

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

LED RAZSVETLJAVA

Avtorja: Matjaž Kotnik, 2. Pti
Gregor Rošer, 2. Pti

Mentor: mag. Janko Malovrh

Velenje, 2011

KAZALO VSEBINE

1	Uvod pregled vsebine naloge.....	4
1.1	Kaj torej sploh so LED diode?.....	5
2	Pregled vseh električnih virov svetlobe	5
2.1	Žarnice na žarilno nitko.....	5
2.2	Fluorescentna sijalka:	6
2.3	Kompaktna fluorescenčna sijalka:	7
2.4	Halogena žarnica:.....	8
2.5	Nizkotlačna natrijeva sijalka:.....	9
2.6	Visokotlačna živosrebrna sijalka:	9
2.7	Visokotlačna xenonska sijalka:.....	10
2.8	Žveplova sijalka:.....	11
3	LED (svetleče diode)	12
3.1	LED svetila	13
3.2	Opis LED svetil	13
3.2.1	Zakaj LED svetila okolju prijazna?.....	14
3.3	Razvoj LED diod.....	16
3.4	Uporaba LED diod danes:.....	17
3.5	Prednosti in slabosti LED diod:	17
4	Primeri izvedbe javnih razsvetljav izvedenih z LED svetilkami	19
4.1	Ulična razsvetljava:	19
4.2	V Sloveniji rekordna poraba električne energije za razsvetljava	20
4.3	Svetlobno onesnaževanje in zakaj je potrebno izvesti zamenjavo javne razsvetljave	20
4.3.1	Svetlobno onesnaženje opazimo kot	20
4.4	Kaj lahko storimo?.....	21
4.5	Kaj bomo imeli od zmanjšanja svetlobnega onesnaženja?	21
4.6	Delno zasenčene svetilke	22
4.7	Bistvene prednosti LED cestne razsvetljave.....	22
4.8	Zamenjava navadne žarnice z LED svetlobnimi diodami.....	23
5	Kako še lahko privarčujemo?.....	24
5.1	Zakaj imajo LED sijalke tako nizko porabo energije?.....	25
6	ZAKLJUČEK	26
7	Viri	26

KAZALO SLIK

slika 1: Žarnica na žarilno nitko.....	6
slika 2: Žarnica na žarilno nitko.....	7
slika 3: Kompaktna fluorescenčna sijalka.....	8
slika 4:Halogena žarnica	9
slika 5:Nizkotlačna natrijeva sijalka	9
slika 6:Visokotlačna živosrebrna sijalka.....	10
slika 7:Visokotlačna xenonska sijalka	10
slika 8:Žveplova sijalka	11
slika 9:: LED (svetleče diode).....	12
slika 10:: LED dioda	13
slika 11:LED razsvetljava	15
slika 12:Ulična razsvetljava	19
slika 14:Primerjava svetil.....	24
slika 15:Modra led dioda	25

1 Uvod pregled vsebine naloge

Cilj najine naloge je, da čim bolj natančno in zanimivo predstaviva sodobno uporabo razsvetljevanja s pomočjo LED diod. V nalogi je predstavljen razvoj razsvetljave od njenega začetka do danes, njene posodobitve, prednosti, ter zamenjava klasičnih žarnic na žarilno nitko, z varčnimi sijalkami, predvsem pa z najsodobnejšo LED razsvetljavo.

Zakaj pravzaprav gre?

Svetloba, kakršno poznamo in kakršna nas spremlja vsak dan, izhaja iz časov, ko so se naši predniki naučili uporabljati ogenj za gretje, svetlobo in kuhanje. Že od takrat ogenj izpolnjuje predvsem te tri glavne funkcije, ki so danes na zavidljivo visokem nivoju, če jih skušamo razumeti v centralni kurjavi, štedilnikih na trda goriva in kaminih, ter žarnicah, ki nam osvetljujejo okolje. Če pa gledamo klasične žarnice s stališča fizike in razvoja modernih materialov, pa še vedno spadajo v obdobje jamskih ljudi. Za prve žarnice je Edison uporabil bambusove ostružke, v današnjih pa so ostružki zamenjani s koščkom tungstenove žice, ki oddaja svetlobo, ko se ta zaradi svoje upornosti segreje do take stopnje, da zažari.

Povzročitelji so elektroni, ki izstopijo iz svoje orbite, ko skozi steče elektrika. Ko elektroni vanjo ponovno vstopijo, oddajajo svetlobo in toploto. Seveda je znotraj stekla (žarnice) prisoten tudi plin (argon in nitrogen), ki ima funkcijo nevtraliziranja. Podaljšuje življenjsko dobo tungstenove žičke. Toda glavni problem klasičnih žarnic na žarilno nitko je po toliko letih še vedno prisoten. Žarnice z žarilno nitko so namreč prikriti ogenj, kar dokazuje tudi podatek, da se približno 95% energije spremeni v toploto in le 5% v svetlobo. V današnjih časih, ki sledijo izrednemu razvoju, je težko razumeti slabo izkoriščenost žarnic na žarilno nitko, ki so prisotne praktično povsod. Zakaj se je razvoj za toliko časa ustavil ravno na tako pomembni stvari? Se kdaj vprašamo, kam se izgubijo vsi ti »Watti«, napisani na žarnicah v naših stanovanjih. Zavedajmo se, da je tudi poraba vsake žarnice doprinesla veliko k izsekavanju gozdov, zaježitvi dolin in graditvi elektrarn. Današnje okolje je, zaradi zgolj 5% svetlobe, ki jo oddaja žarnica na žarilno nitko, bistveno drugačno kot bi bilo, če bi imele žarnice boljši izkoristek.

