

UTJECAJ SVJETLA NA ZDRAVLJE

DRAGICA BEŠTAK*

Život na Zemlji postoji nekih 4 milijarde godine i tijekom tog nezamislivo dugog razdoblja evoluirao je u skladu s uvjetima u okolišu. Jedan od najvažnijih čimbenika okoliša u kojem se život razvio je promjena dana i noći. U skladu s izmjenama dana i noći u velike većine živog svijeta prilagođeni su bioritam, prehrambene navike i tehnike, fiziološke potrebe, proizvodnja hormona, potreba za snom, pronalazak skloništa, reproduktivne funkcije, a i povećala se učestalost nekih tumorskih bolesti zbog dulje izloženosti svjetlosti koja smanjuje proizvodnju zaštitnog hormona.

UVOD

Ciklus dana i noći za životinje i ljude bio je nepromijenjen sve do druge polovice 19. stoljeća kada se počinje uvoditi javna rasvjeta. U 20. stoljeću javna rasvjeta je doživjela eksplozivni rast tako da u nekim dijelovima svijeta noć više ne postoji. Većina te rasvjete je neadekvatna, ima velike gubitke svjetla i masovno se osvjetljavaju pročelja raznih više ili manje bitnih građevina. Dodatna prijetnja ciklusu dana i noći je razvoj tehnologije, koji javnu rasvjetu želi učiniti sličniju dnevnom svjetlu. Šteta koju će takva rasvjeta izazvati u okolišu daleko je veća od one koju izaziva postojeća rasvjeta. Boljka ljudi je da nisu svjesni opasnosti onoga što ne mogu vidjeti te će šteta uzrokovana novom, plavijom rasvjetom, biti vidljiva tek kad bude prekasno.

*Klinika za pedijatriju Medicinskog fakulteta
Klinički bolnički centar Zagreb

Adresa za dopisivanje:
Dragica Beštak
Klinika za pedijatriju Medicinskog fakulteta
Klinički bolnički centar Zagreb
10000 Zagreb, Kišpatičeva 12

CILJ RADA

Cilj ovo rada je upoznati se s umjetnom rasvjetom i popratnim zdravstvenim problemima koje ona može izazvati kod ljudi. Analizirati ćemo spektre nekih izvora umjetne svjetlosti u svakodnevnoj upotrebi s posebnim osvrtom na UV i plavu komponentu spektra.

Ljudski se organizam ravna prema bioritmu od 24 sata koji je usklađen s pojavom dana i noći. Taj ritam se zove cirkadijski ritam i osim u ljudi primijećen je kod biljaka, životinja, gljiva i cijanobakterija. Cirkadijski je ritam ugrađen u nas te se on donekle prilagođava čimbenicima u okolišu od kojih je najvažnija pojava dnevnog svjetla. Osoba koja se budi oko 7 h ujutro ima najbolju budnost oko 10 h, njeno vrijeme reakcije je najkraće oko 15 h, fizička sprema je na vrhuncu oko 17 h, a najviši tlak i tjelesnu temperaturu ima oko 19 h. Negdje oko 21 h započinje priprema za san jer tada kreće lučenje hormona melatonina. Oko 2 h noću smo u najdubljem snu, oko 4 h ujutro imamo najnižu tjelesnu temperaturu, a oko 7 h počinje naše buđenje i kraj je lučenja melatonina.

Ove vrijednosti su okvirne, one se razlikuju od pojedinca do pojedinca i vrijeđe u slučaju kada cirkadijski ritam nije poremećen umjetnim svjetlom. Unatoč određenoj fleksibilnosti u cirkadijskom ritmu, on kod ljudi ne može biti kraći od 23,5 ili duži od 24,6 sata bez štetnog utjecaja na zdravlje. Najveće poremećaje u cirkadijskom ritmu izaziva prisutnost izvora plavog svjetla. Plavo je svjetlo posebno efikasno u narušavanju ritma jer pod njegovim utjecajem naše tijelo funkcionira kao po danu. Izvor plavog svjetla nije bitan, to može biti ekran mobilnog uređaja, računala ili žarulja temperature svjetla iznad 3500 K. Dugotrajno narušavanje cirkadijskog ritma dovodi do negativnih efekata na zdravlje, poput povećane sklonosti kardiovaskularnim bolestima, dijabetesu, prekomjernoj težini, nesanicu, kroničnom umoru vezanom uz nesanicu i depresiji.

