

Valgusdiodid ehk LED (inglise k. **L**ight-**E**mitting **D**iode) on pooljuhtvalgusallikas. Valgusdiodi põhiosaks on legeeritud pooljuhtmaterjal. Valgus eraldub p-n siirdega pooljuhist päri voolu läbi lastes, kui elektronide ja aukude rekombineerumisel eralduvad valguseosakesed ehk footonid. Seda nähtust nimetatakse elektroluminestsentsiks.

Pisut ajaloost.

Elektroluminestsentsi avastas juba 1907 aastal inglise eksperimentaator H.J. Round, 1927 aastal avaldas venelane Oleg Lossev vene, inglise ja saksa teadusajakirjades teate valgusdiodi loomisest, kuid selle praktilise kasutamiseni ta ei jõudnud.

Esimese praktiliselt kasutatava punase kiirgusega valgusdiodi töötas 1962 aastal välja tollal General Electric Company alluvuses töötanud Nick Holonyak jr. Teda peetaksegi „valgusdiodi isaks“. Kuni 1968 aastani ei leidnud valgusdiodid oma kõrge hinna (umbes 200 USA dollarit tükk) tõttu laialdast kasutamist, kuid juba 1970-ndatel langes nende hind masstootmise alates alla 5 USA senti tüki.

Esimesi tööstuslikke valgusdioode kasutati peamiselt indikaatorvalgustitena hõõg- ja neonlampide asemel. Nende heledus oli piisav indikaatoritena kasutamiseks, kuid valgustamiseks nad veel ei kõlvanud.

Esimese suure heledusega sinise diodi töötas välja Shuji Nakamura Nichia Corporation'ist. Sinise valgusdiodi leiutamine viis varsti ka valge valgusdiodi loomiseni 1990-ndatel aastatel.

Valgusdiodi värvus.

Valgusdiodi kiiratud värvus sõltub kasutatud pooljuhtmaterjalist. Nii näiteks kiirgab alumiinium-galliumarseniidist diodid punast valgust, alumiinium-galliumfosfiidist diodid rohelist ja indium-galliumnitriidist diodid sinist valgust. Valge valguse saamiseks on kasutusel peamiselt kaks erinevat meetodit.

Esiteks saab valge valguse segades omavahel kolme eraldi valgusdiodi - punase, roheline ja sinise valguse. Sellist meetodit nimetatakse RGB-süsteemiks. Selle süsteemi eeliseks on parem värviedastus ja võimalus muuta valguse värvust, puuduseks aga kallim hind ning kiirgusvõime järsk langus kõrgematel temperatuuridel.

Teine, rohkem kasutatav meetod põhineb ühte värvi (enamasti sinise) valgusdiodi katmisel luminofooriga, milles osa valgust muutub lühema lainepikkusega valguseks, moodustades nähtavas alas enam-vähem pideva (tõsi küll, mitte eriti ühtlase) spektriga kiirguse. Meetodi eeliseks on tootmise lihtsus ja odavus, puuduseks madalam efektiivsus (vähem valgust tarbitud energia kohta) ja sinise osa üleküllus spektris. Samas saab erinevate luminofooride kasutamisega saavutada erineva värvustemperatuuriga (külm või soe valgus) valgusdioode. Samal meetodil põhineb aga ka nn. COB-LED'i ehitus, kus ühel alusplaadil on suhteliselt lähestikku paigutatud kümneid või isegi sadu LED-kristalle. See tagab parema soojuse ärajuhtimise, mistõttu on võimalik toota suurema valgusvilkuse ja efektiivsusega valgusallikaid.

Valgusdiodi eluiga.

