

# Več svetlobe!

## Ali povedano drugače, naše popolno neznanje in norost!

„Mehr Licht!“, so bile domnevno zadnje besede velikega pesnika Johanna Wolfganga von Goetheja na smrtni postelji.

Ob obisku sejma svetil v Frankfurtu in vožnji nazaj v Slovenijo sem večkrat pomislil ali pomeni več svetlobe tudi več varnosti na cesti.

V Sloveniji v zadnjih letih izdatno pretiravamo in osvetljujemo vse povprek brez vsakršnega znanja, preudarka ali izračuna po principu več (W) vatov in več luči se bo videlo bolje, kar pa seveda ni res.

Parkirišče pred fakulteto za fiziko je na primer osvetljeno ponoči ob drugi uri, ko tam res ni nikogar s 500 luksi kar je kar 2500 krat več kot je naravna osvetlitev polne lune, ki vemo že dokaj dobro osvetli okolico, da se dobro znajdemo in varno hodimo.

V tehnologiji razsvetljave se dogajajo prelomni trenutki, saj poleg vseh halogenskih, neonskih, ... svetil prihajajo na trg tudi nova svetila, kjer so LED diode vir svetlobe. Pojavila so se tudi prva OLED svetila. OLED je običajno, prosojna folija ali steklo med katere je nanešena organska snov, ki jo električna napetost vzbudi, da oddaja svetlobo. Prednost OLED svetil je v tem, da svetijo v večjih površinah, svetloba pa je mehka. OLED tehnologija je zelo primerna tudi za monitorje in pojavili so se že prvi televizijski ekrani na Japonskem tržišču debeline vsega 3mm in pri večjih formatih vsega 10mm. Edina težava do sedaj je še trajnost svetila saj vzdržijo le nekje do 5000 ur.

Številni proizvajalci poskušajo v času menjave tehnologij, čim hitreje prodreti na tržišče in pri tem nemalokrat zanemarijo tako kvaliteto kot osnovne parametre dobre, varne in učinkovite razsvetljave.

Ker že nekaj let spremljam varnost na naših avtocestah in pa predvsem varnost v predorih sem tokratno vožnjo iz Frankfurta v družbi strokovnjakov za cestno razsvetljavo smo skupaj na praktičnih primerih primerjali različne prakse v različnih državah. Primerjali smo kako so osvetljene avtoceste v Nemčiji, Avstriji in Sloveniji. Osredotočili smo se predvsem na predore, avtocestne odcepe, postajališča, usmerjevalne znake in obcestne reklame.

### Barvni spekter osvetlitve

Tudi sam sem kot arhitekt bil prepričan, da je v prometu najboljša čim bolj bela svetloba saj vsaj v grafiki, fotografiji, modi kjer je zaželena barvno korektna reprodukcija velja to pravilo. Človeško oko razpozna barve najbolj pri beli svetlobi, saj bela svetloba vsebuje celoten spekter in omogoča odboj svetlobe z različno obarvanih površin v pravi barvi. Ceste so bile običajno osvetljene z natrijevimi nizko ali visoko tlačnimi žarnicami, ki so varčne, katerih svetloba je v ozkem rumenem spektru.

### Fiziologija očesa

Človeško oko zaznava svetlobo v dveh načinih in sicer z dvojnimi receptorji s čepki in s paličicami. Tako imamo dnevni vid in pa nočni, ki je več stokrat do več tisočkrat bolj občutljiv. To je dobro znano dejstvo predvsem pilotom in mornarjem, kjer upoštevajo ostre standarde za nočni vid. Tudi osvetlitev instrumentov v pilotski kabini in na ladijskem mostu letanosilke je zelo skrbno izbrana, običajno v prilagojeni, v manj moteči zeleni, ali rdeči brvi, ki ne moti nočnega vida. Žal pa znanja o nočnem vidu le stežka prehajajo na cestno podočje, še posebej v državah, ki nimajo svojih letanosilk.