Biološki ritmovi su vremenski ciklusi unutar kojih se zbivaju mnoge normalne funkcije ljudskog tijela, uključujući razdoblja spavanja i aktivnosti, zatim ponašanje i većinu fizioloških i endokrinih procesa (Koukkari, Sothorn, 2006.). Dnevne ili 24 satne cirkadijske ritmove unutar tijela kontrolira glavni "cirkadijski sat" koji čini skupina od približno deset tisuća nervnih stanica lociranih na suprachizmatičkoj jezgri (SCN) u području hipotalamusa u mozgu. Glavni sat podešava svoj rad prema prirodnoj smjeni dana i noći, odnosno svjetla i tame. Njegov primarni zadatak je prihvat i obrada vanjskih podražaja (npr. promjena svjetlosti i tame, socijalni kontakt itd.) u svrhu uspostave kontrole nad sinkronizacijom ostalih dnevnih ritmova u tijelu. Glavni sat tako upravlja s dnevnim fluktuacijama kod većine osnovnih parametara u humanoj fiziologiji, kao što su tjelesna temperatura, krvni tlak, varijabilnost srčanog ritma i sekrecija raznih endokrinih hormona te upravlja ciklusom budnosti i spavanja. Sekundarni biološki satovi nalaze se u svakom organu i svakoj stanici. Njihov primarni zadatak je sinkro-

nizacija s glavnim satom. Svaki organ ima svojeg vlastitog davatelja ritma - "zeitgebera" za lokalnu sinkronizaciju svojih bioloških satova, premda je svjetlo primarni "zeitgeber".

U stvari svaka valna duljina (boja) svjetlosti u određenim uvjetima i trajanju izloženosti može postati potencijalna opasnost za zdravlje. Neke su valne duljine, zbog svojeg energetskog učinka na stanice tkiva opasnije od drugih, naročito za oči i kožu.

Izlaganje intenzivnoj svjetlosti, posebno noću, može izazvati različite zdravstvene probleme. Glavni cirkadijski sat u mozgu za svoj rad i vremensku orijentaciju koristi se vanjskim promjenama intenziteta svjetlosti da bi odredio prijelaze iz dana u noć i noći u dan. U razdobljima tame glavni sat odašilje hormon melatonin koji inducira spavanje. Lako je zaključiti da će pomak dnevne aktivnosti na noćnu aktivnost kod glavnog sata stvarati potrebu za promjenom smjera svojeg djelovanja. Za takvo što njemu je potrebno vrijeme prilagodbe unutar kojeg dolazi do poremećaja ostalih ritmičkih funkcija u tijelu (Knez, 2001.). Prilikom promjene radnog vremena, smjenski se radnici postupno prilagođavaju novom ritmu spavanja i budnosti koje može trajati i više od tjedan dana za osmosatnu smjensku promjenu. Kao što je to već istaknuto, glavni cirkadijski sat je odgovoran za upravljanje ritmom spavanja putem izlučivanja hormona melatonina (tzv. hormona tame) koji inducira spavanje.