Valgusdiodid on tuntud oma pikaealisuse poolest. Suur hulk 1970ndatel ja 80ndatel toodetud valgusdioode töötavad tänapäevani. Valgusdiodide tööiga ulatub 50 000 kuni isegi 100 000 tunnini. Samas pole valgusdiodi tööiga nii üheselt määratud, kui näiteks hõõglambil. Kui hõõglambi tööiga lõpeb läbipõlemisega järsult, siis valgusdiodi

äkiline läbipõlemine on suhteliselt harv juhus. Muidugi tuleb nüüd kõigil meelde juhus, kus poest koju toodud LED lamp peagi “läbi põles”. Siin aga pole enamasti tegemist valgusdiodi läbipõlemisega, vaid hoopis lambi soklisse mahutatud miniatuurse toiteploki ülesütlemisega. Ka võimsamate LED’ide korral, mida kasutatakse professionaalses valgustehnikas, tuleks jälgida seda, et LED’e vooluga varustav toiteplokk poleks see koht, kus tootja on otsustanud kokku hoida. Tihti reklaamib tootja, et valgustisse on paigaldatud tuntud firma (näiteks Cree, Osram) kvaliteetsed ja pikaealised LED’id, samal ajal on aga toiteallikas kasutatud kõige odavamaid komponente ning on selge, et esimesena ütleb üles just viimane, põletades halvimal juhul läbi ka LED’id.

Õigesti projekteeritud seadmes väheneb valgusdiodi kiirgusvõime tegelikult aja möödudes tasapisi ja on kokkuleppe küsimus, millisest hetkest lugeda tema tööiga lõppenuks. Peamiselt on kasutusel kaks kriteeriumi – L70, ehk aeg, mille möödumisel valgusdiodi kiirgusvõimest on säilinud 70% ja L50 (inglise k. „half-life“, eesti keeles tihti ekslikult tõlgitud ka kui „keskmine tööiga“), ehk aeg, mille möödumisel valgusdiod on kaotanud pool oma kiirgusvõimest. Valgusdiodi tööiga sõltub tugevalt tema kasutamise tingimustest, nagu töövool ja keskkonna temperatuur ja võib väheneda halvasti konstrueeritud toiteallika või jahutusradiaatori korral ja/või kõrgetemperatuurilistes keskkondades kasutamisel kordades

Eksiarvamused LED kohta.

Mõned valgusdiodide kohta levinud väärarvamused:

Esiteks: LED’id on kõige suurema võimsusühiku kohta tekkiva valgushulgaga seadmed. Tegelikult on tavaline nn “säästulamp”, mis küll LED lampide odavnemise ja ka keskkonnakaalutlustel on suuresti tavakasutusest taandunud, selles osas LED lambiga täiesti võrreldav (jäevad LED’idele alla ca 20%), tänavavalgustuses kasutatavad naatrium-gaaslahenduslambid (need kollase valgusega) aga isegi ületavad enamikku tavakasutuses LED’e. Muidugi on LED’id tunginud ka tänavavalgustusse, sest neil on muid eeliseid ja võimalusi kokkuhoiuks, näiteks pikem eluiga ja suunatud valgus (pole vajadust reflektori järele). Lisaks süttivad nad kiiresti ja neid saab lihtsalt “dimmida”, mis lubab luua liikumisanduritega valgustussüsteeme. LED valgusallikaga seade ei koosne mitte ainult valgusdiodist endast, vaid sisaldab ka toiteplokki, mis muundab võrgupinge LED’ile sobivaks. Kehvemate toiteplokkide kasutegur võib olla isegi vaid 85% (parimatel ja kallimatel kuni 99%), mille tõttu toiteplokk võib vähendada kogu seadme kasutegurit kuni 15%. Tuleb ka silmas pidada, et vastupidiselt hõõglampidele ei saa LED lampide valgusviljakust täpselt hinnata nende võimsuse järgi, mistõttu on ka kodukasutuseks mõeldud lampidel tänapäeval tähtsaimaks parameetriks mitte võimsus vattides, vaid valgusvoog lumenites. Põhjuseks on see, et pooljuhtide tootmisprotsess pole nii stabiilne kui hõõglampide tootmisel ja samalt tootmisliinilt tuleb erineva valgusviljakusega LED’e. Tootmisprotsessi käigus neid testitakse, ja jagatakse kvaliteediklassidesse. Need LED’id, mis vastavad standardile, lähevad müüki tootjafirma enda nime alt ja neil on garanteeritud vastavus väljalubatud parameetritele. Need LED’id aga, mis mingile parameetrile ei vasta, müüakse odavalt edasi kolmandatele tootjatele, kes neist odavama klassi valgusteid valmistavad. Nii on isegi sama tehase toodetud sama

