

**Samuli Parviainen**  
**Led-tievalaistus**

**Opinnäytetyö**  
**CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Sähkötekniikan koulutusohjelma**  
**Tammikuu 2015**

**Tiivistelmä**

<b>Yksikkö</b> Centria amk	<b>Aika</b> Tammikuu 2015	<b>Tekijä</b> Samuli Parviainen
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkövoimatekniikka		
<b>Työn nimi</b> Led-tievalaistus		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Halme		<b>Sivumäärä</b> 20 + 4 liitettä
<b>Työelämäohjaaja</b> Kaarlo Kärkkäinen		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selvitystyö led-tievalaistuksesta. Työssä perehdytään Tiehallinnon vaatimukseen tievalaistuksesta ja tievalaistuksesta. Työssä keskitytään tarkemmin led-valaistukseen ja sen hyötyihin.</p> <p>Työssä tarkastellaan myös Euroopan Unionin direktiivejä ja säädöksiä, jotka liittyvät valaistukseen ja energian säättämiseen julkisilla paikoilla.</p>		

<b>Asiasanat</b> EcoDesing, led, valaistusluokat
---

## Abstract

<b>Unit</b> Ylivieska unit	<b>Date</b> January 2015	<b>Author</b> Samuli Parviainen
<b>Degree programme</b> Electrical engineering		
<b>Name of thesis</b> Led-streetlighting		
<b>Instructor</b> Jari Halme		<b>Pages</b> 20 + 4 appendixes
<b>Supervisor</b> Kaarlo Kärkkäinen		
<p>The purpose of thesis was to compile a report about LED-streetlightning. In this thesis, I am taking a look in to the Finnish Transport Agency's requirements concerning street- and roadlights. The closer focus is in the benefits of LED usage, when luminating the streets and roads.</p> <p>There is also a superficial glance in to the directives and regulations, that impact the lightning and energysaving on public places.</p>		

### Key words

EcoDesing, led, lighting categories

## Käsitteet

EuP Energy-using Product

ErP Energy Related Product

$U_0$  yleistasaisuus, joka vaikuttaa näkösuorituskykyyn. Se lasketaan koko ajoradan pienimmän ja keskimääräisen luminanssin osamääränä jokaiselle kaistalle

$U_1$  pitkittäistasaisuus on merkittävä ajo- ja näkömukavuuden kannalta. Se lasketaan kunkin kaistan keskellä ja samassa kohdassa olevan havaitsemispisteen kautta kulkevalla suoralla olevien pienimmän ja suurimman luminanssin osamääränä. Pienin arvo on mitoittava. (Tielaitos 2006)

# SISÄLLYS

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VALAISTUSTEKNIIKAN SUUREET JA MUUT VALAISTUSOMINAISUUDET .....	2
	2.1 Valovirta.....	2
	2.3 Valaistusvoimakkuus .....	2
	2.4 Luminanssi .....	3
	2.5 Häikäisy.....	4
	2.6 Väriämpötila .....	5
	2.7 Värintoistoindeksi.....	5
	2.8 Muut valaisinominaisuudet.....	6
3	TIELAITOKSEN VAATIMUKSET VALAISIMILLE.....	8
	3.1 AL-luokat.....	8
	3.2 AE-luokat .....	9
	3.3 K-luokat.....	10
	3.4 Lisäluokat.....	11
	3.5 Kotelointiluokat .....	11
	3.6 Tielaitoksen hyväksymät valaisimet .....	12
	3.7 Esimerkki valaistustarpeesta .....	13
4	LED-TIEVALAISIN .....	15
	4.1 Led-valaisimen hyviä puolia.....	15
	4.2 Led-valaisimen rajoituksia .....	16
	4.3 Led-valaistuksen tuleminen katukuvaan .....	17
5	ECODESIGN .....	18
	LÄHTEET .....	19

# 1 JOHDANTO

Tämän työn ajatuksena oli tehdä selvitys ulkovalaistukseen laadituista direktiiveistä ja säädöksistä, jotka vaikuttavat katuvalaistukseen. Työssä perehdytään hieman syvemmin led-tekniikkaan tuomiin hyötyihin. Led-tekniikka on melkoisen uusi ilmestys valaisinmarkkinoilla.

Maailman ilmastotilanne on huolestuttava ja Euroopan Unioni tekee jatkuvasti töitä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. EU pyrkii parantamaan energiatehokkuutta ja vähentämään ympäristöpäästöjä erilaisilla direktiiveillä ja säädöksillä. Valaistuksen osalta EcoDesign-direktiivi vaikuttaa tällä hetkellä katuvalaisimien energiasäästöihin.

Aiheen sain Jari Halmeen ja Kaarlo Kärkkäisen yhteistyön tuloksena. Tarkoituksena oli tehdä tutkimustyötä Kaarlo Kärkkäisen kontaktille antamista led-valaisimista. Tietosuojan vuoksi tuotteita ei ole lisätty tähän opinnäytetyöhön.

## 2 VALAISTUSTEKNIIKAN SUUREET JA MUUT VALAISTUSOMINAISUUDET

### 2.1 Valovirta

Valovirta ( $\varphi$ ) on valonlähteen säteilyteho, joka on painotettu suhteellisella silmänherkkyydellä. Valovirran yksikkö on lumen (lm). Katuvalaisimien valovirrat riippuvat valaisimien tehoista. Valovirta riippuu valaisimen tehosta ja valovirran arvot liikkuvat tievalaistuksessa 3000-20000 lm välillä. (Tievalaistuksen käsikirja 1991.)

