



Näin vertailet ledivalaisimia 3.0

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO.....	4
2. ENERGIATEHOKAS VALAISTUS JA OHJAUS	5
2.1 VALAISTUKSEN ENERGIATEHOKKUUS.....	5
2.2 VALAISTUKSEN OHJAUS JA HIMMENTÄMINEN.....	6
2.2.1 Valaistuksen himmentäminen.....	6
2.2.2 Ohjausjärjestelmät.....	7
2.2.3 Huollon vaatimukset.....	8
3. IEC-JULKAISUJEN MUKAISET LAATUVAATIMUKSET	9
4. FOTOMETRINEN KOODI	13
5. ELINIKÄMÄÄRITELMÄT.....	17
5.1 YLEISKATSAUS	17
5.2 VÄHITTÄINEN VANHENEMINEN	18
5.3 VIKAANTUMISOSUUS.....	21
5.4 MIKSI KÄYTTÖIKÄ EI AINA OLE RATKAISEVA TEKIJÄ?.....	22
5.5 HUOLTOTARPEEN HUOMIOON OTTAMINEN	24
Liite1 – Leditermejä	25
Liite 2 – Tiivistelmä nykyisistä IEC- ja UL/IES-standardeista.....	26
Liite 3 – Ledivalaisimien suositeltavat vertailuparametrit.....	29

ISBN 978-952-5998-95-5 (pdf)



Teknologiateollisuus

Valaisinvalmistajien toimialaryhmän opas ledien maailmaan:

Näin vertaillet ledivalaisimia 3.0

Oppaan 1. painoksen (julk. 12.9.2013) pohjana on käytetty CELMA:n vastaavaa opasta Apples and Pears, joka on julkaistu syyskuussa 2011.

3. Painoksessa on tarkennettu elinikäkysymyksiä ja päivitetty standardiluettelo.

1. Johdanto

Ledivalonlähteet ovat tuoneet merkittävän muutoksen valaistukseen. Ledit syttyvät heti, niitä on helppo himmentää ja niiden tuottama valo on helppo ohjata sinne, missä valoa tarvitaan. Perinteiseen valaistukseen verrattuna ledit mahdollistavat monipuolisen värien ja dynaamisten efektien käytön sekä aivan uudenlaisen valaistuksen suunnittelun, valaistustilanteet ja valaistusympäristön.

Ledien käyttöikä on pitkä. Niiden avulla voi merkittävästi säästää energiaa ja ylläpito- kuluja, mikä tekee ledivalaistuksesta energia- ja kustannustehokkaan.

Ledivalaistuksen hyödyt toteutuvat parhaiten silloin, kun kohteeseen valitaan siihen soveltuva ledivalaisin. Kasvavilla markkinoilla on paljon tuotteistoa, joka ei kaikilta teknisiltä ja laadullisilta ominaisuuksiltaan täytä vaativimpien valaistuskohdeiden vaatimuksia.

Näin vertailut ledivalaisimia -opas on syntynyt Suomen valaistusalan merkittävimpien toimijoiden yhteistyönä. Opas tarjoaa työkalun ledivalaisimien tekniseen ja laadulliseen vertailuun ja toimii helppona ja nopeana tarkistus- ja muistilistana valaistusta suunnitteleville ja valaistushankintoja tekeville.

Oppaassa esitellään IEC-standardeissa esitetyt yleiset ledivalaisimien laatuvaatimukset. Ledivalaisimien käyttäjän on tärkeä soveltaa samoja standardoituja ja keskenään vertailukelpoisia laatuvaatimuksia arvioidessaan valmistajien esittämiä väittämiä. Ledivalaisimien käyttäjien tulisi aina pyytää IEC-standardien mukaisesti mitattuja ledivalaisimien teknisiä tietoja. Ledivalaisimien ja -moduulien laatuvaatimuksia koskevat standardit julkaistiin vuonna 2014. Näissä standardeissa on esitetty suureiden määrittelmät ja mittausmenetelmät. Suureiden raja-arvot voivat perustua standardeihin, viranomaismääräyksiin tai valmistajan lupaamiin arvoihin.

Tässä uusimmassa versiossa Näin vertailut ledivalaisimia 3.0 on otettu huomioon Lighting European unionin suositus elinikäkysymyksistä (Evaluating performance of LED based luminaires 1/2018). Oppaassa korostetaan hyötyeliniän mediaanin merkitystä valaisinvertailussa. Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee, että markkinoilla käytetään sovittuja parametrejä, vertailtavuuden parantamiseksi valaistusmarkkinoilla.

2. Energiatehokas valaistus ja ohjaus

2.1 Valaistuksen energiatehokkuus

Valaistuksen ensisijainen tehtävä on tuottaa riittävästi hyvälaatuista valoa erilaisten toimintojen suorittamiseen. Energiatehokkaassa valaistuksessa pyritään mahdollisimman alhaiseen energiankulutukseen täyttäen valaistuksen laadulliset vaatimukset.

Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavat sekä valaistusratkaisu (valonlähteet, valaisimet ja valaistuksen toteutustapa) että valaistuksen käyttö (kuva 1.).



Kuva 1. Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä

Lähde: Valaistushankintojen energiatehokkuus, Kauppa- ja teollisuusministeriön (Työ- ja elinkeinoministeriön) suositukset julkisten hankintojen energiatehokkuudesta; valaistusosuuksien päivitys, Taustaraportti, Versio 4.0, Tapio Kallasjoki

Ledien myötä laadukas valaistus ja energiatehokkuus ovat yhdistettävissä. Energiatehokas valaistus ei tarkoita pelkästään valotehokkuutta, vaan se syntyy laadukkaista tuotteista, asiantuntevasta suunnittelusta, ammattimaisesta toteutuksesta sekä asianmukaisesta huollosta ja energiatehokkuutta tukevasta valaistuksen käytöstä.

Tarkista, että

- **valaisin on toteutettu energiatehokkaasti ja se soveltuu asennuskohteeseen.**

Kohteeseen valitaan valotehokas valaisin, jonka valonjako ja optiikka soveltuvat valaistavaan tilaan ja joka mekaanisilta ominaisuuksiltaan vastaa käyttöympäristön vaatimuksia.

- **ohjausratkaisut on mietitty kohteeseen soveltuviksi.**
Kohteessa hyödynnetään mahdollisimman laajasti ohjaustekniikan tarjoamia mahdollisuuksia energiansäästön optimoimiseksi. Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa liiketunnistukseen perustuvaa päälle/pois ohjausta ja kattavimmillaan kokonaisvaltaista valaistuksen ohjausjärjestelmää.
- **valaistus on suunniteltu ja toteutettu huolellisesti ja siitä on laadittu huolto-ohjelma, jota noudatetaan.**
Valaistus suunnitellaan ja toteutetaan ammattimaisesti ja sitä huolletaan ennalta suunnitellun ohjelman mukaisesti.
- **kohteessa mitataan ja seurataan energiankulutusta.**
Käyttötymistä ohjaa tietoisuus valaistuksen energiankulutuksesta ja mahdollisuuksista.