1.1 Kaj torej sploh so LED diode?

Light Emitting Diodes so hladni viri svetlobe, ki se proizvajajo v tovarnah, kjer proizvajajo mikročipe. Vsebujejo kristale, katerim so namenoma dodani nečisti atomi. Elektroni, ki krožijo okoli atomskega jedra, zaradi vpliva elektrike skočijo iz svojih smeri. Pri vračanju v smer ti elektroni oddajo nekaj električne energije v svetlobno obliko. Ta proces lahko v grobem primerjamo z zvezdnim utrinkom, ki ionizira, ko vstopi v atmosfero. Vse podrobnejše informacije pa bodo predstavljene skozi celotno nalogo.

2 Pregled vseh električnih virov svetlobe

2.1 Žarnice na žarilno nitko

Žarnice delujejo na principu termičnega sevala. Večina energije gre v toploto, le 5-15% v svetlobo. Svetlobni izkoristek skozi zgodovino: od 3 lm/W do 20 lm/W Dve glavni vrsti žarnic: navadne in halogene.

Žarilna nitka iz volframa. Zaradi manjšega hlajenja je žarilna nitka zvit v dvojno ali trojno spiralo. Temperatura barve: 2700 K. Električni tok, ki teče skozi žarilno nitko jo zaradi upornosti segreje na približno 2700 K. Življenjska doba: cca. 1000 ur.

Barvni spekter vsebuje vse valovne dolžine, modre barve so slabo zastopane, poudarjene pa so rdeče barve, spekter ima vrh v IR področju. V svetlobo se pretvori okoli 5% električne energije Svetlobni izkoristek: 13 lm/W.

Faktor primerljivosti barve: odličen (95-100). Svetloba je v primerjavi s sončno nekoliko bolj rumenkasta, zato so rumeno-rdeče barve bolj poudarjene.

V prihodnjih letih bo postopno prepovedana prodaja klasičnih žarnic z žarilno nitko, kar bo povzročilo osvetljevanje vseh prostorov, tudi domov, s halogenskimi žarnicami, v prihodnosti pa tudi z LED-sijalkami.



slika 1: Žarnica na žarilno nitko

(http://www.geatv.si/index.php?page=novice&action=more&page_id=653)

2.2 Fluorescentna sijalka:

Uporabljen plin: živosrebrna (HG) para. Ker je Hg pri sobnih temperaturah tekoč, se cev dodatno polni z žlahtnim plinom (kripton, argon), ki zagotovi začetno segrevanje notranjosti.

Energija 3% vidna svetloba, 63% UV svetloba, 34% toplota 63% UV svetloba: 25% vidna svetloba, 38% toplota 28% vidna svetloba, 34% IR svetloba, 38% izgubna toplota Svetlobni izkoristek: 96 do 104 lm/W (odvisno od predstikalne naprave)

Življenjska doba 10.000 do 12.000 ur. (odvisno od predstikalne naprave)

Izrazito črtni spekter. Barva svetlobe: poljubna (2700 - 6500 K), odvisno od fluorescenčnega premaza cevi. Faktor reprodukcije barve: med 60 in 95%.

Predstikalna naprava:

- elektromagnetna: dušilka in starter
- elektronska (visokofrekvenčna)

- elektronska regulacijska (na podlagi spreminjanja frekvence)



slika 2: Žarnica na žarilno nitko

(http://www.elektronabava.si/default.asp?page_id=01834d32H030XP3WQ071441191001)

2.3 Kompaktna fluorescenčna sijalka:

Po principu delovanja: fluorescentna sijalka. 10% manjša poraba energije kot fluorescenčne cevi. Življenjska doba: 8000 ur, vendar pri 20.000 vklopih le še 3000 ur. Direktna zamenjava za navadno žarnico zaradi vgrajene predstikalne naprave in E27 vznožja.



slika 3: Kompaktna fluorescenčna sijalka

(<http://montazne-hise-on.net/energijsko-varcne-zarnice.html>)

2.4 Halogena žarnica:

Pri halogenski žarnici se stekleni balon poleg z inertnim plinom polni tudi z halogenim elementom (jod, brom, ..) V žarnici nastane krožni proces, ki podaljša življenjsko dobo in omogoči, da žarilna nitka deluje na višji temperaturi. Daljša življenjska doba: 2000-3500 ur
Višja temperatura barve: 3000 K. Za krožni proces je potrebna temperatura vsaj 180 °C, zaradi tega je balon manjši in izdelan iz kremenčevega stekla. Zaradi poroznosti kremenčevega stekla se žarnice ne sme prijemat z rokami.