Za razpoznavanje gibanja in cestno varnost je dovolj, če uporabljamo rumeno svetlobo. Prevelika barvitost in pa predvsem številčnost svetlobnih izvorov prispevajo k efektu »Las Vegas«

Zato bi tudi nova LED svetila morala biti v rumenem spektru in bi s tem prispevala k cestni varnosti. Težava pa je v tem, da so LED viri svetlobe zelo učinkoviti v modrem spektru in ko to zasenčimo z rumenim filtrom dobimo manjši tok svetlobe.



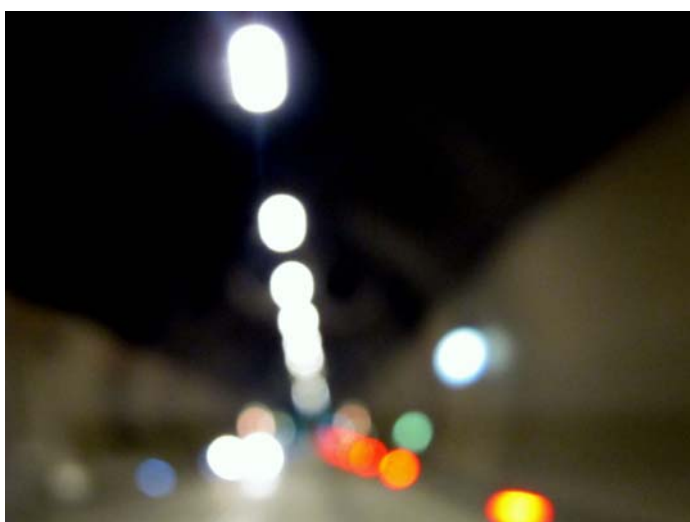
*Primer kako barvni spekter, ki ga oddaja druga žarnica poveča privlačnost za insekte. Obe sliki sta bili posneta na istem OMV bencinskem servisu v Ljubljani, vse žarnice ki so imele bolj moder spekter so bile na debelo obložene z pajčevino in insekti.*

### **Osvetlitev predorov**

Pedorji so običajno osvetljeni s svetili v rumenem barvnem spektru in to zelo različno glede na njihovo starost. Še vedno obstajajo predori, kjer je osvetlitev ne enakomerna in voznik vozi skozi serijo svetlejših in temnejših območji »prog«, kar mu povzroča stroboskopski efekt in zahtevajo stalno prilagajanje očesne zenice. To povzroča dodatno utrujenost in delčke sekunde, kjer vid voznika ni optimalno prilagojen. Zaslepitev je dejansko kemična sprememba, ki se dogaja na naših čutnicah.

V Avstriji so izumili po seriji požarov v predorih označevanje cestnega robnika. Ta svetila so zgolj ozko kotne LED diode prekrite s stekelcem in brez ustrezne optike, ki bi te dokaj močne točkovne izvore svetlobe razporedilo na večjo enakomerno površino. Svetila na zadnji strani vozili imajo pred virom svetlobe običajno še boljšo ali slabšo optiko, ki razprši ozko usmerjen vir svetlobe na večjo površino. LED svetilna telesa porabijo malo energije in imajo dolgo življenjsko dobo.

Namestili so LED bele diode na levem robniku rdeče pa na desnem robniku. Vse skupaj pa še nadgradili z dodatnimi LED prometnimi znaki, zelenimi LED označbami, ki označujejo pot za pobeg v paralelno cev. Tudi na vozilih pred voznikom je vedno več LED izvorov rdeče svetlobe.