2.2 Valaistuksen ohjaus ja himmentäminen

Ledivalaisinten erinomaiset himmennysominaisuudet antavat mahdollisuudet tilanteen mukaiseen valaistuksen ohjaukseen sekä energiansäästöön valaistusta sammuttamatta. Ledivalaisinten energiatehokkuus paranee himmennettäessä ja valaistusta voidaan sytyttää/sammuttaa vapaasti ilman vikaantumisriskiä. Himmennys voidaan ohjelmoida ohjausjärjestelmän kautta tai ottaa suoraan käyttöön yksittäisille valaisimille. Himmennys on myös mahdollista toteuttaa läsnäolotunnistusta hyväksikäyttäen. Tällöin valot himmenevät, jos valaistavalla alueella ei ole liikettä ja kirkastuvat tunnistimen havaittua liikettä. Liike- tai läsnäolotunnistus osana himmennysohjausta mahdollistaa entistä suuremman energiansäästön.

Ohjausjärjestelmät voidaan jakaa ohjauksen tarpeen mukaisesti kahteen kategoriaan: keskusohjattaviin (valaistusprofiilit ja valaistusryhmät) sekä paikallisesti ja itsenäisesti ohjattaviin (sensoritietojen mukainen älykäs ohjaus). Ohjaustapojen pääasiallinen ero on siinä, voidaanko yksittäistä valaistusyksikköä ohjata erikseen sensorien, kuten liiketunnistimen tai valoanturien, antaman informaation perusteella.

2.2.1 Valaistuksen himmentäminen

Ledivalaisimia voidaan himmentää eri tavoin. Standardisoituja himmennystapoja ovat DALI, painonappihimmennys (SwitchDim, SwitchControl, suorapainikeohjaus), 1-10V ja vaihekulmasäätö. Näiden lisäksi markkinoilla on useita uusia langattomia yritys-kohtaisia ratkaisuja. Näiden yhteensopivuus muiden tuotteiden kanssa tulee aina tarkistaa erikseen.

	Standardoitu	Osoitteellinen	Napaisuus	Kaapeleita	Muutokset	Vaatii ohjelmointia	Virtapiirin pituus
DALI	IEC/EN 62386	64 (+)	Vapaa	1	Ohjelmoimalla	Kyllä	Ei vaikuta säätöön
1-10V	IEC/EN 60929	Ei	Kyllä	Kanavamäärä	Fyysisesti	Ei	Vaikuttaa säätöön
Pulssinleveysmodulaatio [PWM]	IEC/EN 60929	Ei	Vapaa	Kanavamäärä	Fyysisesti	Ei	Vaikuttaa säätöön
Vaihekulmasäätö	Ei	Ei	Vapaa	Kanavamäärä	Fyysisesti	Ei	Vaikuttaa säätöön
Suora painike	Ei	Ei	Vapaa	Kanavamäärä	Fyysisesti	Ei	Vaikuttaa säätöön

Taulukko 1. Erilaisia himmennystapoja

Erityisesti saneerauskohteissa on tärkeää ottaa huomioon valaisinten ja himmenninlaitteiden yhteensopivuus. Standardin mukaisissa himmennystavoissa (DALI ja 1-10V) yhteensopivuus on varmistettu. Muissa himmennystavoissa yhteensopivuus on syytä varmistaa etukäteen.

2.2.2 Ohjausjärjestelmät

Energiansäästövaatimukset, nousevat energiakustannukset, huolto- ja ylläpitotarpeet sekä ihmisten turvallisuustarpeeseen liittyvät vaatimukset asettavat valaistuksen ohjaukselle uusia tehokkuus- ja toiminnallisuusvaatimuksia. Ennen ohjausjärjestelmän saneerausta on syytä selvittää ohjausjärjestelmän hankintakustannusten takaisinmaksuaika huomioiden ohjauksen mahdollistama kustannussäästöpotentiaali (energia- ja huoltokustannukset).

	Sisävalaistus	Ulkovalaistus
Hämäräkytkin		X
Läsnäolotunnistus/liiketunnistus	X	X
Päivänvalotunnistus	X	
Kellokytkin	X	X
Painokytkin	X	X
Valaistustason tunnistus		X
Liikennemäärän tunnistus		X
Sääolosuhteiden tunnistus		X
Edellisten yhdistelmä	X	X

Taulukko 2. Valaistuksen ohjaus- ja säätötapa

2.2.3 Huollon vaatimukset

Valaistuksen ohjausratkaisun suunnittelussa täytyy huomioida myös huollon ja ylläpidon asettamat vaatimukset järjestelmälle.

Tyypillisiä vaatimuksia ovat

- automaattiset hälytykset vikatilanteissa
- mahdollisuus vikatilanteiden analysointiin
- valaistuksen etäohjausmahdollisuus
- erilaiset raportit kuten laatu-, energiankulutus- ja polttoaikaraportit.

Ohjausjärjestelmistä saatava tieto valaistuksen toiminnasta ja kunnosta mahdollistaa kustannustehokkaamman huollon ja auttaa valaisinten takuun seurannassa. Järjestelmän antaessa tietoa valaistusinfrastruktuurista huolto- ja korjaustoimenpiteet nopeutuvat ja turhat huoltokäynnit vähenevät. Osana huoltoa ja ylläpitoa voivat olla myös elinkaarikustannusten seuranta ja huoltokirjanpito.

Älykkään ohjauksen avulla on mahdollista myös vähentää käytettävien valaisinmallien (eri teholuokat) määrää ja tällä helpottaa ylläpidon järjestämistä. Tarpeenmukainen, älykäs ohjaus mahdollistaa säästöjä myös valaistuksen elinkaarikustannuksissa ja etähallittavuus helpottaa valaistuksen valvontaa ja säätämistä. Lisäksi on hyvä muistaa, että valaisinten ohella myös ohjausratkaisut vaativat huoltoa.

3. IEC-standardien mukaiset laatuvaatimukset

International Electrotechnical Commission eli kansainvälisen sähköalan standardointiorganisaatio IEC:n ledimoduuleja ja ledivalaisimia koskevat laatuvaatimukset on esitetty seuraavissa, vuonna 2014 julkaistuissa, standardeissa:

- IEC 62717:2014 / AMD1:2015 / AMD2:2019
LED modules for general lighting – Performance requirements
- IEC 62722-1:2014 Luminaire performance - Part 1: General requirements
- IEC/EN 62722-2-1 Edition 1 (2014-11-25)
Luminaire Performance- Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires.

Ledeihin liittyvät termit ja niiden määritelmät on koottu erilliseen termistandardiin:

- IEC/EN 62504:2014 Edition 1.0 (2014-06-19)
General lighting – Light emitting diode (LED) products and related equipment – Terms and Definitions.

Standardista on suomalainen versio SFS-EN 62504, jossa englanninkieliset termit on suomennettu. Oppaassa on käytetty tämän standardin mukaisia suomennoksia.