Barvni spekter vsebuje vse valovne dolžine. V primerjavi z spektrom navadne žarnice je vrh premaknjen proti manjšim valovnim dolžinam, vendar še vedno v IR področju. Faktor reprodukcije barve: odličen (95-100) Svetlobni izkoristek: 25 lm/W

(navadne in halogene) lahko priključimo direktno na vir napetosti Izdelane so za različne napetosti: normalne napetosti (230 V, 110 V) male napetosti (6 V, 12 V, 24 V) Žarnice za male napetosti običajno priključujemo na omrežje preko transformatorjev (klasičnih, toroidnih, elektronskih)



slika 4:Halogena žarnica

(http://www.internetntrgovina.com/product_info.php?products_id=4139)

2.5 Nizkotlačna natrijeva sijalka:

Svetilni plin: natrij (Na) pri nizkem tlaku. Za vžig se v gorilnik dodaja tudi žlahtne pline.
Obratovalna temperatura: 290°C (potrebna je dobra toplotna izolacija) Življenjska doba:
16.000 ur. Moči do 180 W Monokromatska svetloba: rumena 589 nm in 589,6 nm.
Najboljši izkoristek: do 200 lm/W. Temperatura barve: 1750 K.



slika 5:Nizkotlačna natrijeva sijalka

(<http://lrf.fe.uni-lj.si/oprema.htm>)

2.6 Visokotlačna živosrebrna sijalka:

Deluje podobno kot fluorescenčna sijalka, le da ima manjši delež UV svetlobe - vseeno ima fluorescentni premaz. Svetlobni izkoristek: do 60 lm/W. Življenjska doba: >15.000 ur. Moči

do 400W. Izrazit črtni spekter. Faktor primerljivosti barve: 23 - 55%. Temperatura barve: 2000 - 4000 K.

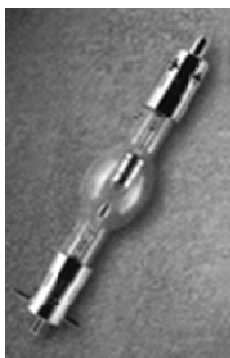


slika 6:Visokotlačna živosrebrna sijalka

(<https://shop.prelog.si/skupina/02.03.05/halogenske?page=vse>)

2.7 Visokotlačna xenonska sijalka:

Delujejo pri tlaku 1 bara (dolge) oziroma pri tlaku do 30 barov (kratke) in pri temperaturi do 500 °C Svetloba je bela. Izkoristek: 25 do 40 lm/W. Življenjska doba: do 3.000 ur. Moč do 10.000 W (75.000 W). Temperatura barve: 6000 do 6500 K. Faktor reprodukcije barve: do 100%.



slika 7:Visokotlačna xenonska sijalka

(http://lrf.fe.uni-lj.si/e_razsvetljava/FE06i.pdf)

2.8 Žveplova sijalka:

Sijalka je brez elektrod. Plin (žveplova para) se vzbudi s pomočjo mikrovalov (potreben je magnetron). Za vžig se v gorilnik dodaja argon. Velikost: premer 36 mm. Potrebna je stalna rotacija in prisiljeno hlajenje sijalke. Žveplova sijalka je bila razvita med 1986 in 1990, predvsem zaradi tega, ker ima spektralno porazdelitev podobno občutljivosti človeškega očesa. Nazivna moč sijalke: 1000W (1375W) Izkoristek: 130 (95) lm/W.

Življenjska doba 60.000 ur, magnetron 20.000 ur. Temperatura barve: 6000 K. Faktor primerljivosti barve: 79%.



slika 8:Žveplova sijalka

(http://lrf.fe.uni-lj.si/e_razsvetljava/FE06i.pdf)

3 LED (svetleče diode)

Svetloba pri LED diodi nastane, ko elektron preide iz prevodnega pasu v valenčni pas. Pri določenih polprevodnikih se pri tem sprosti toplotna energija (Si), pri drugih pa svetlobna (GaAs, GaP) Bela LED dioda Mešanje svetlobe rdeče, zelene in modre LED z UV svetlobo in fosforna prevleka LED z UV modro svetlobo in filtrom, ki modro svetlobo pretvori v oranžno.

Bela LED dioda:

- Izkoristek: 20-30 lm/W.
- Življenjska doba 100.000 ur.
- Temperatura barve: poljubna
- Faktor primerljivosti barve: lahko tudi 80-90



slika 9:: LED (svetleče diode)

(<http://www.google.si/images?um=1&hl=sl&biw=1280&bih=800&tbs=isch%3A1&sa=1&q=led+diode&aq=f&aqi=g3&aql=&oq>)

3.1 LED svetila



slika 10:: LED dioda

(<http://www.google.si/images?um=1&hl=sl&biw=1280&bih=800&tbs=isch%3A1&sa=1&q=vrste+diod&aq=f&aqi=&aql=&oq=>)

3.2 Opis LED svetil

LED diode imajo zelo dolgo življenjsko dobo, ki je deklarirana s 100.000 urami, kar pomeni več kod 11 let neprestanega svetjenja. Zgolj v vednost, življenjska doba 100.000 ur pomeni vsaj 50% svetilnosti, ki je deklarirana pri novi diodi, same diode pa svetijo precej dlje. Če LED diode na tem mestu primerjamo s klasičnim žarnicam na žarilno nitko, ki imajo življenjsko dobo približno 1000 ur, LED dioda drži najmanj 100 krat dlje. Poraba energije pri LED je glede na žarnice z žarilno nitko izredno nizka. Standardne LED diode porabijo približno 0,1W, novi ultra svetli LED čipi pa nekje med 0,8 in 4W. Za nameček pa so LED diode odporne na tresljaje in udarce in praktično neuničljive. Sestavljena je iz čipa, ki je iz polprevodnega materiala, napolnjen z zlitinami kemičnih elementov. Ta zlitina ustvari strukturo, ki se imenuje p-n junction ali preprosto zlitje. Kot pri ostalih diodah tok teče od p strani (anode) k n strani (katodi), vendar ne v obratni smeri. Napetost za IR del se začne pri

1.2 V, potem pa se nadaljuje preko rdeče (1.9 V), oranžne(2.1 V), rumene(2.3 V), zelene (2.4 V), modra in zelena InGaN (3,2V) in bela (3,3V).