*Primer točkovnih več barvnih svetil v podoru po vzoru avstrijskih smernic, kakršne imamo tudi pri nas in ustvarjamo efektu »Las Vegas« kjer v bežišču očesa kjer je sovpadajo vse perspektivne linije zaradi številnih izvorov svetlobe ni več razpoznavno dogajanje in s tem se tudi zmanjša razdalja, ko je povprečen voznik sposoben razbrati nevarne dogodke, ki bojo zahtevajo njegovo reakcijo. Nikakor ne bi smeli biti označevalci robov beli in rdeči pa čeprav so to tako avstrijske in slovenske barve zastave. Ker je bistveno bolj pomembno, da voznik zazna pozicijske luči vozila pred seboj kot tudi njegove zavorne luči, ki so prav tako rdeče barve, kot robnik.*

*Tako je italijansko označevanje robov ceste v rumeni oranžni barvi odsevniki ali svetili bistveno bolj varno in smiselno. **V Italiji je zelo jasno razpoznavni vožnjo voznika, ki bi slučajno vozil v nasprotno smer po avtocesti saj so to edine bele luči.***

Če poznamo fiziologijo očesa in njegovo zaznavo vemo, da človeški možgani zelo dobro zaznavo točkovni svetlobni vir, tudi če je izven našega sorazmerno ozkega kota opazovanja. Ta zaznava se še poveča, če je svetla površina v gibanju in se nam približuje.

Človeško oko, uporablja zvižajo, da zmanjša količino podatkov, ki jih mora obdelati, za dobro zaznavanje okolice. Človek ne opazuje celotne površine slike hkrati, ampak se poslužuje racionalizacije. Človeško oko z sorazmerno ozkim kotom gledanja preleti sliko in (izstopajoče točke vire svetlobe) si v možganski skorji ustvari sliko gledane podobe. V kolikor v sliki nastopa veliko virov svetlobe, ki se zaradi našega gibanja skozi predor še hitro premikajo, si oko ustvari navidezno ponavljanje in ni sposobno obdelovati vsakega vira svetlobe posebej. Tako nastane neke vrste navidezen videnje, ki pa odstopa od stvarnega dogajanja v naši okolici. Tak način zaznavanja okolice pa je lahko odločujoč v kritičnem trenutku v predoru.

Enostavna primerjava, dva svetilnika eden pri vhodu v večje osvetljeno primorsko mesto kjer migotajo in utripajo številni viri svetlobe in le stežka razberemo svetilnik, da ne govorim o drugem plovilu, ki ga na takem ozadju sploh ne opazimo, ker nas motijo številni viri svetlobe v ozadju. Drug svetilnik pa se nahaja na samotnem otoku in je praktično edina luč, ki se periodično prižge in nam jasno kaže smer.



*Običajno osvetljen nekoliko starejši italijanski predor Gran Sasso dolžine nad 10km s številnimi svetili na stropu.*



*Novejši ali obnovljeni italijanski predori, ki so osvetljeni po novem principu, kjer so svetila zastrta in praktično ne vidimo izvora svetlobe, predor pa je kljub temu zelo kvalitetno osvetljen, mnogo bolj varni in omogočajo varno vožnjo tudi starejši populaciji voznikov nad 40 let.*

**ORBIARK**

Inženiring biro d.o.o.  
Zgoša 52, SI-4275 Begunje  
Slovenija

T + 386 (0)4 53 33 206  
F + 386 (0)4 53 33 202  
M + 386 (0)41 7 33 206  
andrej.cufer@orbipark.com

Podobno kot slabši računalniki ni sposoben slediti v realnem času premike 3D grafike, tudi človeški možgani ne morejo obdelovati preveč posamičnih točk hkrati, možganov ni mogoče nadgraditi in bili so ustvarjeni v milijonih let za gibanje s hitrostjo, kot jo je bil sposoben doseči človek z lasnim gibanjem. To hitrost smo v vozilih prehiteli za več desetkrat, možgani in naš organ zaznavanja – vid pa se v sto letih ni kaj bistveno izboljšal.