Testausmenetelmät on määritelty mahdollisimman pitkälti ledimoduuleja koskevassa standardissa. Tämän lisäksi valaisinstandardi IEC/EN 62722-2-1 sallii IEC/EN 62717-standardin mukaisia moduuleja käytettäessä tietyillä edellytyksillä tiettyjen testien poisjättämisen, jos moduulille löytyy vastaavat moduulistandardin mukaiset testitulokset.

Ledivalaisimen elinikä on useimmissa tapauksissa paljon pidempi kuin käytännön testausaika. Seurauksena on, että valmistajien elinikään liittyviä suoritusarvoja ei voida riittävän luotettavasti testaamalla todentaa. Valmistajan elinikään liittyviä suoritusarvojen (yli 25 % eliniästä, enintään 6 000 tuntiin asti) todentaminen ei sisälly kumpaankaan IEC-standardiin. Jotta valmistajan ilmoittamat elinikään liittyvät suoritusarvot voitaisiin todentaa, testitulokset olisi ekstrapoloitava. Menetelmä mittauservojen projisoimiseksi yli käytännössä rajallisen mittauservojen on harkittavana.

Molemmissa suorituskykyvaatimuksia koskevissa IEC-standardeissa on määritelty tekniset suoritusarvot uudelle tuotteelle (initial values) sekä mittausmenelmät suoritusarvojen mittaamiseksi.

Näin ledimoduuli- ja valaisinvalmistajien ilmoittamat uuden tuotteen tekniset suoritusarvot saadaan keskenään vertailukelpoisiksi. Tämä ei koske elinikään liittyviä suoritusarvoja.

Ledivalaisinstandardin IEC/EN 62722-2-1 mukaan valaisimesta on annettava seuraavat tiedot:

a) Mitoitusottoteho watteina (W)*

Mitoitusottoteho kertoo valaisimen kuluttaman tehon, jossa on mukana liitäntälaitteen teho, jos liitäntälaitte on toimitettu valaisimen mukana.

b) Fotometrinen koodi

Valon tärkeät laatuparametrit ilmaistaan kuusinumeroisen fotometrisen koodin avulla. Koodi ilmaisee värintoistoindeksin, ekvivalentin väriämpötilan, värikoordinaatit ja valovirran pysyvyyden. Fotometrinen koodi on selitetty tarkemmin kohdassa 4.

c) Mitoitusvalovirta luumeneina (lm)*

Valaisimen säteilemän valon määrä luumeneina (lm).

- Perinteisissä (eli muissa kuin ledi-) valaisimissa valovirran nimellisarvon mittaaminen ja ilmoittaminen ei ole kovin yleistä. Arvo lasketaan yleensä kertomalla lampun valovirta valaisimen käyttöhyötysuhteella (LOR-luku).
- Mikäli perinteistä valaisinta ja ledivalaisinta halutaan valoteknisesti vertailla, on suositeltavaa ottaa huomioon tosiasiallinen käyttö, ja verrata valaistus-suunnitelmia toisiinsa.

d) Hyötyeliniän mediaanin mitoitussarvo (h) ja sitä vastaava valovirran pysyvyyskertoimen (x) arvo ($L_x B_{50}$)*

Hyötyeliniän mediaani ($L_x B_{50}$) tarkoittaa aikaa, jolloin 50 % valaisinpopulaation toimivista valaisimista tuottaa vähemmän kuin x % lähtövalovirrasta mitattuna standardin mukaisissa olosuhteissa valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Siten esimerkiksi elinikäilmoitus "50 000 h ($L_{80} B_{50}$)" tarkoittaa, että 50 000 tunnin jälkeen puolet toimivista valaisimista tuottaa vähemmän kuin 80 % lähtövalovirrasta.

vikaantumisosuus (%)

Niiden ledivalaisimien osuus, jotka eivät toimi tai tuota valoa mediaani hyötyeliniän kuluttua.

e) Valovirran pysyvyyskertoimen mitoitussarvo (%)*

Mitattu alkuvalovirta (alkuarvo) normalisoidaan 100 prosenttiin, ja sitä käytetään ledimoduulin eliniän määrittämisen ensimmäisenä arvopisteenä. Valovirran arvo mitataan kun 25 % tai enintään 6 000 käyttötuntia ilmoitetusta eliniästä on kulunut, ja ilmaistaan prosentteina alkuvalovirran arvosta. Arvo määrää valovirran pysyvyyskoodin, joka on selitetty taulukossa 3.

f) Värikoordinaattien alku- ja loppumitotussarvot*

Katso sivu 14.

h) Ekvivalentin väriämpötilan CCT mitoitussarvo kelvineinä (K)*

Valkoista valoa tuottavan ledimoduulin väriämpötila määritetään vertailemalla sen valoa ihanteellisen mustan kappaleen säteilyyn tietyssä lämpötilassa.

Yksikkö on kelvin (K).

i) Värintoistoindeksi (R_a) mitoitussarvo*

Värintoistoindeksi määritellään vertaamalla kahdeksan testiväripinnan värien muuttumista, kun tutkittava valonlähde vaihdetaan vertailuvalonlähteeseen. 2300...5000 K lamppuilla vertailuvalo on Planckin säteilijä eli hehkusäteilijä. Yli 5000 K lamppuja verrataan päivänvalostandardeihin.

j) Suoritusarvoihin liittyvän ympäristön lämpötilan (t_a) mitoitussarvo (°C)*

Valaisimen ympäristön lämpötila, joka vastaa valmistajan ilmoittamia valaisimen suoritusarvoja. Kaikkia suoritusarvoja vastaa sama kiinteä käyttölämpötilan arvo (t_q). Valmistaja voi ilmoittaa suoritusarvot useammalla kuin yhdellä käyttölämpötilan arvolla.

Arvioitaessa eri valmistajien ledivalaisimien suorituskykyä koskevia väittämiä on tärkeää

- käyttää vertailussa standardien mukaan määritellyjä suoritusarvoja
- käyttää mittauksessa standardin mukaisia mittausmenetelmiä
- huomioida ilmoitettujen arvojen lämpötilariippuvuus
- tiedostaa standardien mukaisesti ilmoitettujen arvojen olevan annettu aina ympäristön lämpötilassa $t_a = 25\text{ °C}$ valaisimen jatkuvuustilassa, jos erikseen ei muuta mainita.

Ledivalaisimien valmistajien tulisi julkaista tuotteiden tekniset tiedot IEC standardien vaatimusten mukaisina.

k) Ledivalaisimen valotehokkuuden mitoitusarvo (lm/W)*

Mitattu uuden valaisimen valovirta jaettuna saman ledivalaisinyksilön samanaikaisesti mitatulla ottoteholla. Yksikkö on lumenia/watti.

l) Vanhentamisaika (h), jos ei ole nolla

Esikäyttelyaika (yleensä valaisimen normaali käyttöaika) ennen kuin alkuarvotestit voidaan aloittaa.