Depresivne osobe obično imaju razne poremećaje spavanja. Stoga nije čudno da postoji veza između duljeg poremećaja sna zbog neprirodnih radnih navika i depresivnih stanja (Durmer, Dinges, 2005.). Zato je važno održavati redoviti raspored spavanja, što uključuje odlazak na spavanje u isto vrijeme te buđenje u približno isto vrijeme svakog dana i održavanje stalnog broja sati u spavanju. To je osobi-

to važno za ljude tzv. jutarnjeg tipa jer su njihovi dnevni ritmovi manje prilagodljivi promjenama u radnim navikama. Neprikladan spektar (boja) umjetne svjetlosti također može povećati učestalost glavobolje (Dinges, 2005.).

Kako bi djelatnici postigli što veću razinu efikasnosti prilikom obavljanja svojih radnih zadataka potrebno je posvetiti pažnju adekvatnoj razini osvjetljenja na radnom mjestu. Za uspješno odvijanje gotovo svih fizioloških i psiholoških funkcija čovjeka potrebno je osigurati objektivne fizikalne prilike u kojima čovjek može uz najmanje napora i uz maksimalnu udobnost vršiti svoj posao i postići uspjeh u svome radu. Adekvatnim osvjetljenjem na radnom mjestu djelatnici, osim što postižu višu razinu efikasnosti, postižu bolje radne rezultate od onih koji rade u slabo osvijetljenim radnim prostorijama. Obradna problematika promatrana kroz "cost-benefit" analizu, dovodi do zaključka kako je investiranje poslodavaca u adekvatnu rasvjetu na radnom mjestu svakako opravdana investicija.

Kako čovjek najveći dio informacija dobiva vidom (čak 80%), da bi došao preko svojih vidnih organa do te mase podataka potrebno je povoljno osvjetljenje radnih prostorija i radnoga mjesta. Svjetlo dakle predstavlja medij koji omogućuje vizualnu percepciju uz pomoć koje se razlikuju detalji, boje i oblici, odražavaju okolne strukture i doživljava prostor. Može dolaziti od sunca, svjetiljki u prostoriji ili nekog drugog izvora.

Istraživanja pokazuju da svjetlo nije samo uvjet za vidljivost nego i da utječe na raspoloženje i osjećaj dobroga stanja (Kuller i sur., 2006). Rasvijetljenost i boja, utjecaj sjene i izmjena svjetla i tame utječu na trenutne osjećaje i određuju ritam života. Pri jačem svjetlu zbog povećane uzbuđenosti centralnih struktura, opći se tonus u živčanom sustavu povećava, što se pozi-

tivno odražava i na aktivnost organizma (Martinis i Martinis, 2008). Istraživanja također pokazuju da umjetni izvori svjetlosti, kojima je čovjek svakodnevno izložen velik broj sati kod kuće kao i na poslu, imaju spektre (valne duljine) bitno različite od spektra prirodne svjetlosti koji pod određenim uvjetima mogu biti štetni za čovjekovo zdravlje. Stoga je potrebno biti vrlo oprezan pri postavljanju, ali i testiranju umjetne rasvjete. Ukoliko radno mjesto nije dovoljno osvijetljeno slabi oštrina vida, oko više ne razlikuje detalje i napreže se, pa se kao posljedica javljaju zamor i znatno smanjenje proizvodnosti. Slične se pojave javljaju i kada je rasvjeta pogrešno izvedena. Iz navedenog može se zaključiti da je adekvatno osvjetljenje radnih mjesta zahtjevan zadatak. Treba pronaći odgovarajući intenzitet i vrstu rasvjete koja će pridonijeti stvaranju željenog ugođaja u određenoj prostoriji, u kojoj će uz minimalno naprezanje vida biti moguće uspješno izvoditi radne zadatke.