Predvsem v zadnjem času pa se pojavljajo tudi čisto nove zlitine, pogosti pa so tudi razni premazi čipov. Modre LED diode delujejo na osnovi galijevega nitrata (GaN). LED diode, ki proizvajajo belo svetlobo so narejene na principu modre (GaN) s svetlobnim spektrom 450-470nm, prekrite pa so z rumenkastim fosforjevim filtrom. Obstajajo pa že tudi novejši načini za proizvodnjo bele svetlobe, ki se uporabljajo pri vseh vrstah LED luči. Barva svetlobe odvisni od napetosti in od kemične zgradbe polprevodniškega elementa in lahko zavzema ozek pas spektra blizu ultravijolične 390nm, v vidnem delu ali v IR (infrardečem 940nm) delu spektra.

AlInGaP se uporablja za emitiranje rdeče in rumene, InGaN za zeleno in modro in kadar slednjemu dodamo še fosfor (P), belo svetlobo.

Nastane tok elektronov in elektronskih vrzeli, ki se zlijejo. Princip delovanja LED diod je v tem, da ko elektron trči v elektronsko vrzel, pade v nižje energijsko polje in zaradi izenačitve odda energijo v obliki fotona. LED proizvajajo hladno svetlobo, za razliko od žarnic, ki segrevajo žarilno nitko tako močno, da zasveti. Torej svetlobo pri LED dajejo fotoni, lahko pa je vidnega ali IR spektra - selektivno, ne pa svetloba celotnega spektra naenkrat. LED napredek se je začel z rdečo in infrardečo svetlobo. Diodi so bile narejene iz galijevega arzenida(GaAs). Napredek v spoznavanju novih materialov je omogočil velik barvni spekter svetlenja LED svetilk. Pri večini kasnejših LED diod je bil osnovni element galij, ki so mu dodajali druge elemente za doseganje različnih svetlob.

3.2.1 Zakaj LED svetila okolju prijazna?

1. Varčnost

Uporaba LED svetila zagotavlja minimalno porabo električne energije 1-3 W. Tako boste z njihovo uporabo **prihranili pri denarju**.

2. Varnost

Velika prednost LED svetil je da se ne segrevajo, s tem se z njihovo uporabo **izognemo** morebitnim nevarnostim (požari).

3. Kvaliteta

Visok nivo kvalitete zagotavlja, da so diode neobčutljive na udarce, prenesejo šoke in vibracije ter ne potrebujejo vzdrževanja. Tako si boste z njihovo uporabo zagotovili vrhunsko kvaliteto, s čimer boste **prihranili** pri denarju in času (ni vzdrževanja).

4. Življenjska doba:

Uporaba LED svetil zagotavlja **100.000 ur ali 11,5 let** neprekinjenega delovanja, kar je bistveno več kot to omogočajo navadna svetila.

5. Ekološka neoporečnost

LED svetila so narejena iz **ekološko neoporečnih materialov**. Naredite tudi vi nekaj koristnega za čisto in zdravo okolje in uporabljajte LED svetila.



slika 11:LED razsvetljava

(<http://www.google.si/images?um=1&hl=sl&biw=1280&bih=800&tbs=isch:1&aq=f&aqi=&oq=&q=led%20razsvetljava>)

3.3 Razvoj LED diod

Zgodovina razvoja LED diod sega v leto 1960, ko so razvili prve uporabne LED diode. S kombinacijo elementov galija, arzena in fosforja (GaAsP) so dobili rdečo svetlobo 655nm valovne dolžine. Čeprav je bila svetilnost relativno nizka, je bila ta dioda že takrat uporabljena v mnogih napravah, največkrat za svetlobne indikatorje. Z nadaljevanjem GaAsP sistema so razvili GaP ali galij fosforjev sistem LED diod, ki pa niso igrale kakšne posebne vloge v razvoju, predvsem zaradi posebne rdeče barve 700nm valovne dolžine. To je območje, kjer je človeško oko manj občutljivo in te LED diode kljub višji svetilnosti niso bile masovno uporabne. V prehodu na novo desetletje so pri razvoju LED tehnologij razvili nove barve LED diod. Najpogostejši sta bili (GaP) zelena in rdeča in (GaAsP) oranžna, rumena ali visoko zmogljiva rdeča. S to paleto razpoložljivih barv se je povečal tudi trend uporabe LED diod. Postale so nepogrešljive v kalkulatorjih, digitalnih urah, testni opremi, kot indikatorji ipd. Šele desetletje kasneje, po letu 1980 so spet prišle opazne spremembe pri razvoju. Nova tehnologija kombinacije elementov galij, aluminij in arzen (GaAlAs), je bila odkrita.

