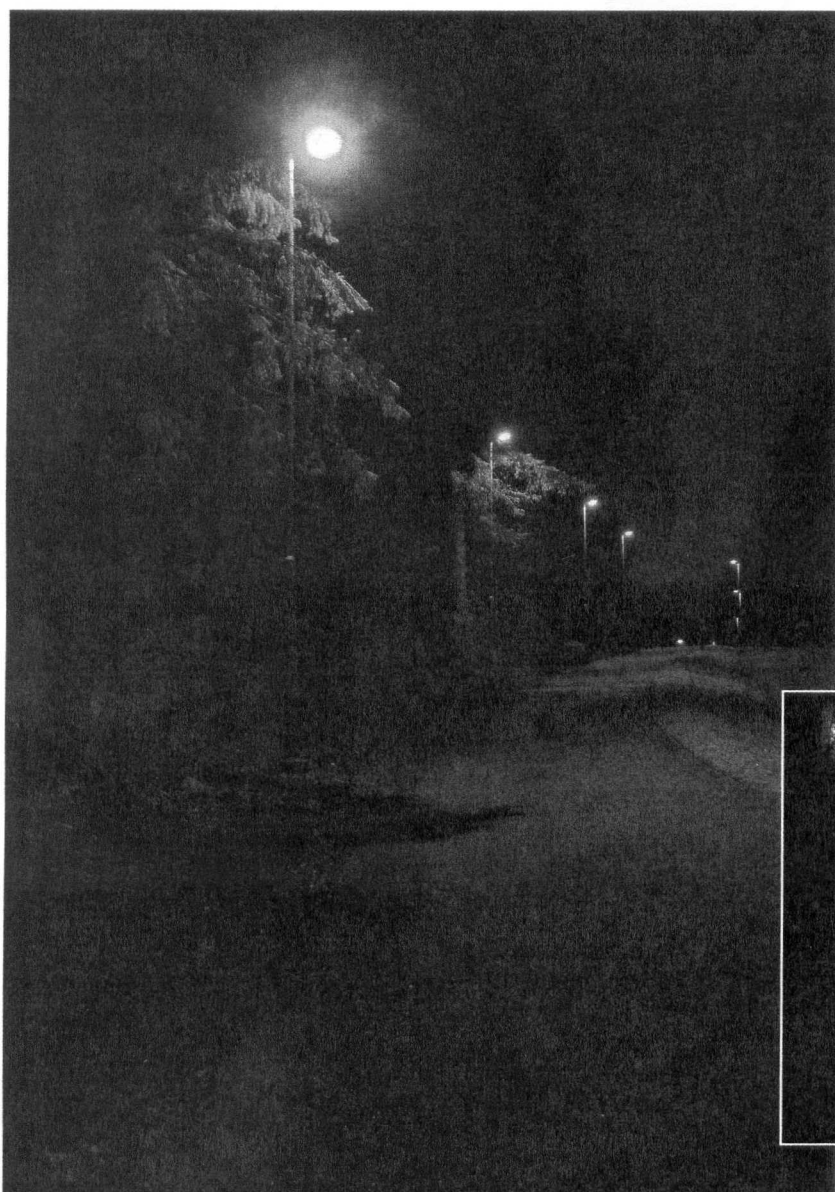


LEDit katuvalaistuksessa

Kuuma puheenaihe viimeisen puolen vuoden aikana on ollut, kuinka ledit tulevat ja mullistavat valaistuksen niin sisällä, ulkona kuin kaduillakin. Tämä on varmaan totta, mutta missä ajassa? Ledien valontuotto kasvaa hurjaa vauhtia ja elinikä pitenee. Eri valmistajat lupaavat jo vaikka kuun taivaalta – kuun valoa nuo valkoiset ledit muistuttavatkin.

MIKA SAARI, teksti LICON-AT OY, kuvat

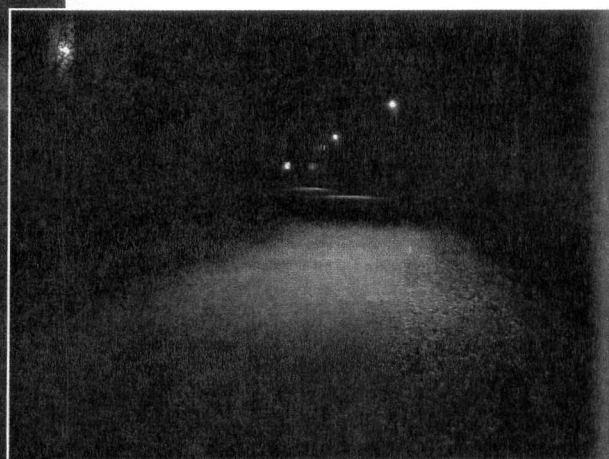


Kuva 2. Sp-Na 50 W -valaisimilla toteutettu pyörätievalaistus.