INTENZITET OSVJETLJENJA

Intenzitet osvjetljenja treba biti dovoljan za posao koji se obavlja kako bi se razlikovali detalji na proizvodu koji se radi. Prikladno osvjetljenje ne omogućuje samo bolje razlikovanje detalja nego i točnije i brže korištenje mnoštva informacija kao i bolju koncentraciju što rezultira većim radnim učinkom uz manje pogrešaka. Produktivnost se može povećati za 10-50 %, a pogreške smanjiti za čak 30-60% (Kuller i sur., 2006). Pojačanjem rasvjete naglo se povećava i radni učinak, ali do određene granice nakon koje porast učinka postaje sve slabiji. Ukoliko se intenzitet rasvjete nastavi i dalje povećavati, može doći i do smanjenja radnog učinka te do osjećaja neudobnosti i zamora kod radnika. Istraživanje Nemeceka i Grandjean (1971; prema Tomeković, 1978) pokazalo je da visoke razine osvjetljenja dovode do negativnih posljedica. Jaka osvjetljenost potrebna je ukoliko rad uključuje izvođenje preciznih

radnji. Može se postići dodatnim osvjetljenjem, na primjer promjenom mjesta izvora svjetlosti ili povećanjem udjela sunčeve svjetlosti. (Tomeković,1978).

NAČIN OSVJETLJENJA

Za uspješno razlikovanje detalja i manipuliranje predmetima kao i osjećaj udobnosti važna je i distribucija svjetla koja prvenstveno ovisi o tipu rasvjete (Bujas, 1959). Kod direktnog osvjetljenja najveći dio svjetla pada direktno na radnu površinu, a samo se mali dio svjetla reflektira s okolnih zidova. Svaki prijelaz pogleda iz polja jačeg u polje slabijeg osvjetljenja zahtijeva novu adaptaciju oka, što nakon dužeg vremena može rezultirati umorom, ali i nezgodama u radu. Kod indirektno rasvijete čitav tok svjetla usmjeren je prema stropu i gornjim dijelovima zidova koji reflektiraju svjetlo u prostoriju. Takva rasvjeta daje difuzno, neusmjereno osvjetljenje kod kojeg ne dolazi do bliještanja, ali se ne stvaraju ni sjene, pa se predmeti i detalji na radnoj podlozi slabije uočavaju. Stoga je najbolje rješenje kombinirana rasvjeta kojom se iz zaklonjenih izvora osvjetljuju glavna mjesta dok se indirektno osvjetljuje čitava radna prostorija (Kroemer i Grandjean, 1999)

SPEKTRALNI SASTAV SVJETLA

Uz intenzitet i način osvjetljenja na radni učinak utječe i spektralni sastav svjetla tj. boja zidova u radnoj prostoriji. Radnici najbolje podnose žućkasto svjetlo električnih žarulja jer je najbližnije prirodnom svjetlu (Bujas, 1959). Istraživanja pokazuju da boje zidova ne djeluju direktno na radni učinak već posredno, djelujući na raspoloženje radnika. Boja radne okoline igra ulogu psihičkog stimulatora ili depresora koji može smanjivati ili povećavati broj nesreća (Bujas, 1959). Radnici za manualni rad koji se ponavlja preferiraju bijelu i žutu boju zidova (Bujas, 1959).

UTJECAJ UMJETNE RASVJETE NA ZDRAVLJE

Svjetlost je važan čimbenik za održavanje života i funkcioniranje većine bioloških ritmova u tijelu te ima nekoliko odlika koje posebno utječu na ljudsko zdravlje, a to su jakost, izloženost i spektar (Martinis i Martinis, 2008). Interakcija svjetlosti s ljudskim tijelom zbiva se preko očiju i kože te svjetlosna energija koja se pri tome izmjenjuje ovisi posebno o valnoj duljini (boji) emitirane ili apsorbirane svjetlosti. Svaka valna duljina (boja) svjetlosti u određenim uvjetima i trajanju izloženosti može postati potencijalna opasnost za zdravlje, a mnoga istraživanja potvrđuju da upravo umjetna rasvjeta na radnim mjestima i kod kuće često puta sadrži valne komponente koje predstavljaju opasnost za oči i kožu čovjeka (Martinis i Martinis, 2008). Iako je primarni izvor UV svjetla sunčeva svjetlost, i umjetni izvori svjetlosti kao što su razne fluorescentne i germicidalne lampe sadrže značajne komponente štetnog UV i plavog svjetla koje može oštetiti rožnicu oka i izazvati zamućenje leće oka.