To je pomenilo največji napredek pri uporabi LED diod. GaAlAs tehnologija je omogočala 10 krat učinkovitejše in svetlejše LED diode kot stare tehnologije. Obenem je bila za delovanje potrebna nižja napetost in same diode je bilo lažje upravljati, na primer za utripanje ali jih sestavljati med seboj. To je omogočilo uporabo diod za popolnoma nove namene, za svetlobne in prometne znake, reklamne napise, za čitalce črtnih kod ali medicinske naprave. Kljub velikemu napredku v LED tehnologiji in uporabi, ki jo je prinesla GaAlAs tehnologija, so take diode imele nekoliko krajšo deklarirano življenjsko dobo (50.000 - 70.000 ur), predvsem pri delovanju na visokih temperaturah ali višji vlagi. Zadnji korak pri razvoju LED diod pa je bil v poznih devetdesetih, ko je bila razvita in izdelana prva t.i. laser dioda. Tehnologija te diode je slonela na kemijskih elementih indij, galij, aluminij in fosfor (InGaAlP). S tem je postala LED dioda resnično uporabna in zanesljiva. Te LED diode so omogočale spreminjanje oz. nastavitve različnih barv spektra, obenem pa je nova tehnologija omogočala uporabo tudi pri višjih temperaturah in vlagi.

Zahvaljujoč svoji majhnosti LED diode omogočajo oblikovalcem in izdelovalcem neomejene možnosti uporabe v izdelkih, namenjenih za vsakdanjo rabo. Danes LED diode srečujemo v izdelkih, kjer svetlobnih virov ne bi pričakovali. Vse to z namenom ustvariti življenjsko

okolje bolj varno, praktično, svetlejšo in moderno (npr. v pohištvenih ročajih, avtomobilskih lučeh, obeskih za ključe, znotraj pravih sveč iz voska, v tekaških copatih in še nešteto drugih izdelkih).

3.4 Uporaba LED diod danes:

V kratkem. LED diode so prestale kar nekaj faz razvoja in izboljšav in so sedaj na začetku velike ekspanzije uporabe. Danes, z uporabo najnovejših tehnologij, že dosegajo zavidljivo mesto med viri svetlobe. Trend množične uporabe LED se je že začel z uporabo v mnogih napravah za različne namene, nadaljuje pa se tudi v serijskih vgradnjah v avtomobilski industriji,... Z nadaljnjim razvojem uporabe ekonomične bele LED tehnologije bodo le-te verjetno prevzele mesto klasičnim žarnicam na žarilno nitko in neonskim lučem. Uporaba LED diod, kot stropnih, stenskih in talnih luči za osvetljevanje delovnih in stanovanjskih prostorov, kot tudi v industriji, bi drastično zmanjšala porabo električne energije in hkrati obremenjenost energetskega omrežja, ter posredno pozitivno vplivala na okolje.

3.5 Prednosti in slabosti LED diod:

3.5.1 Prednosti LED svetil so:

- Zelo nizka poraba električne energije,
- Zelo dolga življenjska doba,
- Izkoristek LED svetil do 90%,
- Možnost spreminjanja barve svetlobe,
- Odpornost na tresljaje,
- Svetlobni spekter brez UV in IR svetlobe,
- Malo toplotnega sevanja,
- LED svetila so izdelana iz vrhunskih materialov,
- Primerna so za uporabo bivalnih objektov, poslovnih objektov in industrij,
- Nima gibljivih delov oz. krhke žarilne nitke, nima lomljivih steklenih delov, ni

strupenih plinov, zato se ne more tako enostavno poškodovati, zdrobiti ali onesnažiti okolja, je robustna in odporna na vibracije,

- Ob okvari ne preneha svetiti v trenutku, kot bi se to zgodilo ob pregretju žarilne nitke, saj svetilnost LED zgolj upada s časom,
- Izkoristek je vsaj veliko boljši od klasične žarnice z žarilno nitko,
- Po vklopu začne svetiti takoj in ne potrebuje periode za zagon, kot npr. pri varčnih sijalkah,
- Nizka delovna napetost omogoča varno rokovanje in zadostuje varnostnim zahtevam.

3.5.2 Slabosti LED svetil so:

- Cena
- Visoka začetna cena: LED so trenutno dražji, cena za lumnov, na podlagi začetne stroške kapitala, kot večina konvencionalnih svetilnih tehnologij. Nepredvidene stroške delno izhaja iz relativno nizko sijalke in pogon vezje in potrebnih napajalnikov.
- Temperaturna odvisnost: LED uspešnost v veliki meri odvisna od temperature okolja v delovno okolje. Več kot vožnja LED v višjih temperaturah lahko pride do pregretja LED paket, ki sčasoma vodi do okvare naprave. Ustrezna toplotna potopu je potrebno za ohranitev dolgo življenjsko dobo. To je še posebej pomembno v avtomobilski, zdravstvene in vojaško uporabo, kjer morajo naprave delujejo v širokem temperaturnem razponu, in potrebo po nizke stopnje napake.
- Napetost občutljivost: LED diode ki se napaja z napetostjo nad pragom in trenutno pod rating. To lahko vključuje niz uporov ali tekoče urejen napajalnike.

