

Nobelova nagrada za fiziku 2014.

Efikasne plavosvjetleće diode

|| N. Bolf*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Savska cesta 16/5A
10 000 Zagreb



Nobelovom nagradom nagrađena su tri fizičara zbog revolucioniranja načina na koji je naš svijet osvijetljen. Radi se o Japancima *Isamuu Akasakiu* i *Hiroshiu Amanou* te američkom Japancu *Shujiu Nakamuri* sa Sveučilišta u Kaliforniji za izum "učinkovitih svjetlećih dioda koje emitiraju plavo svjetlo" koje su osnova energetski štednih izvora bijele svjetlosti. Tri znanstvenika podijelila su nagradu od 8 milijuna švedskih kruna (približno 6,6 milijuna kuna) koja je dodijeljena u Stockholmu 10. prosinca 2014.

Ova tri znanstvenika radila su početkom 1990-ih odvojeno, ali i zajedno da bi pronašli način kako proizvesti zraku plave svjetlosti iz poluvodiča. "Prethodno su znanstvenici proizveli crvene i zelene diode, ali bez plavih dioda nije se moglo ostvariti bijelo svjetlo", priopćila je Švedska kraljevska akademija znanosti i nastavila: "Uspjeli su u onome u čemu ostali nisu".

Njihov rad pokrenuo je potpuno novu industriju. Članovi povjerenstva koji su izabrali Nobelovce tvrde da su diode koje emitiraju svjetlo (engl. *light-emitting diode* ili LED) izvor rasvjete XXI. stoljeća, isto kao što je žarulja sa žarnom niti osvijetlila XX. stoljeće. Stoga nagradu za 2014., koja je ponekog i iznenadila, treba gledati kao nagradu za izum, prije nego za otkriće/pronalazak. Ako bismo definirali uže područje, možemo je smatrati nagradom za

fiziku i kemiju materijala, odnosno optoelektroniku. Dioda koje emitiraju svjetlo već su sveprisutne – u našim džepovima i torbicama, u pametnim telefonima, televizorima, laserima i optičkim uređajima za pohranu podataka.¹

Kao što znamo, klasične žarulje rabe električnu struju za proizvodnju topline u žarnoj niti koja emitira relativno malu količinu svjetlosti (djelotvornost oko 2 – 3 %), dok su fluorescentna svjetla, koja koriste plin, puno efikasnija i dugotrajnija. Četvrtina ukupne svjetske potrošnje električne energije odlazi na proizvodnju svjetlosti. Tako se, primjerice, u Hrvatskoj od ukupne godišnje potrošnje od oko 12,6 G kWh za rasvjetu troši otprilike 3 milijarde kuna.² Uz istu potrošnju energije LED-svjetiljke proizvode 3 – 4 puta više svjetla od fluorescentne svjetiljke i gotovo 20 puta više svjetla od žarulja sa žarnom niti. Vijek trajanja LED-svjetiljke približno je 10 puta dulji od fluorescentne cijevi i 25 puta dulji od klasične žarulje.

Nagrađeni rad posljednji je korak u evoluciji koju je započeo *Thomas Edison* u prvom svjetskom industrijskom laboratoriju u Menlo Parku u New Jerseyju krajem XIX. stoljeća, u kojoj je sudjelovao i naš znanstvenik *Franjo Hanaman* (1878. – 1941.) izumom volframove žarne niti 1903. godine, koja je povećala efikasnost s obzirom na do tada korištenu ugljenu nit.

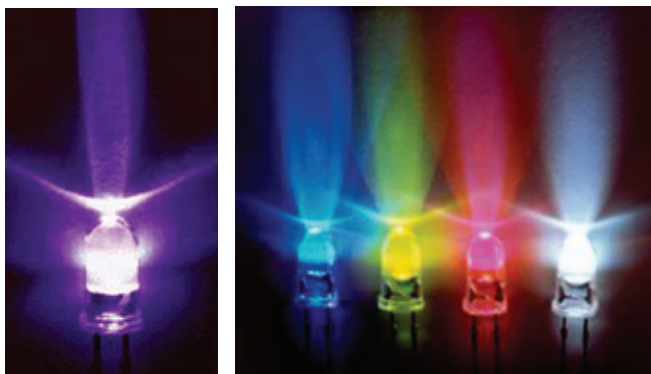
Svjetlosni tok (luminous flux)/ lumen	220+	400+	700+	900+	1300+
Halogen	18 W	28 W	42 W	53 W	70 W
LED	4 W	6 W	10 W	24 W	18 W
CFL	6 W	9 W	12 W	15 W	20 W
Standard	25 W	40 W	60 W	75 W	100 W

Slika 1 – Efikasnost izvora rasvjete³

* Izv. prof. dr. sc. Nenad Bolf
e-pošta: bolf@fkit.hr

Diode koje nisu veće od zrna pijeska čine sendvič od poluvodičkih materijala. Kada se narine električno polje, negativni i pozitivni naboji sreću se u srednjem sloju i proizvode fotone svjetlosti. Boja proizvedene svjetlosti ovisi o vrsti poluvodiča. Nick Holonyak Jr. sa Sveučilišta u Illinoisu, koji je izumio prvu crvenu LED-diodu 1962. godine, nazvao je LED-rasvjetu "konačnim svjetlom" jer "sama je struja, zapravo, svjetlo".⁴