Neprikladan spektar umjetne svjetlosti može povećati učestalost glavobolje, iscrpljenost, stres i unutarnji nemir (Knez, 2001; prema Martinis i Martinis, 2008). Tako je, na primjer, uobičajena razina fluorescentne svjetlosti u uredima dovoljna da izazove povišeni krvni tlak, a postoje i dokumentirane potvrde da intenzivna svjetlost na radnim mjestima može izazvati stanje stresa i učestalost grešaka pri radu (DiLouie, 2006; prema Martinis i Martinis, 2008). Istraživanja također pokazuju da postoji povezanost između raka dojke i duljine izloženosti umjetnoj svjetlosti noću, zbog smanjene produkcije noćnog antitumorskog hormona melatonina (Hansen, 2001; prema Martinis i Martinis, 2008). Prema tome, predugo izlaganje umjetnoj rasvijeti, koja prethodno nije testirana na štetne komponente UV i plavog svjetla, može biti uzrok različitim poprat-

nim zdravstvenim problemima. Za razliku od obične žarulje, čiji spektar nije štetan, ostala rasvjetna tijela u svakodnevnoj upotrebi imaju većinom spektre koji sadrže komponente UV i plavog svjetla (Martinis i Martinis, 2008).

RAD NOĆU, MELATONIN I TUMORSKE BOLESTI

Cjelonoćne aktivnosti i smjenski rad noću pod umjetnom rasvjetom postali su stil života modernog društva. Cijena takvog načina života ili radnog ritma su brojni ekološki problemi i zdravstveni problemi kod ljudi. Mnoge medicinske studije (Koukkari, Sothorn, 2006.) pokazuju da noćni smjenski rad ima brojne negativne učinke na fizički, fiziološki i psihosocijalni status pojedinca. Izloženost umjetnoj svjetlosti noću izgleda da povećava rizik od nekih vrsta raka kao što su rak dojke, rak prostate i rak debelog crijeva. Međutim, nije samo noćni smjenski rad jedini uzročnik i rizični čimbenik. Kućne svakodnevne navike ljudi: gledaju TV dugo u noć, da noću sjede dugo ispred računala ili da čitaju u krevetu od sitnih sati, dovoljne su da blokiraju prirodnu produkciju najjačeg antitumorskog borca u tijelu, hormona sna melatonina. Svjetlost kratkih valnih duljina (plavi dio spektra - fluorescentna i halogena svjetla) najviše inhibira sintezu melatonina, dok izvori svjetlosti dugih valnih duljina imaju manje štetan učinak. Kod zdravih osoba lučenje melatonina se može ometati već sa svjetlošću jačine 1,3 luksa. Obična žarulja od 40 W proizvodi svjetlost od 50 luksa. Novija istraživanja (Schernhammer, Hankinson, 2005.) pokazuju da smanjena proizvodnja melatonina noću, zbog umjetnog svjetla otvara vrata razvoju tumorskih bolesti, posebno raku dojke kod žena iznad 50 godina starosti. Poznato je da svaki čovjek nosi tumorske stanice u tijelu, čiju aktivnost stalno kontrolira imunološki sustav, a melatonin je hormon koji noću upravo potiče imunološku antitumorsku aktivnost. Dakako i dalje su ostali

dob, debljina, alkohol, pušenje, hormonska terapija i nasljedna obilježja kao glavni čimbenici rizika za pojavu raka dojke kod žena. Pretjerana izloženost umjetnoj svjetlosti noću je samo dodatni čimbenik rizika za žene koji posebno ugrožava žene u jako razvijenim zemljama. Uloga svjetlosti i kod drugih tumorskih bolesti se danas intenzivno istražuje. Tako se vjeruje da je izloženost svjetlosti noću potencijalni čimbenik rizika za pojavu raka prostate i raka debelog crijeva. Treba stalno imati na umu da mrak stimulira sintezu melatonina i njegovo otpuštanje u tijelu, dok ga svjetlost koči. Najviša razina melatonina u tijelu je za vrijeme sna oko pola noći. Rezultati svih ovih istraživanja pokazuju da je pretjerana izloženost umjetnoj rasvjeti noću, bilo kod kuće ili na poslu, potencijalna opasnost za pojavu tumorskih bolesti kao i drugih zdravstvenih problema.