4 Primeri izvedbe javnih razsvetljav izvedenih z LED svetilkami

4.1 Ulična razsvetljava:

Trend javne razsvetljave se razvija v smeri zamenjave klasičnih visokotlačnih natrijevih žarnic z LED izvorom, kar bo podaljšalo življenjsko dobo uličnih svetilk in znižalo s tem povezane stroške vzdrževanja in servisiranja. Pri LED javni razsvetljavi pa seveda ne gre samo za varčevanje denarja, ampak predvsem za varčevanje z energijo in sprejemanje odgovornega in dolgoročnega načina uporabe naravnih virov in njihovega vpliva na okolje. Svetilke izpolnjujejo zahteve Uredbe o mejnih vrednosti svetlobnega onesnaženja okolja. Z vgradnjo zmanjšamo obremenitev okolja s CO₂. Vse dele svetilke je možno po izteku življenjske dobe reciklirati.



slika 12:Ulična razsvetljava

(<http://www.strips.si/led-ulicna-razsvetljava.html>)

4.2 V Sloveniji rekordna poraba električne energije za razsvetljava

Temno nebo Slovenije je izvedlo pilotsko raziskavo o porabi električne energije za javno razsvetljava. V statistiko, ki je prikazana na grafu je vključeno približno 40 % prebivalcev Slovenije v naključno izbranih ter v večjih občinah. Slovenska posebnost je preobilna razsvetljava, ki se ponaša v tem, da po nepotrebnem porabimo vsako leto za približno 10 milijonov evrov električne energije.

4.3 Svetlobno onesnaževanje in zakaj je potrebno izvesti zamenjavo javne razsvetljave

Svetlobno onesnaženje je vsako nekontrolirano uhajanje svetlobe iz umetnih virov izven cilja osvetlitve. Še posebej tisto, ki je usmerjeno nad vodoravnico. Posledice so žarenje nočnega neba nad mesti, bleščanje, vsiljena svetloba, zmanjšana nočna vidljivost in nepotrebno trošenje energije. Končna posledica je vedno bolj osvetljeno nočno nebo, posledično izginjanje zvezd in izginjanje noči kot naravne danosti.

4.3.1 Svetlobno onesnaženje opazimo kot

- žarenje neba v smeri mest, ki ga lahko opazimo na desetine kilometrov daleč. Nastane zaradi sipanja svetlobe nezasenčenih svetilk na prahu ali vlagi v zraku.
- bleščanje - poslabšano vidno zaznavanje zaradi zaslepitve z močno svetlobo.
- svetenje preko mej zemljišča. Najbolj moteče je, ko ponoči sveti skozi okna v spalnice.

4.4 Kaj lahko storimo?

- zunanje svetilke naj bodo postavljene samo na mestih KJER je to potrebno, samo TAKRAT, ko je to potrebno in Z JAKOSTJO, ki je potrebna! Pretiravanje z razsvetljavo ima številne negativne posledice za človeka in okolje.
- zahtevamo boljšo ulično razsvetljava. Tako, ki je zasenčena in sveti le navzdol na tla, kjer svetlobo potrebujemo! Nezasenčene ali slabo zasenčene svetilke imajo velike svetlobne izgube (svetijo v nebo), so energetske potratne in onesnažujejo okolje.
- v nočnem času (po 23. uri) naj bodo osvetljeni le najpomembnejši kulturno-zgodovinski objekti. Uporaba rešetk za usmerjanje svetlobe je nujna! Če je le možno, objekte osvetljujemo od zgoraj navzdol.
- občani, ki imajo okoli hiš dekorativno razsvetljava, naj poskrbijo, da bo snop svetlobe usmerjen proti tlem in uporabljena najšibkejša žarnica. V nočnih urah (po 23. uri) naj bo taka razsvetljava ugasnjena.
- najučinkovitejša varnostna razsvetljava je tista, ki jo aktivirajo infrardeči senzorji ob približevanju osebe. Senzorji naj bodo usmerjeni tako, da zaznajo le osebe ki se dovolj približajo objektu. Razsvetljava naj bo manjše moči in v cut-off izvedbi, da njena svetloba ne gre nad vodoravnico. Nenaden vklop luči bo zanesljivo pregнал vsiljivca. Poleg tega je taka razsvetljava bolj varčna in prijaznejša do okolja.

4.5 Kaj bomo imeli od zmanjšanja svetlobnega onesnaženja?

- povečana prometna varnost, saj primerne svetilke ne svetijo voznikom v oči, zato ni neprijetnega bleščanja. Tako so bolj varni tudi pešci, ki hodijo ob cesti.
- boljši spanec za tiste, ki jih svetloba v sobi moti.
- prihranili bomo pri energiji.
- varovali bomo naravo - predvsem živali, ki jih nočna svetloba moti, ker jo zamenjajo z Luno ali Soncem (ptice, netopirji, žuželke,...)
- ohranili bomo neokrnjen pogled na nočno nebo.

4.6 Delno zasenčene svetilke

Delno zasenčene svetilke so na zgornji strani zasenčene, spodaj pa imajo nameščen izbočen pokrov iz prosojnega materiala (polikarbonat), ki služi za razprševanje svetlobe. Zaradi vpliva UV žarkov in onesnaženja postaja polikarbonat z leti čedalje manj prosojen. Vedno manj svetlobe pade na cilj osvetlitve in čedalje več se je nekontrolirano razpršuje proti nebu. Take svetilke povzročajo tudi bleščanje, ki je posebno ob deževnem vremenu za voznike moteče in celo nevarno. Tako z ekološkega kot tudi s stališča prometne varnosti so manj primerne za javno razsvetljava. V Sloveniji tovrstne svetilke daleč prevladujejo (cca 90% vse populacije svetilk) zato jih smatramo za najpomembnejši vir svetlobnega onesnaženja.