Če primerjam Slovenske predore z avstrijskimi pridemo do ugotovitev: V predoru Karavanke je osvetlitev bistveno boljša na avstrijski strani, predvsem zaradi boljše čistoče in nedavne obnove stenskih opleskov, kar se pri nas še ni zgodilo in bomo raje zamenjevali beton, kot da bi redno obnavljali zaščiten oplesk betona.



Naši novejši predori (Šentvid, Rebernice) so bolj osvetljeni kot bi to bilo potrebno, saj bi po slovenski zakonodaji morali imeti vsi predori vgrajen na cestišču beton. Investitor DARS pa je po 25 letih gradnje Šentvida in slabih izkušnjah v Trojanah, da bi ustregel ministru pred volitvami, raje izbral asfalt. Asfalt je vsaj 2x temnejši še posebej pa v deževnih dneh in zato bi morali imeti inštalirano ustrezno več svetil v predoru, kot, če bi imeli betonsko cestišče. Pa ne samo svetil tudi dodatne ventilatorje zaradi večje požarne obremenitve. To so precejšnji dodatni stroški v času vgradnje, in pa tudi večji obratovalni stroški za porabljeno energijo, saj svetilke v predorih svetijo 24 ur.

Po štiridesetem letu nas prične zaradi staranja leče in steklovine v očesu in nečistoč v njej vedno bolj motiti bleščanje. Oko je prilagojeno gledanju približno enako osvetljenih površin. Svetila so tudi več stokrat bolj svetla kot pa ostali deli slike. Zato v sonce lahko pogledamo šele ko je tik nad morskim horizontom in mu meglice zastrejo večji del svetlobe. V cestni razsvetljavi so uporabljajo tudi svetila, ki imajo izbočeno steklo, Ker niso ta svetila visoko nad nami kot opoldansko sonce ampak le nekaj metrov nad cestiščem so v našem zornem kotu gledanja na cesto. Ta svetila svetijo namesto pod 45 stopinjami na cestišče tudi paralelno z cestiščem in jih zato vidimo v perspektivni projekciji kot številna manjša »sonca« v nizu. Svetloba, tako »prši« v vse smeri, ne pa tam kamor je namenjena na cestišče. Ta odvečna svetloba sveti v oko voznika in povzroča nadležno slepljenje in zmanjšuje voznikovo zenico in predvsem kontrast slike in s tem za nekajkrat zmanjša razdaljo, pri kateri lahko razpoznamo predmete ali črke. Kar pomeni, da je vidljivost v predoru ali cestišču, kjer so zasenčena svetila tudi nekajkrat boljša in je mogoče opaziti nevarnost na cestišču tudi nekaj razdalji prej samo zaradi ustrezne osvetlitve. Ki ni niti močnejša niti dražja, gre zgolj in samo za poznavanje fizike in ustrezne smernice, ki bi urejale izbor svetil v predorih in cestiščih, ki pa jih evropska skupnost za cestni promet še ne zmore.

#### **Avtocestni odcepi**

Običajno v tujini avtocestni odcepi niso osvetljeni, prav tako ne podvozi, in nadvozi, ki prečkajo avtoceste, kot je to praksa v zadnjem času pri nas. Človek bi mislil, da je zato pri nas manj smrtnih žrtev na cesti pa temu žal ni tako. Če osvetlimo avtocestni izvoz vidimo bolje zato tudi lažje pripeljemo v ta odsek z večjo hitrostjo, poleg tega pa se ta osvetljeni odsek nekje prične in konča. Te točke pa so tiste, kjer bo voznik trenutek zaslepljen ali zatemnjen, ko se mu bo prilagajalo oko in bo zato na teh mestih ne da bi kaj videl

**ORBIPARK**

Inženiring biro d.o.o.  
Zgoša 52, SI-4275 Begunje  
Slovenija

T + 386 (0)4 53 33 206  
F + 386 (0)4 53 33 202  
M + 386 (0)41 7 33 206  
andrej.cufer@orbipark.com



lahko povzročil nesrečo. Obnašamo se po predpisih, ki so jih sestavili lobiji, ki prodajajo svetila in elektriko in slepo verjamemo, da pomeni več luči tudi večjo varnost. Edino še v Belgiji so tako nesmiselno razsipni, kjer osvetljujejo vse avtoceste v celoti. Podobno kot so pri nas osvetljene avtobusne postaje brez potrebe cele noči pa čeprav zadnji avtobus pripelje ob 22:00 in prvi odpelje ob 6:00. Prezapleten vozni red, da bi omogočal nastavitvev prižiganja svetil glede na uro in ne glede na fotocelico.