Tako je, na primjer, uobičajena razina fluorescentne svjetlosti u uredima dovoljna da izazove povišeni krvni tlak. Postoje dokumentirane potvrde da intenzivna svjetlost na radnim mjestima može izazvati stanje stresa i učestalost grešaka pri radu (Di Louie, 2006.). Neke studije također pokazuju da postoji povezanost između raka dojke i duljine izloženosti umjetnoj svjetlosti noću, zbog smanjene produkcije melatonina (Hansen, 2001. i Schernhammer, Hankinson, 2005.).

UTJECAJ RASVJETE NA RASPOLOŽENJE

Potaknuti prethodnim istraživanjima utjecaja raznih fizikalnih čimbenika na raspoloženje Kuller i sur. (2006) odlučili su istražiti ima li osvjetljenje na radnome mjestu bilo kakav učinak na raspoloženje radnika koji rade u zatvorenim prostorima. Istraživanje su proveli u realnim radnim okruženjima u četiri zemlje (Argentina, Švedska, Saudijska Arabija i Engleska) u različito godišnje doba. Dobiveni rezultati ukazuju na interakciju između država i go-

dišnjeg doba, što se može objasniti varijacijama u duljini dana. U zemljama smještenim sjeverno od ekvatora uočene su velike promjene u raspoloženju tijekom godine, ali ne i u zemljama bliže ekvatoru. Promjene su vjerojatno povezane s količinom sunčeve svjetlosti koja ulazi kroz prozore. Na svim skalama procjene raspoloženja dobiveni su konzistentni rezultati koji ukazuju da je osvjetljenost utjecala na širok raspon emocija čineći ljude aktivnijima i društvenijima.

SVJETLOSNO ONEČIŠĆENJE

Vanjska umjetna rasvjeta ulica, trgova, spomenika i drugih sličnih objekata često se puta povezuje sa svjetlosnim onečišćenjem okoliša kojemu se pripisuju i brojni ekonomski, socijalni i zdravstveni problemi. Svi ovi problemi nastaju zbog ekološki krivo postavljenih rasvjetnih tijela koja postaju neefikasna, rasipna i smetajuća. Nastaje prekomjerna emisija svjetlosti u prostor koji za to nije predviđen. Posljedice su višestruke: poremećaji u funkcioniranju ekosustava, brojni zdravstveni problemi zbog smetajućeg noćnog svjetla, slaba vidljivost zvijezda u gradovima, smetnje pri astronomskim opažanjima i dakako nepotreban trošak novca i energije. Svjetlosno onečišćenje je nuspojava moderne industrijske civilizacije te je očekivano najviše prisutna u Europi i Americi.

ZAKLJUČAK

Otkrivanjem i razumijevanjem utjecaja umjetne svjetlosti na biološke ritmove pojedinca moguće je istražiti povezanost noćnog smjenskog rada i raznih poremećaja u raspoloženju odnosno bilo kojih drugih mentalnih ili fizičkih zdravstvenih problema koji se tijekom vremena mogu razviti. Većina ljudi tijekom života prolazi kroz razne fluktuacije u ciklusima spavanja, rada i hranjenja. Međutim, jakost i trajanje tih fluktuacija su obično