Crvene i zelene diode upotrebljavaju se već dugo vremena, ali nitko nije znao kako dobiti plavu, koja pomiješana s drugim bojama tvori bijelo svjetlo. To je mjesto gdje su novi laureati, radeći nezavisno, ostvarili prodor. Ključ je bio rast kristala galijeva nitrida visoke kvalitete, poluvodiča izvanrednih karakteristika, koji proizvodi plavo svjetlo. Osnovni problemi koji su trebali biti riješeni u razvoju bili su odabir supstrata (podloge), visoki tlakovi, problemi s polarizacijom i dopiranjem. Unatoč svim problemima uspjelo se doći do galijeva nitrida kao efikasne svjetleće diode koja je u osnovi svijetloljubičasta, a dodatkom fosfora ostvaruju se bijela, crvena, žuta, plava ili bijela boja. Primjena ovih nitrida proširila se na tranzistore snage, radiotelefoniju, radare, mjerenje UV-zračenja, sterilizaciju vode, a najvažnija primjena je svakako za rasvjetu kao što su npr. zasloni mobitela, pozadinsko zračenje na LCD-ekranima i sl.



Slika 2 – Svjetleća dioda galijeva nitrida

Budućnost ovog izuma više je nego obećavajuća: "LED-rasvjeta će najvjerojatnije povećati kvalitetu života više od 1,5 milijardi ljudi diljem svijeta koji nemaju pristup električnoj mreži", rečeno je iz Nobelovog komiteta. "Smanjit će potrošnju energije, a napajat će se putem lokalno proizvedene solarne energije."

Zaključno, LED-rasvjeta je najdjelotvorniji način pretvaranja električne struje u svjetlo. Jedna od bitnih stvari koju će donijeti u naše živote – donijet će decentralizaciju rasvjete. Umjesto sadašnjeg jednog rasvjetnog tijela imat ćemo ih desetine. Izvori svjetlosti bit će postavljeni strateški. Zaboravimo uličnu rasvjetu na koju



Dr. Isamu Akasaki (1929. –) prvi je pokušao uzgojiti kristale kasnih 1960-ih kao mladi znanstveni suradnik na istraživačkom institutu Matsushita u Tokiju. To mu nije uspijevalo sve do 1986. kad su on i njegov tadašnji doktorand Hiroshi Amano (1960. –) uspjeli uzgojiti visokokvalitetne kristale na sloju safira presvučenog aluminijskim nitridom shvativši da su njihova svojstva poboljšana. Dr. Akasaki danas još uvijek radi u institutu koji nosi njegovo ime, a koji je financiran sredstvima koje je Nagoya University dobio prodajom patentnih prava.



Dr. Shuji Nakamura (1954. –), inženjer elektronike, 1979. zapošljava se u tvrtki Nichia Chemicals, koja proizvodi fosfor za fluorescentne cijevi. Radi desetak godina na LED-diodama bez komercijalnog uspjeha. 1989. uspijeva zainteresirati vlasnika tvrtke za ova istraživanja, odlazi u SAD naučiti zanat, vraća se u Japan i 1993. ostvaruje uspjeh kad na tržište dolazi plava LED-rasvjeta. Godine 2006. dobiva Millennium Technology Prize za izum prvog djelotvornog lasera plave boje, koji se kasnije koristio u Blu-ray-uređajima. Dr. Nakamura napustio je Nichia 1999. godine. Dvije godine kasnije, unatoč poznatoj japanskoj tradiciji vjernosti kompaniji, tužio je tvrtku za 20 milijardi ¥ (193 milijuna \$ u to vrijeme) zatraživši prava za svoj izum. Naime, tvrtka Nichia dala mu je nagradu od oko 20 000 ¥ (oko 200 \$) za doprinos tvrtki. Sud mu je dodijelio puni iznos, no tvrtka se žalila. Godine 2005. nagodili su se za isplatu 843 000 000 yena ili oko 8,1 milijun dolara. Danas radi na University of California u Santa Barbari.

smo navikli s nizom stupova u ulici koji svijetle i rasipaju energiju tijekom cijele noći. Zašto ne bi bilo na stotine rasvjetnih mjesta strateški postavljenih na inteligentan i štedljiv način s regulacijom intenziteta i lokalnim napajanjem? Naravno, uz oprez (sjetimo se Nobelova izuma) i potrebu za daljnjim razvojem, jer u javnoj rasvjeti ova tehnologija, ako se ne primjeni na prikladan način može postati i ubojica kukaca, šišmiša, starijih vozača tijekom mokrih i maglovitih uvjeta na cesti.⁵

Literatura

1. http://www.nytimes.com/2014/10/08/science/isamu-akasaki-hiroshi-amano-and-shuji-nakamura-awarded-the-nobel-prize-in-physics.html?smid=tw-bna&_r=3 (8. 10. 2014.).
2. Hrvatski radio, HR 3, *Eppur si muove – znanstveni razgovori*, Predavanje Nobel na IRB-u – Branko Šantić (emitirano 17. 11. 2014.).
3. <http://www.which.co.uk/energy/energy-saving-products/guides/how-to-buy-led-cfl-and-halogen-bulbs/five-tips-for-choosing-the-right-light-bulb/> (17. 11. 2014.).
4. <http://www.gelighting.com/LightingWeb/emea/news-and-media/press-room/press-releases/2012/holonyak.jsp> (10. 10. 2014.).
5. Hrvatski radio, HR 2, *Andromeda – emisija o Svemiru* (emitirano 7. 10. 2014.).