### **Osvetlitev postajališč**

Na vsej poti po Avstriji in Nemčiji smo videli veliko postajališč, ki običajno niso osvetljena in omogočajo počitek v mraku ali temi voznikom. Kot izjema verjetno najbolj osvetljenega postajališča v Avstriji, bije v oči in slepi postajališče na severnem portalu Turskega predora. Tam, kjer je nekoč stalo gostišče je sedaj baza graditeljev predora, zraven pa se nahaja obnovljen bencinski servis in parkirišče. Parkirišče je osvetljeno s LED svetilkami v belem oziroma celo modrem svetlobnem spektru, svetilke so nameščene pod kotom in njihovo bleščanje je mogoče zaznati na celotnem pobočju okoliških hribov v oddaljenosti več kot 1000m. Počivanje na tako močno osvetljenem postajališču naj si bo to za profesionalne voznike tovornjakov ali pa naključne turiste je zelo slabo, saj je ta svetloba nekaj sto krat močnejša od svetlobe polne lune za katero vemo vsi moti dobro spanje. Poleg tega pa je njen barvni spekter zelo moteč saj se ob taki svetlobi ne tvori hormon melantonin in so ljudje, ki bi želeli počivati na takem parkirišč po počitku še vedno utrujeni in prikrajšani za hormon in antioksidant, ki uravnava človeški bioritem. Podobno kot bi leteli z letalom proti vzhodu in ne bi ujeli svojega ritma počitka (jet leg).



*LED svetila obrnjena pod 45 stopinj osvetljujejo celotno dolino.*



*Veličastno osvetljeno pobočje ob postajališču Tauerer severni portal*

### **Osvetlitev prometnih tabel**

Imena krajev so v Nemčiji izpisana običajno na modri podlagi z belimi črkami in na foliji, ki je prevlečena z drobnimi kroglicami, ki zelo učinkovito odbijajo svetlobo vozila nazaj v smeri voznika in je vidljivost brez dodatnega osvetljevanja tabel izredno dobra table pa so osvetljene izredno enakomerno.

Na odcepu za Innsbruck in pred Münchnom je še nekaj velikih starejših tabel nad cesto, ki so aktivno osvetljena z neonskimi svetili v notranjosti table. Te table so bile v času naše vožnje neenakomerno osvetljene številna svetila so bila pregoreta, kar je zelo verjetno tudi posledica zime in izbora slabše primernih svetil za nižje temperature. Vsaka zamenjava svetil zahteva demontažo zaščitnega ohišja in zato tudi neljube zastoje in preusmerjanje prometa. In že preprost test štirih opazovalcev v vozilu je pokazal da so odsevne table čitljive s kar trikrat večje razdalje kot dodatno osvetljene, kjer je osvetlitev neenakomerna.

Hrvaška uporablja v Istri napisne table, ki jih sestavljajo aluminijasti profili, ki so temperaturno bolj prevodni in na takih tablah se ne pojavlja težava z usedanjem kondenza in posledično ne enakomerne odbojne površine.

