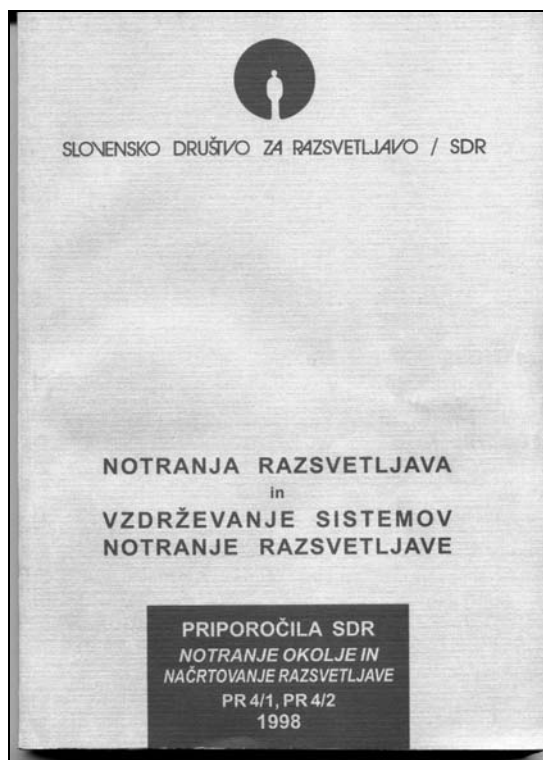
Cena: 2000 SIT

Priporočila SDR: Notranja razsvetljava in vzdrževanje sistemov notranje razsvetljave, urednika: Smiljan Neumüller in Vlado Planinšek, 210 strani, SDR 1998. ISBN 86-435-0224-3

V pripravi je 2. izdaja

Priporočila SDR: Cestna razsvetljava, urednik: Marko Bizjak, 74 strani, SDR 2000

Cena: 5000 SIT



Strukturna sestava Slovenskega društva za razsvetljavo - SDR

Organi SDR:			
Skupščina SDR			
Predsednik SDR: mag. Andrej Orguljan	Funkcijska struktura	Strokovno delo:	Organizacijska, Publicistična in druga dejavnost
<p>Člani IO:</p> <p>Marko Bizjak Branko Dikič Stanko Eršte Stane Jeriček Zoran Kert Matej Kobav Robert Likar Metod Loboda Vinko Mazej Oto Mithans Tone Planinšec Breda Prejac Ivan Ravnikar Danilo Šeško</p>	<p>Sekretariat:</p> <p>Predsednik SDR: mag. Andrej Orguljan Podpredsednik SDR: Stanko Eršte</p> <p>Tajnik SDR, I: Breda Prejac Tajnik SDR, II: Tone Planinšec Blagajnik: Danilo Šeško</p> <p>Računovodstvo (pogodb.): Davida d.o.o.</p>	<p>Posvetovanja, članki:</p> <p>dr. Gregor Bizjak mag. Andrej Orguljan Matej B. Kobav Vlado Planinšek</p> <p>Standardi in tehnična regulativa iz svetlobne tehnike</p> <p>Stanko Eršte Marko Kotnik Peter Podlipnik</p> <p>Svetlobnotehnično izrazoslovje</p> <p>Stanko Eršte Savo Trebše</p> <p>Izvedba in obratovanje razsvetljavnih naprav</p> <p>Branko Lipovšek Jože Turki Stane Jeriček Metod Loboda</p> <p>Stiki s šolstvom</p> <p>Ivan Ravnikar mag. Andrej Orguljan dr. Grega Bizjak</p>	<p>Vodja: bo določen naknadno</p> <p>Vodje Območnih skupin:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ljubljana: bo določen • Maribor: Miha Kacafura • Celje: Zvone Aleš • Krani: (naknadno) • Nova Gorica: Alen Dornik • Koper: Peter Reisman • Trbovlje: (naknadno) • Krško: Vinko Vojčank • Murska Sobota: Murska Sobota: Jože Turki • Novo mesto: Ivo Gvardič <p>Publicistična dejavnost (zborniki, Svetlobna tehnika, Stiki z javnostjo):</p> <p>Marko Bizjak Stanko Eršte Matej B. Kobav dr. Lojze Muhič Uroš Krulc Ivan Ravnikar</p> <p>Strokovna potovanja In srečanja:</p> <p>Tone Planinšek Danilo Šeško Jože Stopar</p> <p>Pri sestavljanju strukturne sestave SDR so bili upoštevani:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisnik skupščine SDR z dne 13. 10. 2000 • zapisnik 1. redne seje IO SDR z dne 15. 11. 2000 <p style="text-align: right;">Stanje: 31. 12. 2002</p>
<p>Nadzorni odbor:</p> <p>dr. Lojze Muhič Jože Stopar Jože Šolar</p> <p>Častno razsodišče:</p> <p>dr. Ana Kraker Vlado Planinšek</p>	<p>Poslovne zadeve</p> <p>Skupine za:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pravne zadeve: Dr. Lojze Muhič Savo Trebše • kolektivno članstvo: Jože Šolar Vilim Weiss Ivan Bratanič Matjaž Merkan <p>in vodje območnih skupin</p>	<p>Območne skupine</p> <p>Slovenski nacionalni komite CIE</p>	<p>Predsednik SNK: Marko Bizjak Tajnik SNK: Matej B. Kobav</p> <p>Predstojniki odsekov SNK - delegati v CIE odseku (division): okr.: POD</p> <p>CIE Division 1: Vision and Colour; videnje in barva POD 1: dr. Marta Klajnshek Gunde</p> <p>CIE Division 2: Physical Measurement of Light and Radiation; fizikalno merjenje svetlobe in sevanja POD 2: Stanko Eršte</p> <p>CIE Division 3: Interior Environment and Lighting Design; notranje okolje in načrtovanje razsvetljave POD 3 dr. Grega Bizjak</p> <p>CIE Division 4: Lighting and Signalling for Transport; razsvetljava in signalizacija za transport POD 4: Marko Bizjak</p> <p>CIE Division 5: Exterior and other Lighting Applications; zunanja razsvetljava in drugi načini uporabe POD 5: Andrej Orguljan</p> <p>CIE Division 6: Photobiology and Photochemistry; fotobiologija in fotokemija POD 6: dr. Gorazd Golob</p>