* Mitoitusarvo tarkoittaa valmistajan ilmoittamaa arvoa standardinmukaisessa mittauksessa.

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan lähemmin eräitä kompleksisempia suoritusarvoja sekä selitetään, mihin ne liittyvät ja miksi ne ovat tärkeitä.

4. Fotometrinen koodi

Kuusinumeroinen fotometrinen koodi ilmaisee tärkeitä valon laatuparametrejä:

- alkuarvot CRI (Ra) ja CCT (Kelvin)
- värikoordinaattien alku ja loppuarvot
- valovirran pysyvyys (LMF).

Värintoistoindeksi (Ra)

Kohteeseen sopiva ja tarkoituksenmukainen värintoisto on tärkeä vaatimus valonlähdettä valittaessa. Vaikka valonlähteet tuottaisivat saman värivaikutelman, se ei välttämättä tarkoita, että väripinnat näyttäisivät samalta valonlähteiden alla. Kaksi samalta valkoiselta vaikuttavaa valoa saattavat olla erilaisten aallonpituusyhdistelmien tulos. Materiaalin pinta ei välttämättä heijasta kyseessä olevia valon aallonpituuksia samalla tavalla ja värivaikutelma muuttuu valaistuksesta toiseen siirryttäessä. Tällöin materiaali voi näyttää erilaiselta.

CIE kehittää parhaillaan uusia määritelmiä ja mittausmenetelmiä. Nykyinen Ra -mittaus ei vastaa ledien värintoistoa koska, nykyinen Ra mittaus ei kuvaa hyvin ledien värintoistoa. Ledien värintoistoindeksi voi myös muuttua ajan kuluessa.

Alustava Ra-arvojen luokittelu fotometristä koodia varten saadaan noudattamalla seuraavaa asteikkoa:

Koodi	Ra-vaihteluväli	Värintoisto-ominaisuudet
6	57 – 66	huono
7	67 – 76	kohtalainen
8	77 – 86	hyvä
9	87 – 100	erinomainen

Taulukko 1: Värintoiston arvoasteikko

Ekvivalentti väriämpötila (CCT)

Valkoinen valo syntyy eri värien sekoituksesta ja valon ominaisuudet määräytyvät niihin sisältyvien värien mukaan. Runsaasti punaista sisältävä valkoinen näyttää lämpimämmältä. Valkoinen, jossa on iso osa sinistä, näyttää kylmemmältä. Valkoisen valon eri tyypit luokitellaan käyttämällä väriämpötilan käsitettä, joka on ihanteellisen mustan kappaleen säteilemä valo tietyssä lämpötilassa.

Käsitettä voidaan parhaiten kuvata tuttujen lämpösäteilijöiden, kuten hehkulampun hehkulangan tai rautatangon avulla.

Kun edellä mainittuja materiaaleja lämmitetään 1 000 kelviniin, värivaikutelma on punainen. 2000–3 000 kelvinin lämpötilassa ne näyttävät kellertävän valkoiselta, 4 000 kelvinissä neutraalin valkoiselta ja 5 000–7 000 kelvinissä kylmän valkoiselta. Mitä korkeampi väriämpötila on, sitä kylmempi on valkoisen valon luoma vaikutelma.

Muilla kuin hehkusäteilijöillä (hehku- ja halogeenilamput) väriämpötilaa ei voida määrittellä tarkasti, vaan tällöin käytetään käsitettä ekvivalentti väriämpötila. Alustava CCT-arvojen luokittelu fotometristä koodia varten saadaan jakamalla väriämpötilan alkuarvo 100:lla.

Värikoordinaatit ja värierot

Ledeihin liittyy myös toinen valon värisävyyden liittyvä ominaisuus: ledejä ei pystytä valmistamaan niin, että kaikissa valmistuserän ledeissä on tarkasti sama värisävy (samat värikoordinaatit). Jos värikoordinaattien erot ovat pieniä, ei värieroa havaitse silmällä, mutta isot värierot erottuvat helposti. Saman ledityypin eri yksilöiden värikoordinaattien erojen suuruutta kuvataan SDCM-luvulla (MacAdam ellipsi). SDCM-luku/MacAdam ellipsin koko kertoo, kuinka pienen alueen sisälle värikoordinaatissa eri ledyksilöiden väripisteet osuvat. Mitä pienempi SDCM-luku, sitä pienemmät värierot ovat. Väritasaisuudella on merkitystä erityisesti silloin, kun useita valonlähteitä sijaitsee lähellä valkoista seinää. Kun SDCM-luku ≤ 3 , värisävyerot eivät enää ole silmämääräisesti havaittavissa. Väritasaisuus ei myöskään ole vakio, vaan muuttuu ledin eliniän myötä.

Värikoordinaattien alku- ja loppuarvot mitataan. Loppuarvo mitataan, kun nimelliskäyttöiästään on kulunut 25 prosenttia ja korkeintaan 6 000 tuntia.

Fotometrisessä koodissa käytettävä arvo noudattaa seuraavaa asteikkoa:

Tavoiteväriin keskitetyn MacAdamin ellipsin koko	Värvaihteluluokka	
	ALKU	LOPPU
3-portainen	3	3
5-portainen	5	5
7-portainen	7	7
>7-portainen ellipsi	7+	7+

Valovirta

Koska ledivalaisimen käyttöikä on tyypillisesti (hyvin) pitkä, valovirran todellisen, käyttöajan mittaan tapahtuvan alenemisen mittaaminen on aikaa vievää. Esimerkki: L70 tarkoittaa aikaa, jossa ledimoduuli tuottaa yli 70 % valovirran alkuarvosta. Ledin valovirran todellinen käyttäytyminen voi vaihdella huomattavasti tyyppiin ja valmistajan mukaan. Kaikkien ledien valovirran käyttäytymistä ei ole mahdollista ilmaista yksinkertaisilla matemaattisilla kaavoilla. Vaikka valovirta alenisi aluksi nopeasti, se ei automaattisesti tarkoita, että kyseinen ledi ei saavuttaisi ilmoitettua elinikää.

Jotta ilmoitetut eliniät voidaan todentaa, testitulokset on ekstrapoloitava. IEC:ssä harmitaan parhaillaan yleistä menetelmää, jolla mittaustulokset voitaisiin projisoida rajallista testausaikaa pidemmälle. LM-80-standardin mukainen ekstrapolointi kuvataan Yhdysvalloissa IES TM-21 -julkaisussa.

Eliniän todentamisen sijaan IEC on päätenyt esittämään koodit, jotka ilmaisevat valovirran pysyvyyttä tietyssä rajoitetussa mittaussajassa. Koodinumero ei siis tarkoita valovirran pysyvyyttä ilmoitetun eliniän lopulla.