võimsusega LED'id erineva valgusviljakusega, rääkimata erinevates tehastes toodetutest. Sealjuures tekib tuntud tootja väljapraagitud LED'e kasutataval tootjatel muidugi kiusatus reklaamida, et ka tema tootes on kasutatud tuntud firma LED'e, kuigi tegelikkuses jääb seadme valgusviljakus väiksemaks. Lisaks tasub valgusseadme ostmisel ka jälgida, mis ühikutes seda iseloomustatakse, kas valgusvooga luumenites või valgustugevusega kandelates. Nimelt, kui seadme poolt kiiratava valguse ruuminurk jääb alla ühe steradiaani (mis vastab umbes 65 kraadisele tasapinnalisele nurgale), on valgustugevus kandelates suurem number kui valgusvoog luumenites (mida väiksem nurk, seda rohkem) ja loomulikult soovib iga tootja näha oma reklaamlehel suuremaid numbreid.

Teiseks: LED'id praktiliselt ei kuumene, nende elektriline kasutegur on ligi 100%. Tegelikult ei ületa LED'i elektriline kasutegur (toiteallikast tarbitud energia ja kiiratud valgusenergia suhe) 50-60% , sedagi uusimate (ja kalleimate) LED'ide korral ehk siis vähemalt pool tarbitud energiast läheb soojuseks. Hõõglambil muidugi eraldub soojust veelgi rohkem, kuid hõõglamp talub kordades suuremaid temperatuure, kui LED. LED'I ja hõõglambi suur erinevus selles osas on aga see, et kui hõõglambil eraldub soojus peamiselt kiirgusena (st avatud paigutuse korral lahkub soojus lambi juurest kiiresti), siis LED-lambil eraldub praktiliselt kogu soojus soojusülekanne teel ja tuleb lambist eemale juhtida. Kodukasutuses olevate alla 10W LED'ide korral pole toatemperatuuril see väga suur probleem, kuid suuremate võimsuste korral tuleb tekkinud soojuse ärajuhtimiseks kasutada suuri radiaatoreid (ehitusprojektoritel näiteks terve korpus) või professionaalse valgustehnika puhul sundventilatsiooni (ventilaator).

Siit jõuame kohe kolmanda eksiarvamuseni: LED valgustid on väga sobilikud sauna valgustuseks. Tegelikult üle 70 kraadises keskkonnas ei tohiks LED'e kasutada – eluiga väheneb drastiliselt. Ehk siis – kui saunas, siis põranda lähedal või pole mõtet oodata pooltki lubatud elueast. Sauna sobib paremini kiudoptika, mille tarbeks on küll samuti saadaval LED'idega valgusallikaid, mille saab aga paigutada jahedamasse kohta.

Neljandaks: LED'ide tööiga on 100 000 tundi ja rohkemgi. Tegelikult lubatakse võimsate LED'ide (1W ja võimsamad) keskmiseks elueaks enamasti kuni 50 000 tundi. Keskmine eluiga on aga aeg, mille möödudes LED'id on kaotanud 30% – 50% oma kiirgusvõimest. Praktikas muidugi enamasti ei õnnestu sellist tööiga saavutada isegi parimate tootjate lampidel/seadmetel, sest reaalsed kasutustingimused erinevad märgatavalt testtingimustest tehases. Nii näiteks viiakse katsed tehastes läbi valgusdiodi siirdetemperatuuril 24°, mida reaalses elus praktiliselt kunagi pole võimalik saavutada. Ka on LED'i tööiga tihti väiksem tundmatute tootjate LED'idel, ning eriti juhtumitel, kus LED valgusallikaga seadme projekteerimisel pole pööratud piisavalt tähelepanu LED'ide jahutusele ja toiteploki stabiilsusele ning pikaelalisusele, mis võib, nagu ka eespool mainitud, vähendada kordades ka tuntud tootja LED'ide eluiga. Lisaks vassivad elueaga ka tootjad ise, näiteks 2017 aastal avaldas USA Energeetikaministerium raporti, millest selgus, et üle poole tootjate väidetest LED toote eluea kohta on ebatäpsed või valesi välja arvutatud.