neveliki da bi se normalni ritmički ciklusi u tijelu mogli trajno poremetiti. Međutim, ako su te promjene nagle i dugotrajne, uz popratna stresna stanja i nezadovoljstvo, tada se mogu očekivati znatni pomaci u prirodnim biološkim ritmovima sa zdravstvenim posljedicama u koje se ubrajaju i tumorske bolesti. Dakako, ima još uvijek mnogo nepoznanica u razumijevanju povezanosti bioloških ritmova s poremećajima u mentalnom i fizičkom zdravlju. Poznato je da promijenjeni biološki ritmovi, iako utječu na opće zdravlje i mentalnu stabilnost pojedinca, ne mogu prouzročiti teške i dugotrajnije posljedice kod zdravih osoba. Međutim, kada je neka bolest već prisutna, poremećaji u biološkim ritmovima mogu bitno pogoršati stanje osnovne bolesti. Biološki ritmovi također utječu na apsorpciju i učinkovitost lijekova, što je već zamijećeno kod terapije malignih i psihičkih bolesti. U našim istraživanjima (Martinis, Mikuta-Martinis, Škovrlj, 2007.) utjecaja nekih odlika umjetne svjetlosti na stabilnost bioloških ritmova kod ljudi vezanih za smjenski rad noću, usredotočili smo se na spektre umjetnih izvora svjetlosti i mogućnosti njihove prilagodbe spektru dnevne svjetlosti. Znanstveno i sistematsko proučavanje važnosti bioloških ritmova za fizičko i mentalno zdravlje čovjeka još je na samom početku i odgovori na mnoga pitanja traže se uglavnom u području kronobiologije i kronoterapije.

Sve do sada navedeno ukazuje na kompleksnost pitanja rasvjete radnog mjesta, na probleme koji mogu nastati prilikom rješavanja ovog pitanja kao i potrebu za pravilnim sagledavanjem svih aspekata te donošenjem odgovarajućih rješenja. Rasvjeta radnog mjesta i prostora je veoma bitna jer se na taj način povećava sigurnost djelatnika, a osim toga postižu se bolji uvjeti za kvalitetniji i produktivniji rad što u konačnici ima i pozitivne ekonomske učinke. Utjecaj svjetlosti kao čimbenik rizika modernog društva za pojavu tumorskih bolesti još je prilično neistraženo područje.

LITERATURA

1. Baum, A., West, R., Weinman, J., Newman, S., McManus, C. (editors): Cambridge Handbook of Psychology, Health and Medicine, Cambridge University Press, London, 1997.
2. DiLouie, C.: Advanced Lighting Controls: Energy Savings, Productivity, Technology and Applications, The Fairmont Press, Inc., Lilburn, GA 30047, 2006.
3. Durmer, J. S., Dinges, D. F.: Neurocognitive consequences of sleep deprivation, *Seminars in neurology*, 25, 2005., 1, 117-29.
4. Estman, C.I. & Martin, S.K.: How to use light and dark to produce circadian adaptation to night shift work, *Ann. Med.*, 31, 1999., 87-98.
5. Gracin, D.: Mjerenje spektara, Laboratorij za tanke filmove Instituta Ruđer Bošković, Zagreb, 2007.
6. Hansen, J.: Light at Night, Shiftwork, and Breast Cancer Risk, *Journal of the National Cancer Institute*, 93, 2001., 1513-5.
7. IDA - International Dark-Sky Association, 2007., <http://www.darksky.org>.
8. Knez, I.: Effects of colour of light on nonvisual psychological processes, *Journal of Environmental Psychology*, 21, 2001., 201-8.
9. Koukkari, W., Sothorn, R.B.: *Introducing Biological Rhythms: A Primer on the Temporal Organization of Life, with Implications for Health, Society, Reproduction, and the Natural Environment*, Springer, New York, 2006.
10. Martinis, M., Mikuta-Martiniš, V., Škovrlj, Lj.: Prilagodba radu u noćnoj smjeni, *Sigurnost*, 49, 2007., 2, 145-9.