Valovirran arvo mitataan, kun ilmoitetusta eliniästä on kulunut 25 prosenttia ja enintään 6 000 tuntia. Fotometrisessä koodissa käytettävä arvoluokitus on seuraavan valovirran säilymistä kuvaavan luokituksen mukainen:

Valovirran pysyvyys [%]	Koodi
≥90	9
≥80	8
≥70	7

Taulukko 3: Valovirran pysyvyyttä testiajan lopussa kuvaava koodi

Fotometrinen koodin 830/359 rakenne on selvitetty ohessa:

- **Koodi 8 – värintoistoindeksin Ra alkuarvo esim. 84**
- **Koodi 30 – ekvivalentin väriämpötilan alkuarvo 3 000 K**
- **Koodi 3 – värikoordinaattien alkuhajonta 3-portaisessa MacAdamin ellipsissä**
- **Koodi 5 – värikoordinaattien loppuhajonta 5-portaisessa MacAdamin ellipsissä**
- **Koodi 9 – valovirran pysyvyys testiajan lopussa esim. 91 %**

Ledimoduulin fotometrinen koodi on aina ilmoitettava tuotepakkauksessa ja tuote-esitteessä.

5. Elinikämääritelmät

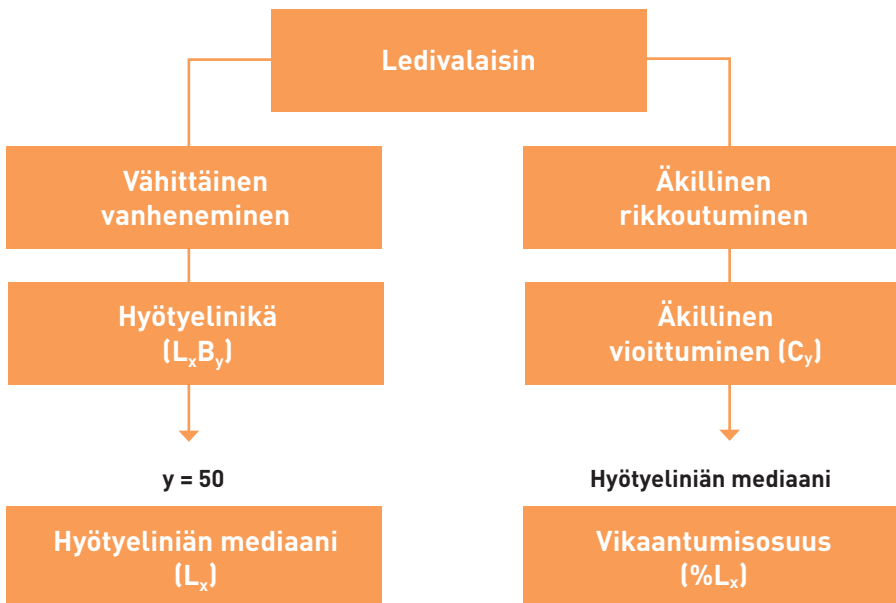
5.1 Yleiskatsaus

Ledipohjaisen valaisimen käyttöikää tarkastellaan kahden arvon, "vähittäisen" ja "äkillisen" heikentymisen perusteella.

Valovirran vähittäinen heikentyminen viittaa valonlähteen valontuoton säilymiseen. Siinä kuvataan, kuinka paljon valaisimien valonlähteen alkuperäisestä valovirrasta on käytettävissä tietyn ajan kuluttua. Valontuoton heikkeneminen voi johtua yksittäisten ledien valontuoton vähenemisestä ja siitä, että yksittäiset ledit eivät valaise ollenkaan.

Huomaus: Tällä hetkellä ei ole käytettävissä standardeja muiden optisten elementtien heikkenemisen arvioimiseksi.

Valovirran äkillinen heikentyminen kuvaa tilannetta, jossa ledivalaisin ei enää valaise ollenkaan, koska valaisin (tai sen kriittinen osa) on lakannut toimimasta.



Kuva 2 – IEC käyttöikästandardi

Sekä vähittäiset että äkilliset valovirran heikentymiset on kuvattu IEC:n käyttöikästandardissa ledivalaisimille. IEC ehdottaa, että käytettäisiin standardiarvoja markkinoille viestittäessä: Hyötyeliniän mediaani ja siihen liittyvä vikaantumisosuus.

Koska ledipohjaisten valaisimien hyötyeliniän mediaani voi olla hyvin pitkä, on tärkeää ymmärtää, että käyttökelpoiset tuotteen käyttöikään liittyvät arvot ovat ennusteita eivätkä tarkkoja mittauksia. Valmistajat eivät voi mitata valaisimen käyttöikää esimerkiksi 50 000 tunnin ajan ennen uusien tuotteiden julkaisemista. Sen sijaan valmistajat käyttävät lyhyempiä arviointikausia ja yleistävät tulokset muodostaakseen ennusteet.

Huomaus: Menetelmät ledivalaisimien nopeutettuun käyttöiän arviointiin eivät tällä hetkellä ole käytettävissä.

IEC-käyttöikämittarin standardit kuvaavat tällä hetkellä ledipohjaisten tuotteiden käyttöikää, mutta eivät sitä, miten käyttöikään liittyvät arvot mitataan ja lasketaan. Tämän seurauksena käyttöiän ennusteet vaihtelevat hurjasti ja vertailun luotettavuus kärsii eri standardien myötä.

Vastuulliset valmistajat laskevat hyötyeliniän mediaani ja siihen liittyvän Vikaantumisosuuden, jotka perustuvat aiempaan suunnittelutietoon ja -kokemukseen, sekä komponentti tason testaukseen ja lämpösuunnitteluun.

Käyttöikä tiedot määritetään tavallisesti yhdessä tietyn käyttölämpötilan (tq), käyttö-tuntien määrän ja niihin liittyvien kytkentäjakojen kanssa.

5.2 Vähittäinen vanheneminen – hyötyelinikä ja hyötyeliniän mediaani



Ledivalaisimien vähittäinen valovirran heikentyminen kuvataan hyötyelinikä -testijoukolla ja ilmaistaan yleisesti muodossa $L_x B_y$. Testijoukkoon kuuluu vain toimivia ledivalaisimia; vialliset tuotteet on eroteltu.

Hyötyelinikä ilmaisee iän, jonka jälkeen tietty prosenttiosuus (y) ledivalaisimista ei täytätä valovirran aleneman vaatimusta (x), koska valaisimet tuottavat vähemmän valoa, vaikka ne silti toimivat.