Nyt meillä alkaa olla jonkinlainen yhteinen ymmärrys siitä, että ledit eivät valontuottajana riitä tie- ja katuvalaistukseen. Niiden valontuotto on sen verran alhainen, että suurista asennuskorkeuksista ei valaistusta saada riittävästi maan pinnalle. Lisäksi valaisimen valonjakomuoto on liian pallomainen (Kuva 4) toteuttamaan onnistuneen tievalaistuksen kohteissa, missä valaistusluokkina käytetään AL-luokkia.

AL-luokkien valonvoimakkuus tienpinnassa ilmoitetaan luminanssiarvoina (cd/m^2), kun taas AE- ja K-luokkien arvot ilmoitetaan luksina (lx). Taulukossa 5 on esitetty AE- ja K-luokkien raja-arvot.

Mutta riittävätkö ledit asuntokaduilla tai pyöräteillä? Riittävätpä hyvinkin! Jo tämän hetken led-valaisimilla voidaan toteuttaa määräysten mukainen valaistus esimerkiksi erilliselle pyörätielle kaupunkialueella.



Kuva 1. LED-tievalaisimella toteutettu asuntokadun valaistus, josta huomaa, että valaistustulos on todella epätasainen.

Onko tämä sitten järkevää? Jos otamme vertailuun suurpainenatriumlamput (Sp-Na) ja monimetallilamput (MM) ja laskeamme investointi- ja elinkaarikustannukset seuraavalle 30 vuoden jaksolle, jonka ajan valaisimien tulee olla turvaamassa kulkuamme pimeässä Pohjolassa. Kaikki tiedostamme sen, että 30 vuoden jaksolla tekniikkaa muuttuu ja paranee. Mutta meidän tulee muistaa myös, ettemme voi kaikkia valaisimia yhdellä kertaa korvata. Nykyisinä asennetut valaisimet ovat vaihtovuorossa vasta noin 30 vuoden kuluessa.

Otin mukaan myös MM-valaisimen vertailuun, koska se tarjoaa ratkaisun valokseen valoon ja erinomaiseen värintoistoon.

Pyörätievalaistus

Malliesimerkkilaskelmana oli 3,5 metriä leveä erillinen pyörätie taajama-alueella ja haluttu valaistusluokka K3. Asennuskorkeutena käytimme 6 metrin pylvästä. Valaisimet on valittu eri valmistajien vakiovalaisimien joukosta, joille valmistajat ovat ilmoittaneet valonjakokäyränsä.

Taulukossa 1 nähdään laskentatulokset kaikille eri valaisintyypeille. Kaikki täyttävät K3-luokan vaatimukset, ainoastaan pylväsväli vaihtelee Sp-Na-valaisimen 39 metristä aina led-valaisimen 19 metriin. Sp-Na-valaisin pääsee kaikkein pisimpään pylväsväliin, mutta on teholtaan kaikkein suurin, kun taas led-valaisin on tehoiltaan keskiluokkaa, mutta omaa lyhyemmän pylväsvälin.

Laskiessamme valaisimien tehonkulutuksen tiemetriä kohden huomaamme, että MM-valaisin vei voiton koko kolmikoston, ainoastaan 1,42 W/tiemetri. Led-valaisimen kuluttama teho on noin 1,7-kertainen

MM-valaisimeen nähden. On siis aivan turhaa tulla esittämään, että led-valaisin säästää valtavasti energiaa. Meillä on monita muuta luotettavaa valonlähdettä, joilla vaatimukset täyttävän valaistuksen toteutus onnistuu edullisemmin.

Asuntokadut

Lisäksi led-katuvalaisimia tarjotaan runsain mitoin asuntokadun valaistukseen. Taulukossa 3 on esitelty vastaavat luvut asuntokaduille.