Da bi popolnoma zadostili Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja, moramo uporabiti popolnoma zasenčene svetilke, kar pa je lahko problematično.

Za lokalne ceste (Krajevne skupnosti) se sedaj uporabljajo svetilke z varčno žarnico, največkrat Dulux L 36W-830, kar pomeni na sklop približno 50W energije. Ker je ta žarnica v Tube obliki, mora imeti dno svetilke fazetirano in neravno zaradi reflektorskega efekta (če bi imela ravno dno, bi bila svetilnost bistveno manjša). V poštev pridejo tako popolnoma osenčene svetilke s 70W visokotlačno Natrijevo žarnico, pri razsvetljavi prometnic pa z najmanj 150W visokotlačno Natrijevo žarnico, vendar je takšnih sedaj izredno malo, v glavnem so z 250 in 350W živosrebrnimi žarnicami.

Kakšna bi bila optimalna rešitev za javno razsvetljava, ki bi popolnoma ustrezala Uredbi? V popolnem skladu z Uredbo je razsvetljava z LED izvedbo, ki ima poleg bistvenih prednosti glede sevanja svetlobe (0 stopinj nad vodoravnico), povsem brez nevarnega in motečega refleksnega odboja svetlobe (bleščanja), popolnoma brez motečega utripanja (takojšen vklop) tudi ogromne energetske in vzdrževalne prihranke.

4.7 Bistvene prednosti LED cestne razsvetljave

Prihranek energije napram živosrebrnim in natrijevim reflektorjem je 50 do 80%

Življenska doba LED reflektorjev je pri 10 urnem dnevnem delovanju več kot 13 let, kar je 5 do 10 krat dlje kot pri živosrebrnih ali natrijevih reflektorjih. Kontroliran usmerjen snop

svetlobe, ki poskrbi za enakomerno osvetljenost cestne površine. Oblika leče poskrbi, da ne prihaja do odboja motečega in nekoristnega odboja svetlobe. Reflektor je sestavljen iz več radiatorskih modulov z led diodami (do 6 modulov). Če pride do izpada enega modula , ostali nemoteno delujejo dalje, tako da površina cestišča ostane še naprej razsvetljena Zaradi občutno manjše teže reflektorja ne potrebujemo močnih (težjih) nosilcev (kandelabrov), s čimer precej privarčujemo.

Ni reverzne – odbojne svetlobe, kar omogoča varno vožnjo in ustreza evropski uredbi o javni razsvetljavi

Neposredno na moduli ni visoke (230V) napetosti, kar omogoča varno zamenjavo modulov.

Led diode se ne segrevajo, tako sledijo smernicam o zmanjševanju segrevanja ozračja

Led reflektorji zasvetijo brez zakasnitve

Pri LED reflektorjih ni prisotno utripanje

LED tehnologija ne oddaja UV in IR sevanja

V LED reflektorjih ni svinca, živega srebra, ni prisotnih nobenih okolju škodljivih snovi

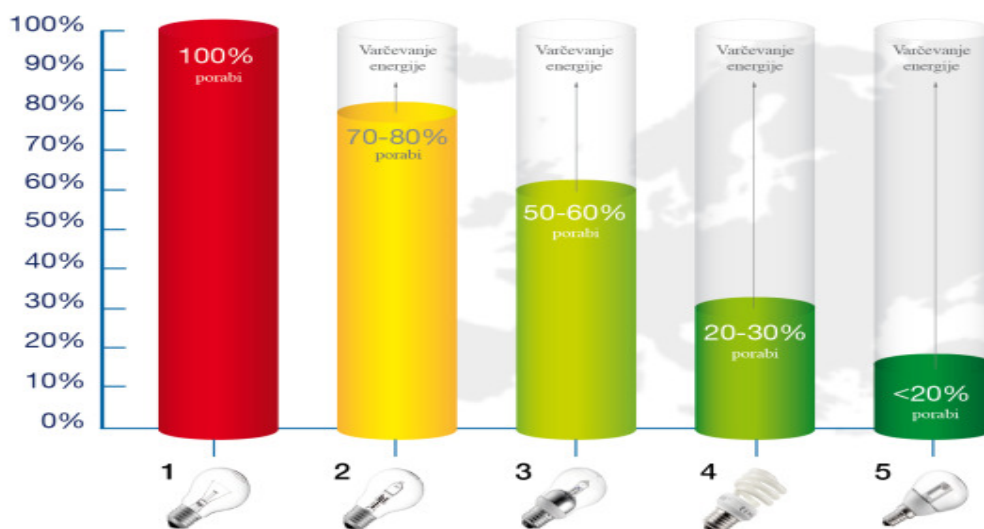
Z LED razsvetljavo torej lahko dosežemo vse pogoje.