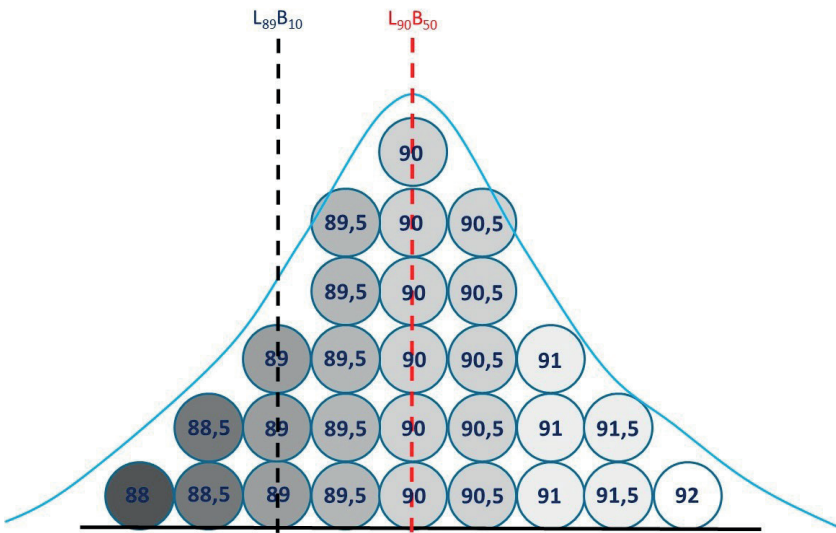
Jotta valmistajien käyttöikä tietoja voitaisiin yksiselitteisesti verrata, IEC esitteli hyötyeliniän mediaani (L_x). Hyötyeliniän mediaani on aika, jolloin 50% (B_{50}) ledivalaisimien testijoukosta on valovirraltaan alentunut. Hyötyeliniän mediaani ilmaistaan yleisesti muodossa L_x eli ilman B_{50} huomautusta.

Esimerkki: Hyötyeliniän mediaani L_{90} ymmärretään ajanjaksona, jonka aikana 50% (B_{50}), samantyyppisten ledivalaisimien testijoukosta on heikentynyt valovirraltaan alle 90 % (L_{90}) alkuperäisestä valovirrasta, mutta ovat edelleen toiminnassa.

Hyötyeliniän mediaanin (B_{50}) lisäksi markkinoilla on ilmeinen tarve B_{10} - tai jopa B_0 -luokitelluille tuotteille. Vaikka B_y on määritelty suorituskykyominaisuus, standardi IEC 62722-2-1 ei sisällä teknisiä selityksiä siitä, miten tätä parametria olisi tarkistettava tai sovellettava.

Myöskään valaistussuunnittelustandardit eivät anna ohjeita siitä, miten B_y parametri tulisi huomioida. Tarvitaan tarkempaa teknistä arviointia siitä, mitä tämä todella tarkoittaa.

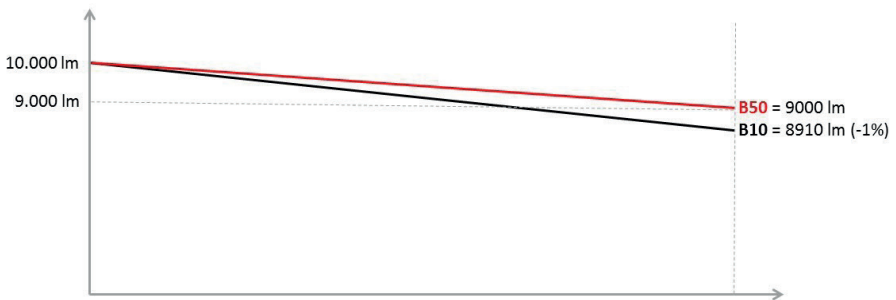
Voidaan olettaa, että tietyn hajautetun tuotejoukon välillä on vaihtelua sekä standardiarvon yläpuolella että alapuolella. Alla olevassa kaaviossa on esimerkki L_{90} -luokan tuotteen normaalijakaumasta, joka kuvaa B_{10} - tai B_{50} -arvon eroa.



Kuva 3 – Esimerkki normaalijakaumasta L_{90} luokan tuotteelle

Eri valmistajien yksityiskohtainen analyysi LightningEurope:n toimesta ledivalaisimien tuotetietojen perusteella osoittaa, että kun ennustetaan jopa 100 000 tunnin käyttöikää, ero valovirran heikkenemisessä B_{10} ja B_{50} arvojen välillä on noin 1 %.

L90 esimerkissä 100 000 tunnissa tämä tarkoittaa, että 10 000 lumenin alkuperäinen valovirta, on 9 000 lumenia B_{50} tapauksessa. Jos sama valaisin on luokiteltu B_{10} , vastaava arvo olisi 8910 lumenia. Kun otetaan huomioon, että sekä ledivalaisimien että perinteisten valonlähteiden suhteen sallitaan tyyppillisesti 10 % vaihtelutoleranssi, tätä käytännön eroa voidaan pitää vähäisenä.



Kuva 4 – Esimerkki ledivalaisimen tuotetietojen analyysistä

Koska B_{10} ja B_{50} ovat niin lähellä toisiaan, heikentymisestä johtuva hajauma on vähäistä ja mediaanin (B_{50}) arvo edustaa riittävällä tarkkuudella lumenarvon heikentymistä ennustetun käyttöiän aikana (tässä esimerkissä 100 000 tuntia). B_{50} mittausprosessi on standardoitu ja laajemmin hyväksytty kuin mikään muu B_y . Siksi valmistajien välisen tarkkuuden ja yhdenvertaisuuden vuoksi minkään muun B_y arvon käyttöä ei voida suositella enempää kuin B_{50} .

Tämä osoittaa, että yleisesti käytetyille L_{70} , L_{80} tai L_{90} arvoille B_y -kerroin ei ole yhtä merkittävä kuin ajatellaan (tai mainostetaan) joidenkin valmistajien ja käyttäjien toimesta. Näin ollen Valaisinvalmistajien toimialaryhmä näkee vain vähän hyötyä B_y arvon jatkuvassa markkinoinnissa merkittävänä tekijänä tuotteiden suorituskykyvertailua tehdessä. Siksi Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee markkinoimaan vain hyötyelinien mediaania, joka ilmaistaan yleensä L_x ilman B_{50} huomautusta.

Tilastollisesti mediaani (B_{50}) arvo edustaa riittävällä tarkkuudella ledivalaisimien vertailujoukon heikkenemiskäyttäytymistä ennustetussa käyttöiässä. Siksi Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee markkinoimaan ja ilmaisemaan vain hyötyeliniän mediaani, joka ilmaistaan yleensä L_x ilman B_{50} huomautusta.

5.3 Vikaantumisosuus



Ledivalaisin kestää yhtä kauan kuin sen lyhytikäisin komponentti. On olemassa useita kriittisiä ledivalaisimien komponentteja (valaisinmekaniikka, optiikka jne.), jotka vaikuttavat järjestelmän luotettavuuteen. IEC:n käyttöiän standardi määrittelee myös äkillistä vikaantumista koskevan ajan, jossa otetaan huomioon ledivalonlähteen ja liitäntälaitteen vikatilat ledivalaisimissa.

Ledivalaisimien vertailujoukon äkillistä vikaantumista tietyn ajanjakson kohdalla kuvataan vikaantumisosuudeksi ja ilmaistaan yleisesti muodossa C_y . Vikaantumisosuus ilmaisee käyttöiän, jonka kuluttua tietty prosenttiosuus (y) ledivalaisimista on äkillisesti vikaantunut.