Suurin ongelma led-tievalaisimien kohdalla oli tasaisuuden saaminen toispuolisella asennuksella (Kuva 2). En löytänyt yhtään pylväsväliä, jossa valaistus olisi täyttänyt AE-luokissa vaadittavan 0,40 yleistasaisuuden. Ainoa ratkaisu oli tehdä vuorottainen reunasijoitus, jossa taas törmättiin siihen ongelmaan, että valaistusluokka nousee 6 metrin pylväillä AE3-luokkaan, kun tavoite oli ainoastaan AE5-luokka. Asiaa voidaan korjata nostamalla pylväskorkeutta 6 metristä 8 metriin, jolloin päädyttiin AE4-luokkaan.

Meneminen asuntokadun korkeisiin pylväisiin voidaan saman tien unohtaa. Pitää ymmärtää säilyttää alueen mittasuhteet. Yhteenvetona voin sanoa, etten löytänyt kokonaistaloudellista ratkaisua toteuttaa valaistusta led-tievalaisimilla.

Toinen hiukan parempi tapa korjata ongelma on alentaa tehoa, mutta tasaisen valaistuksen aikaansaaminen vaatii kuitenkin suhteellisen lyhyen pylväsvälin. Näin ollen investoinnin osuus nousee kohtuuttoman suureksi. Paras ratkaisu on kehittää led-valaisimen valonjakoa paremmaksi.

Huoltokustannukset

Tietysti meillä on paljon väitteitä, missä

valaisinvalmistajat kertovat, että suuret säästöt saavutamme viimeistään huoltokustannuksissa. Mutta ei hätää, meillä on mahdollisuus laskea kyseiset huoltokustannukset tietyillä olettamuksilla.

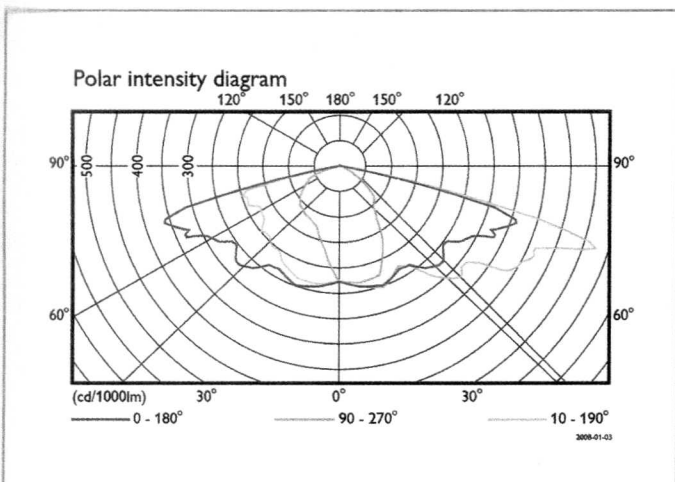
Taulukoissa 2 ja 4 on esitetty elinkaarikustannukset kullekin ratkaisulle. Kustannukset on laskettu 30 vuoden jaksolle ja ne on jaettu tasasummiksi kullekin vuodelle. Näin olemme saaneet keskimääräisen vuosikustannushinnan yhtä kilometriä kohden. Tarkastelkaamme hiukan tarkemmin kustannuksia pyörätien osalta taulukko 2.

Kun kyseessä on 30 vuoden jakso ja led-valaisimelle on ilmoitettu 50 000 tunnin elinikä, se joudutaan vaihtamaan ainakin kahteen kertaan jakson aikana johtuen siitä, että yksittäisiä ledejä ei voida valaisimeen vaihtaa. Tämän takia led-valaisimien kunnossapitokustannukset nousevat melkein kymmenkertaiseksi verrattuna Sp-Na-valaisimeen.

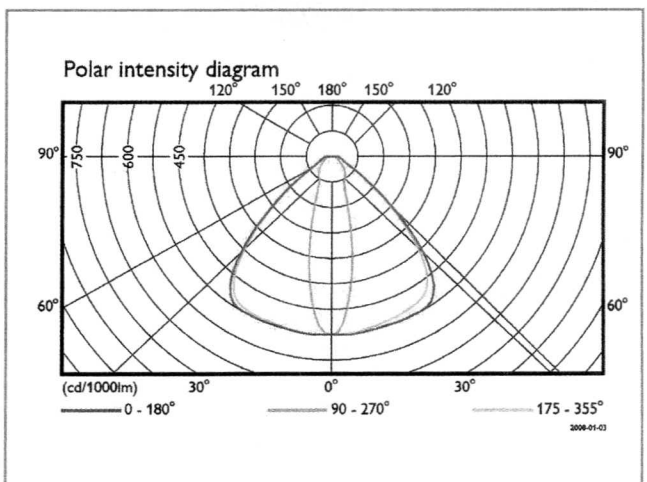
MM-valaisimeen ja Sp-Na-valaisimeen on laskettu vaihdettavaksi liitäntälaitteet yhden kerran valaisimen eliniän aikana ja lampunvaihdot ryhmävaihtoina sekä kokemusten mukaiset yksittäisvaihdot tehdään. MM-valaisimien ryhmävaihdot suoritetaan 12 000 tunnin ja Sp-Na-valaisimen 16 000 tunnin välein.