### **Pri nas sta opazni dve veliki napaki napisnih obcestnih tabel.**

Očitno uporabljamo za nosilno konstrukcijo steklo armirane poliestrske smole in kovinsko konstrukcijo, tako imajo ojačitve večjo toplotno vztrajnost kot ostali deli table. Zato se table ne enakomerno toplotno

**ORBI**  **ARK**

Inženiring biro d.o.o.  
Zgoša 52, SI-4275 Begunje  
Slovenija

T + 386 (0)4 53 33 206  
F + 386 (0)4 53 33 202  
M + 386 (0)41 7 33 206  
andrej.cufer@orbipark.com

prevodne čemur je posledica ne enakomerno rošenje na odbojni površini table, kar bistveno poslabša odsevnost in vidnost v nočnem in jutranjem času, ko je vidljivost označevalnih table najbolj pomembna. Druga pomanjkljivost pa je opaziti, da uporabljajo namesto enega kosa podložne lepilne folije več manjših kosov ali celo različne kvalitete folij in zaradi prekrivanja lepilne folije znaki delujejo, kot bi bili sestavljeni iz flik, ki so na robovih slabše vidni predeli, kar zopet zmanjšuje razpoznavnost in varnost na cesti. Odgovorni, ki so zadolženi za varnost na Slovenskih cestah in avtocestah pa kot, da nikoli ne pogledajo čez plot kako imajo to urejeno v drugih državah.

### Reklamne table

V Avstriji na poti proti Salzburgu smo ob avtocesti opazili nekaj tabel, ki so izključno opozarjale na varno vožnjo. Ni bilo opaziti nobenih reklam za pico, lokalno gostilno, strešna ali fasadna okna, različno ožgane ritke ali krofe kar je običaj pri nas. Tudi velikih več deset metrskih osvetljenih panojev nismo opazili z izjemo v Ingolstadt, kjer je bila zelo očitna primerjava med panojem s reklamo za pohištvno trgovino, recimo normalno osvetljeno in zelo presvetljeno – kričečo, za voznike na avtobanu motečo in nevarno reklamo lokalnega proizvajalca avtomobilov



*Primer normalno osvetljene obcestne reklame na fasadi in na desnem robu vsaj 5 krat bolj močno osvetljena reklama lokalnega podjetja avtomobilov, ki mu očitno ni mar varnost mimo vozečih šoferjev, ki jih njihova reklame ne samo pritegne pogled ampak tudi zaslepi.*

Celo oddajnikov GSM telefonije ni bilo veliko opaziti vsakih nekaj sto metrov, ker jih očitno nameščajo nekoliko stran in morda v obronke gozda, da ne kazijo krajne, vse to kar je pri nas še velika neznanka. Dejstvo je, da je mogoče z razsvetljavo veliko privarčevati saj na primer porabijo mesta kot so na primer Maribor po javno dostopnih podatkih njihovega proračuna na spletu 25€/prebivalca/leto za razsvetljavo ali povedano drugače več kot 120€/aktivnega prebivalca/leto, če odštejmo vse otroke in upokojence. Če pa je ta razsvetljava ob tem da je zelo svetla še zelo blešči kot na primer severna ljubljanska obvoznica, ki je razsvetljena s svetili, ki več svetlobe razpršijo horizontalno v atmosfero, kot jo dejansko pride na osvetljevano cestišče in pri tem bleščijo voznikom in zmanjšujejo njihov varnost. Res je vprašljivo, kdo in kako usposobljeni so tisti, ki vodijo te naše ustanove (DRSC, DDC,...), ki so odgovorne za varno osvetljevanje cest in porabo našega denarja.

Morda bi veljalo naše ceste graditi tudi najboljše ne samo najdražje in ko se zgledujemo pri Avstriji in njenih smernicah za predore bi veljalo včasih poškiliti tudi v Italijo in na Hrvaško.

Andrej Čufer u.d.i.a. MBA

**ORBI**  **ARK**

Inženiring biro d.o.o.  
Zgoša 52, SI-4275 Begunje  
Slovenija

T + 386 (0)4 53 33 206  
F + 386 (0)4 53 33 202  
M + 386 (0)41 7 33 206  
andrej.cufer@orbipark.com