Esimerkki: Vikaantumisosuus 10 % tarkoittaa, että 10 % alun perin toimivista ledivalaisimista ei tuota valovirtaa hyötyeliniän mediaanin kohdalla.

Nykyiset IEC standardit eivät kuvaile täysin mitä vikatiloja pääkomponenttien osalta sisällytetään vikaantumisosuuden laskelmiin. Koska suurin osa äkillisistä vikaantumista liittyy liitäntälaitteisiin, Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee, että liitäntälaitteen elinikä määritetään ledivalaisimien hyötyeliniän mediaanin mukaisesti.

5.4 Miksi käyttöikä ei ole aina ratkaiseva tekijä?

Käytännössä markkinoilla pyritään ilmoittamaan mahdollisimman suuri hyötyeliniän mediaani $L_{80}B_{50}$ arvo. On kuitenkin hyvä huomauttaa, että ammattimaisessa valaistusratkaisussa vaatimukset riippuvat aina käyttökohteesta. Niinpä mahdollisimman pitkä hyötyeliniän mediaani ei ole aina merkityksellisin valintaperiaate ledivalaisinta valittaessa

Mikä sitten on paras suositeltava arvo ledivalaisimien käyttöiän vertailussa?

1. Määritetään arvo x (valovirran alenema) tällöin vertailtavien valaisimien eliniät tunteina voivat olla erilaisia.
2. Määritetään valaisimien haluttu käyttötuntimäärä, jolloin vertailtavien valaisimien valovirranalenemat voivat olla erilaisia.

Myös vikaantumisosuus tulee huomioida molemmissa tapauksissa.

Tärkeiden selvittämiseksi eri sisä- ja ulkokäyttöön tarkoitettujen sovellusten keskimääräinen asennusikä on laskettu vuotuisten käyttötuntien ja tuotteen käyttökohteessa keskimääräisen kunnostusvälin perusteella.

Tulee huomioida, että nämä arvot eivät välttämättä ole realistisia kaikissa tilanteissa (esimerkiksi jos käytetään automaattista valaistusohjausta tai tilannetta, jossa vaaditaan 24/7 valaistusta).

Sisätilan käyttötarkoitukset	Oletusarvoiset vuotuiset käyttötunnit (EN15193)	Keskimääräinen kunnostusväli	Keskimääräinen asennusikä
	t_0	vuotta	tuntia
Toimistot	2500	20	50.000
Koulutus	2000	25	50.000
Sairaalat	5000	10	50.000
Hotellit	5000	10	50.000
Ravintolat	2500	10	25.000
Urheilu	4000	25	100.000
Vähittäiskauppa	5000	10	50.000
Teollisuus	4000	25	100.000

Taulukko 2 – Mahdollisia esimerkkejä keskimääräisestä asennusiästä erilaisissa sisätilojen käyttösovelluksissa

Sisätilan käyttötarkoitukset	Oletusarvoiset vuotuiset käyttötunnit (EN15193)	Keskimääräinen kunnostusväli	Keskimääräinen asennusikä
	t_0	vuotta	tuntia
Tie ja katu	4000	25	100.000
Tunneli (kynnys ja siirtymäalueet)	4000	12	50.000
Tunneli (sisäalue)	8760	12	100.000
Urheilu (virkistys)	1250	20	25.000
Alue	4000	25	100.000

Taulukko 3 – Mahdollisia esimerkkejä keskimääräisestä asennusiästä eritaisissa ulkotilojen käyttösovelluksissa

Voidaan päätellä, että useimmissa sisävalaistusasennuksissa käytettävien valaisimien riittävä hyötyeliniän mediaani on enintään 50 000 tuntia. Useimmissa ulkosovelluksissa käytettävien valaisimien riittävä hyötyeliniän mediaani on enintään 100 000 tuntia.

Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee, että pelkkä eliniän tuntimäärä ei saisi olla hallitseva valintakriteeri valittaessa ledivalaisimia ammattimaisiin käyttötarkoituksiin. Valaistussuunnittelussa valovirran alenema keskimääräisen asennusiän kohdalla kyseisessä käyttötarkoituksessa on huomattavasti olennaisempaa ja voi tukea energian säästöä vähentämällä ylimitoitusta

Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee, että ei käytetä 100 000 tuntia ylittäviä elinikiä, ellei sitä selvästi edellytetä erityisissä valaistussovelluksissa ja varmenneta asianmukaisilla testeillä.

Jotta samoihin standardeihin perustuva vertailu on mahdollista, Valaisinvalmistajien toimialaryhmä suosittelee, että hyötyeliniän mediaanin arvoina käytetään 35 000, 50 000, 75 000 tai 100 000 tuntia

5.5 Huoltotarpeen huomioon ottaminen eri käyttötarkoituksissa

Valaistusteknisissä laskennoissa käytetään huoltokerrointa, jotta keskimääräinen valaistusvoimakkuus ei alittaisi valaistusteknisiä vaatimuksia ennen huoltoa.

Huoltokerroin määräytyy valituista valaisimista ja asennusympäristöstä. Valaistustason tulee säilyä valaistuksen koko elinkaaren ajan, ottaen huomioon suunnitellut kunnossapitotoimenpiteet.

Valaistuslaskelmissa käytettävä huoltokerroin on valaisimen valovirran pysyvyyserkertoimen (L-arvo), valaisimen likaantumiskertoimen ja huonepintojen likaantumiskertoimen tulo.

Jos käytetään huoltokertoimena pelkästään valaisimen valovirran pysyvyyttä, esimerkiksi L80 50000h, valaistuslaskelman tulos vastaa asennushetkeä, ei valaistustilannetta elinkaaren lopussa.

Kun huomioidaan asennuksen koko elinkaari CIE:n teknisen ohjeen (*) mukaan, likaantumiskertoimet on huomioitava. Esimerkki toimistoympäristössä: valaisimen likaantumiskerroin 0,94 ja huonepintojen likaantumiskerroin 0,93. Tällöin kokonaishuoltokerroin on $0,8 \times 0,94 \times 0,93 = 0,7$.

Vakiovalovirtaominaisuudella (CLO) valaisimen valovirran pysyvyyserroin on 1.

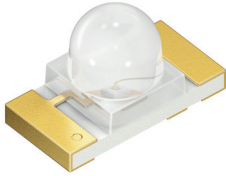
Ulkovalaistuksessa huoltokerroin muodostetaan valovirran pysyvyyserkertoimella ja valaisimen likaantumiskertoimella.

(*) Uusi tekninen raportti ISO/CIE TS 22012:2019 Light and lighting - Maintenance factor determination - Way of working sisältää määritelmät sisä- ja ulkovalaistuksen alenemakertoimien laskemiseksi. Lisäohjeita huoltotarpeiden määrittämiseksi löytyy CIE:n dokumenteista CIE 154:2003 ja CIE 97:2005, joita päivitetään parhaillaan.