Tämän päivän tekniikalla toteutettujen ratkaisujen kokonaiselinkaarikustannukset huomioiden voidaan todeta, että 50 W Sp-Na-valaisin tulee kaikkein edullisimmaksi tästä kolmikosta. Led-valaisimen elinkaarikustannukset ovat yli 2,8 kertaa kalliimmat verrattuna 50 W Sp-Na-valaisimeen.

Vaikka unohtaisimme huoltokustannukset, silti led-valaisin ei pärjää kilpailijoil-



Kuva 3. Sp-Na 50 W -tievalaisimen valonjakokäyrä.



Kuva 4. LED-tievalaisimen valonjakokäyrä.

leen, ei investoinnissa eikä energiankulutuksessa, joten on turha väittää, että led-ratkaisulla säästetään energiaa ja huoltokustannuksia.

Yhteenveto

Miksi tilanne on tällainen? Eikö led-tievalaisimesta saada toimivaa ratkaisua? Suurimmat ongelmat led-tievalaisimissa liittyvät valonjakoon. Valonjako on muodoltaan pallomainen kuvan 4 mukaisesti, joten tehokas tievalaistuksen tai pyörätievalaistuksen toteuttaminen on mahdotonta. Valonjako-ominaisuuksia tulee kehittää huomattavasti.

Lisäksi asia, minkä jätin tarkoituksella pois laskelmistani, on ledin nopea valovirran alenema. Onko tuo 50 000 h ryhmävaihtoväli vai pieneneekö se puoleen vai jopa alle sen. Sen jälkeen tuplaantuvat jälleen kunnossapitokustannukset, jotka nytkin ovat jo huikean kalliit. Tähän asiaan vaikuttavat valaisimien lämmönjohtokyky ja valmistustekniikka.

Miksi sitten Sp-Na- ja MM-valaisimet ovat niin tehokkaita? Ensimmäinen asia on, että näiden valonlähteiden valon tuotto on huikeasti suurempi kuin ledien. Toinen, ehkä vielä ratkaisevampi tekijä on valotekniikka. Sp-Na- ja MM-valaisimien optiikoita on suunniteltu ja hiottu monien vuosien ajan toteuttamaan tievalaistusta. Suurin valovirta ohjataan optiikan avulla suuriin kulmiin ja näin saavutetaan pitkät pylväsvälit (Kuva 3). Valo ei saa jäädä valaisimen alle, koska silloin hyvä ja tasainen valaistus on mahdoton toteuttaa.

Led-valaisinvalmistajien onkin nyt otettava itseään niskasta kiinni ja aletta- va kehittää valaisimien valonjako-ominaisuuksia, jotka palvelevat tievalaistusta. Tai sitten kehittää kokonaan uusi kokonaisedullinen tapa valaista tienpintoja määräkysiksi kuitenkin unohtamatta. Määräykset eivät ole hatusta temmattu- ja lukuja, vaan niiden takana on pitkä kansainvälinen valaistusalan ammattilaisten yhteistyö.

Lopuksi haluan käyttää tilaisuuden hyväksi ja onnitella 50 vuotta täyttävää Sähköala-lehteä. Sähköala-lehti on jakanut tärkeää tietoa meille sähköalan ammattilaisille, mikä on auttanut meitä pitämään ammattitaitoamme yllä ja saamaan tietoon alan viimeisimmät uutuu- det ja uutiset. Kiitos hyvästä työstä ja toivomme sen jatkuvan ainakin seuraavat 50 vuotta. □

Kirjoittaja toimii ulkovalaistuskonsulttina LiCon-AT Oy:ssä.