4.8 Zamenjava navadne žarnice z LED svetlobnimi diodami

Navadne žarnice z žarilnimi nitkami so na udaru novejših, LED-svetil, ki obljublajo manjšo porabo in veliko daljšo življenjsko dobo. Nekatera podjetja, kot sta Phillips in Osram, so v zadnjem času predstavila novitete, ki omogočajo klasično montažo in zelo dobro hlajenje LED-svetlobnih diod. Kako pravzaprav delujejo LED-svetila? Vanje so vgrajene LED-diode, ki sijajo s pomočjo luminiscence. Luminscenca je oddajanje svetlobe z gorenjem nekega objekta pri nizki temperaturi. Zato so LED-diode ponavadi majhne in oddajajo hladno svetlobo. LED-sijalke (žarnice) imajo ponavadi 10 ali več diod, združenih v enotno svetlobno telo. Razlika med LED-lučjo in klasično lučjo je prav temperatura, pri kateri izgoreva svetlobno telo znotraj žarnice, saj je pri klasičnih žarnicah temperatura gorenja zelo visoka, zato je svetloba topla. Pri LED-sijalkah je svetloba hladnejša in se pri nizkih temperaturah izgorevanja svetlobnega telesa bliža odtenkom modre barve. Klasične 60-vatne žarnice ponavadi trajajo okrog 1000 ur, kar zadostuje za kakšno leto ali dve. LED-žarnice pa to dobo

povečajo za kar 25-krat! Najnovejši izdelek z imenom Endura nizozemskega proizvajalca Phillips ima življenjsko dobo 25.000 ur in pri 12 vatih nazivne moči uspe proizvesti več kot 800 lumnov, kar je enako ali v nekaterih primerih več, kot proizvede 60-vatna klasična

Varčevanje energije proti porabi energije



- 1: Navadne žarnice
- 2: Izboljšane žarnice (energijski razred C, halogenska žarnica, polnjena s ksenonom)
- 3: Izboljšane žarnice (energijski razred B, halogenska žarnica z infrardečim premazom)
- 4: Fluorescenčne sijalke z vznožkom (CFL)
- 5: Svetleče diode (LED)

žarnica.

slika 13:Primerjava svetil

(<http://montazne-hise-on.net/energijsko-varcne-zarnice.html>)

5 Kako še lahko privarčujemo?

Koliko energije lahko prihranimo, če zamenjamo navadno žarnico z žarilno nitko, ki ima moč 60W z LED sijalko ki imaja enako svetilnost kot žarnica?

Najbolj pogoste LED sijalke na tržišču imajo moč 3 W, ki pa imajo svetilnost 25W halogenske žarnice. Poraba energije je tako okoli 8 x manjša. Da pa odgovorim na vaše

vprašanje, za zamenjavo takšne žarnice, ki ima moč 60 W, bi potrebovali okoli dve do tri diode, ki bi morale biti vgrajene v ustrezno ležišče. Je pa že sedaj moč kupiti ustrezne žarnice, ki imajo vgrajene LED sijalke in se jih lahko vgradi na mesto navadnih žarnic.

5.1 Zakaj imajo LED sijalke tako nizko porabo energije?

Leča se ogreje na približno 25 stopinj celzija, hladilno telo (ohišje žarnice) pa na okoli 50 stopinj Celzija, kar je bistveno manj kot žarnice z žarilno nitko, katere kar 95 odstotkov energije pretvorijo v toploto, le 5 odstotkov pa svetlobo.

Kako pa je z udobjem, uporabe takšnih svetil, kot vemo LED sijalke delujejo v drugih spektrih svetlobe kot žarnice z žarilno nitko?

Pri klasični sijalki na žarilno nitko je spekter svetlobe močno premaknjen proti rdeči barvi, zato te sijalke svetijo bolj rumeno. Večji del dovedene energije se porabi za toploto (infrardeča barva), zato se tudi močno segrevajo in sevajo toploto.

Barvni spekter LED-diod je še najbolj podoben spektru sončne svetlobe z rahlo poudarjeno modro komponento. LED-sijalke ne sevajo toplote, prav tako ne sevajo v UV-spektru. Za lažjo primerjavo svetlobe je bil leta 1950 predlagan indeks CRI (Color Rendering Index), ki se nanaša na reprodukcijo barve svetlobnega vira v primerjavi s sončno svetlobo. Po takratni definiciji ima žarnica z žarilno nitko CRI 100, LED-svetilka za notranjo uporabo naj bi torej imela barvo okrog tri tisoč stopinj Kelvina in CRI, ki je večji od 80.



slika 14:Modra led dioda

(http://www.najdi.si/najdi_slike.jsp?q=led+dioda&o=40&maxHitsPerGroup=2147483647)

6 ZAKLJUČEK

Skozi celotno projektno nalogo smo spoznala, da je razsvetljevanje z LED diodami, tehnologija prihodnosti, ki se konstantno razvija in nudi permanenten napredek na področju jakosti svetlobe, kot tudi čedalje manjše porabe električne energije. Hkrati tehnologija omogoča neomejene možnosti uporabe. LED svetila so cenovno konkurenčna, imajo dolgo življenjsko dobo in nizko porabo električne energije. Uporaba LED tehnologije v svetlobni tehniki se povečuje iz leta v leto.

Z izdelavo te projektne naloge smo utrdila oz. nadgradila najino znanje iz področja razsvetljave (razsvetljevanje prostorov, zgradb, ulic, itd...), ki nama bo služilo za nadaljnje šolanje.

7 Viri

Spletne strani:

<http://www.erco.si/index.php/izdelki/led-razsvetljava>

http://sl.wikipedia.org/wiki/Svetle%C4%8Da_dioda

<http://www.ekof.si/led-diode.html>

<http://www.drm.si/>

<http://mojdom.dnevnik.si/sl/Ideje+za+dom/1318/LED-svetila+za+druga%C4%8Den+na%C4%8Din+osvetljevanja+prostorov>

<http://www.adut.si/dom-in-oprema/7-svetila/352-led-svetila>

<http://www.led-sm.com/>