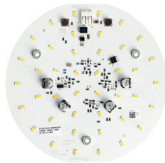
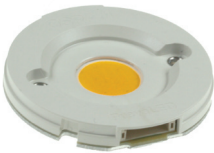
LIITE 1 LEDITERMINOLOGIAA

Tässä oppaassa käytetään seuraavaa kolmea termiä:

Ledi = komponentti, joka voidaan juottaa piirilevyyn.



Ledimoduuli = ledi(t) yhdistettynä mahdollisiin mekaanisiin ja optisiin komponentteihin.



Ledivalaisin = järjestelmä, joka koostuu led(e)istä tai ledimoduul(e)ista sekä niihin liittyvästä elektroniikasta, materiaaleista, kotelosta, johdoista, liittimistä, tiivisteistä yms.



LIITE 2 – TIIVISTELMÄ NYKYISISTÄ IEC- JA UL/IES-STANDARDEISTA

Taulukossa on lueteltu tärkeimmät ledeihin liittyvät turvallisuutta ja suorituskykyä koskevat IEC-standardit, mukaan lukien valmisteilla olevat.

Lediohjauslaitteet	SFS-EN 61347-1:en (2015-08-10) SFS-EN 61347-2-13:en (2014-12-15)	SFS-EN 62384:en (2007-01-22) SFS-EN 62384/A1:en (2010-02-15)
Ledilamput	SFS-EN 62560:en (2013-03-04) + A1 (2015-09-14) SFS-EN 62776:en (2015-08-10) SFS-EN 62931:2017:en SFS-EN 62838:en (2016-01-29)	SFS-EN 62612:en (2013-10-28)
Ledimoduulit	SFS-EN 62031:en (2009-02-16) SFS-EN 62031/A1:en (2013-05-06) SFS-EN 62031/A2:en (2015-04-27)	SFS-EN 62717:2017:en SFS-EN 62717:2017/A2:2019:en
Ledivalaisimet	SFS-EN 60598-1 (2015-10-05) SFS-EN 60598- 1:2015/A1:2018:en	SFS-EN 62722-2-1:en (2016-05-13)
Leditermit ja	SFS-EN 62504 (2015-12-23) IEC/TS 62972 ed1.0 (2016-07)	

Taulukko A1: Ledeihin liittyvät SFS-EN ja IEC-standardit

Muita huomionarvoisia standardeja:

Tuotetyyppi	Turvallisuusstandardi	Suorituskykystandardi
Ledit	-	IES LM-80-08 ja IES TM-21-11
Lediohjauslaitteet	UL 1012 (UL Class 1) ja UL 1310 (UL Class 2)	
Ledilamput	UL 8750	
Ledimoduulit	UL 8750	
Ledivalaisimet	UL 8750	IES LM-79-08
Ledituotteet	ANSI / IESNA RP-16-10 Nomenclature and Definitions for Illuminating	

Taulukko A2: Ledejä koskevat UL- ja IES-standardit

IES LM-79-08. Approved Method: Electrical and Photometric Measurements of Solid- State Lighting Products – Illuminating Engineering Society of North America, 2008.

Standardissa LM-79 määrätään valvotuissa olosuhteissa suoritettavista yhdenmu-
kaisista testausmenetelmistä, joilla mitataan tuotantotarkoituksessa valmistettujen
ledivalaisimien fotometristä ja kolorimetristä suorituskykyä sekä sähkötehoa. Tes-
tausmenetelmiä voidaan käyttää LED-valaisimen alkuperäisten sähköteknisten ja fo-
tometristen arvojen mittauksessa.

IES LM-80-08. Approved Method: Measuring Lumen Maintenance of LED-Light Sources – Illuminating Engineering Society of North America, 2008.

Standardi LM-80 käsittelee ledivalonlähteiden (ledi ja moduuli) valovirran pysyvyyttä.
LM-80 käsittää todellisen mittauksen ensimmäisen 6 000 tunnin ajalta sekä eliniän
loppuun ulottuvan ekstrapoloinnin. Monet valaisinvalmistajat muuntavat LED-va-
lonlähteen säilyvyyskäyrän suoraan ledivalaisimen valovirran säilyvyyskäyräksi TM-
21-julkaisussa esitettyjen suositusten mukaisesti.

https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/ledit

Toimintaan liittyy kaksi eri ongelmaa:

- julkaisussa ei oteta huomioon yksittäisten ledien äkillistä tai muuta vikaantumista, joka vaikuttaa ledipopulaation valotehon alenemiseen ledivalaisimessa
- yksittäisen ledin valovirran alenemiskäyrän muuntamiseen ledivalaisimen valovirran alenemiskäyräksi ei ole olemassa validoitua tapaa.

IES TM-21-11. Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Packages

– Illuminating Engineering Society of North America, 2011.

Julkaisussa TM-21 annetaan suosituksia ledikotelojen pitkäaikaisen valovirran projisoimiseen käyttämällä IES LM-80-08 -standardin mukaisessa testauksessa saatuja tietoja.

LIITE 3 - LEDIVALAISIMIEN SUOSITELTAVAT VERTAILUPARAMETRIT

Teknologisteollisuuden valaisinvalmistajien toimialaryhmän yritysten suositus ledivalaisimien tuotetiedoissa esille tuotavista tiedoista vertailtavuuden helpottamiseksi.

LEDIVALAISIMIEN SUOSITELTAVAT VERTAILUPARAMETRIT

Ilmoitettava aina	Valaisimen teho (W)
	Valaisimen valovirta (lm)
	Valaisimen valotehokkuus (lm/W)
	Valaisimen valovirran alenemaa kuvaava elinikä - L _x -luku (ks tarkemmin kohta 5.2) Valaisimen vikaantumista kuvaava elinikä - C _y -luku (ks. tarkemmin kohta 5.3)
	Väriämpötila (tyypillinen), CCT (K)
	Värintoistoindeksi (R _a)
	Valaisimen ympäristön lämpötila t _a ja t _a (min/max)
	Valonjakotiedostojen saatavuus

t_a oletus 25°C ellei erikseen muuta ilmoitettu

Hyödyllinen tieto	Valaisimen tehokerroin (IEC 1000-3)
	Himmennettävyys/ohjaustapa
	Kotelointiluokka (IPXX)
	Suojausluokka (I,II,III)
	Tieto komponenttien vaihdettavuudesta



Teknologiateollisuus

Valaisinvalmistajien toimialaryhmä

- Airam Electric Oy
- C2 Smartlight Oy
- Easy LED Oy
- Ensto Finland Oy
- Greenled Oy
- Greenlux Finland Oy
- Helvar Oy
- I-Valo Oy
- Purso Oy
- Signify Finland Oy
- Stera Technologies Oy
- Teknoware Oy
- Tepcomp Oy

Opas on luettavissa myös Valaisinvalmistajien toimialaryhmän nettisivulla
www.teknologiateollisuus.fi (13.12.2019)