Valaisin	Kokonais- teho W	Pylväs- väli m	Asennus- korkeus m	EAV lx	EMIN lx	Valaistus- luokka	Tehon tarve W/tiemetri
Tievalaisin 1 SP-Na 50 W	59,5	39	6	7,6	1,8	K3	1,53
Tievalaisin 2 MM 35 W	42,5	30	6	7,6	2,4	K3	1,42
Tievalaisin 3 LED White	45,0	19	6	10,1	1,5	K3	2,37

Taulukko 1. Erillisen kevyen liikenteen raitin valaistus kaupunkialueella. Laskennassa on tavoiteltu K3-luokkaa. Tienleveys on 3,5 metriä ja valaisin on sijoitettu reunaviivalle. Laskelmien alenemakertoimena on käytetty 0,8.

Valaisin	Lampun polttoikä h	Investointi €/km/v	Energia €/km/h	Kunnossa- pito €/km/v	Vuosi- kustannukset yht. €/km
Tievalaisin 1 SP-Na 50 W	16 000	1 131	522	258	1 910
Tievalaisin 2 MM 35 W	12 000	1 337	485	332	2 154
Tievalaisin 3 LED White	50 000	2 168	810	2 460	5 438

Taulukko 2. Taulukossa 1 esitettyjen ratkaisujen elinkaarikustannukset. Elinkaarikustannukset on laskettu seuraavalle 30 vuodelle, jossa investoinnin korkona on käytetty 5 % ja inflaationa 3 %, energian hinnaksi on laskettu 0,09 euroa/kWh, vuosittainen polttoaika 3 800 h.

Valaisin	Kokonais- teho W	Pylväs- väli m	Asennus- korkeus m	EAV lx	U EMIN/ EAV	Valaistus- luokka	Tehon tarve W/tiemetri
Tievalaisin 1 SP-Na 50 W	59,5	30	6	8,5	0,40	AE5	1,98
Tievalaisin 2 MM 35 W	42,5	25	6	8,5	0,40	AE5	1,70
Tievalaisin 3 LED White	45,0	17 *)	6	15,7	0,40	AE3	5,29
Tievalaisin 3 LED White	45,0	22 *)	8	11,4	0,40	AE4	4,09

Taulukko 3. Tonttikadun valaistus. Laskennassa on tavoiteltu AE5-luokkaa. Tien leveys on 5,5 metriä ja valaisin on sijoitettu reunaviivalle. Laskelmien alenemakertoimena on käytetty 0,8.

*) Valaisimet on jouduttu asentamaan vuoroittaisella reunasijoituksella, jolloin toisen puolen valaisinympylväiden asennusväli on ilmoitettu. Vuoroittainen reunasijoitus johtuu siitä, että tasaisuusvaatimukset toteutuisivat.

Valaisin	Lampun polttoikä h	Investointi €/km/v	Energia €/km/h	Kunnossa- pito €/km/v	Vuosi- kustannukset yht. €/km
Tievalaisin 1 SP-Na 50 W	16 000	1 337	678	335	2 350
Tievalaisin 2 MM 35 W	12 000	1 516	581	489	2 586
Tievalaisin 3 LED White	50 000	4 742	1 811	5 498	12 050
Tievalaisin 3 LED White	50 000	4 087	1 399	4 248	9 734

Taulukko 4. Taulukossa 3 esitettyjen ratkaisujen elinkaarikustannukset. Elinkaarikustannukset on laskettu seuraavalle 30 vuodelle, jossa investoinnin korkona on käytetty 5 % ja inflaationa 3 %, energian hinnaksi on laskettu 0,09 euroa/kWh, vuosittainen polttoaika on 3 800 h.

AE- luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus		K-luokat	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
Luokka	Em (min) lx	Uo (min)	Luokka	Em (min) ¹⁾ lx	Emin lx
AE 0	50	0,40	K1	15	5
AE 1	30	0,40	K2	10	3
AE 2	20	0,40	K3	7,5	1,5
AE 3	15	0,40	K4	5	1
AE 4	10	0,40	K5	3	0,6
AE 5	7,5	0,40	K6	2	0,6

Taulukko 5. AE- ja K-luokkien valaistusvoimakkuusvaatimukset tasaisuuksineen.

¹⁾ Riittävän tasaisuuden vuoksi K-luokan hankekohtainen keskiarvo ei saa ylittää 1,5-kertaisesti luokan edellyttä-
mää keskiarvon minimiä.