### 2.2 Valovoima

Valovoima (I) on valovirran ja avaruuskulman suhteen raja-arvo, kun avaruuskulma lähenee nollaa. Valovoima ilmaisee valaisimesta säteilevän valon voimakkuuden tiettyyn suuntaan. Valovoiman yksikkö on kandela (cd).

### 2.3 Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuus (F) on pinnalle tulevan valovirran ja pinnan alan suhde. Sen yksikkö on luksi (lx). Valaistusvoimakkuuden tarkastelussa käytetään useampia käsitteitä.

Horisontaalivalaistusvoimakkuus eli vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus  $E_m$  (lx) on valovirta vaakatason pinta-alayksikköä kohti. Tievalaistuksessa se lasketaan ajoradan pinnan tasosta. (Tielaitos 2006.)

Vertikaalivalaistusvoimakkuus eli pystysuuntainen valaistusvoimakkuus (Tielaitos 2006).

Puolipallovalaistusvoimakkuus  $E_{hs}$  (lx) on pienen pallonpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Se on merkittävä kolmiulotteisten kohteiden esteiden, kohoutumien, kolojen yms. havaitsemisen kannalta. (Tielaitos 2006.)

Puolisylinterivalaistusvoimakkuus  $E_{sc}$  (lx) on pystyssä olevan pienen sylinterinpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Kasvojen korkeudella mitattuna se on vaikuttava tekijä tunnistamisen kannalta. (Tielaitos 2006.)

Valaisimien yläpuolinen käyttöhyötysuhde (ULR) on vaakatason yläpuolelle menevän valovirran osuus koko valaisimen lähettämästä valovirrasta. Sitä käytetään tarkasteltaessa tie- ja aluevalaistuksen tuottamaa häiriövaloa. Ylä- ja alapuolinen käyttöhyötysuhde ilmoitetaan tie- ja puistovalaisimien valonjako-ominaisuuksien mittaustuloksissa. (Tielaitos 2006.)

Ympäristön valaistuksessa käytetään suhdelukua SR, joka on ajoradan puoleisen alueen ja ajoradan kaistan valaistusvoimakkuuksien suhde.

## 2.4 Luminanssi

Luminanssi on valonvoiman suhde kohteen pinnan projektiolaan. Tievalaistuksen suunniteltaessa luminanssi on tärkein suure. Luminanssi on ainoa aistit-



tava suure valaistustekniikassa. Katuvalaistuksessa lasketaan keskimääräisiä luminansseja eli aritmeettista keskiarvoa. Tämä kuvastaa miten valoisalta tien pinta näyttää. Havaintsija sijoitetaan jokaisen kaistan keskelle, ja pienin arvo mitoitetaan. Tällä tavalla lasketaan valaisimien asennusväli. Arvot määräytyvät myöhemmin esitetyistä Tielaitoksen valaistusluokkien tarvittavista arvoista.

Keskimääräisen luminanssin nostaminen pidentää näköetäisyyttä, parantaa havaitsemista, lyhentää reaktioaikaa ja parantaa suhteellisen liikkeen arviointia. Liiallisella luminanssilla saadaan aikaiseksi häikäisyä.

## 2.5 Häikäisy

Silmä sopeutuu näkökentässä olevaan keskimääräiseen luminanssiin. Näkeminen on luminanssierojen havaitsemista. Suuret luminanssierot aiheuttavat ihmisen näkemisessä häikäisyä. Tievalaistuksessa esiintyy kaksi häikäisylajia, estohäikäisy ja kiusahäikäisy.

Estohäikäisy heikentää ihmisen näkemistä. Häikäisylähteen lähettämät valonsäteet hajaantuvat silmässä ja muodostavat verkkokalvolla olevan kuvan päälle harsoluminanssin, joka pienentää kuvan kontrasteja. Estohäikäisy on mahdollista mitata silmän kontrastin erotuskyvyn muuttumisena. Tätä kuvataan TI-yksiköllä, joka ilmaistaan prosentteina.

Kiusahäikäisyksi kutsutaan häikäisyä, joka aiheuttaa epämukavuutta näkemisessä. Se johtuu näkökentän suurista luminanssieroista sekä suurista luminanssi arvoista.

## 2.6 Värilämpötila

Ihminen havaitsee katuvalaisimen tuottaman valon yleensä keltaisena tai vaalean sinisenä. Värilämpötila kuvaa valaisimen tuottaman valon värisävyä, ja se ilmaistaan kelvineinä (K). Tulitikku tuottaa n. 1800 K värilämpötilan ja esimerkiksi uusi Philipsin 200 W led-tievalaisin tuottaa 5700 K värilämpötilan.



Kuvio 1. Eri värilämpötiloja vastaava värisävy

## 2.7 Värintoistoindeksi

Värintoistoindeksi kuvaa valolähteen tuottaman valon kykyä toistaa värejä verrattuna vertailuvalonlähteeseen. Värintoistoindeksi ilmoitetaan yleensä Ra-indeksillä. Mitä lähempänä Ra-indeksi on arvoa 100, sitä parempi. EU:n standardissa suositellaan, että huoneiston jossa työskennellään tai oleskellaan, värintoistoindeksin tulisi olla 80 tai suurempi.

## 2.8 Muut valaisinominaisuudet

### 2.8.1 Alenemakerroin

Alenemakerroin on osa valaisimen keston liittyvä ominaisuus. Ajan kuluessa valaisimen valontuotto heikentyy asennusvaiheesta ja suunniteltaessa valaistusta täytyy ottaa huomioon:

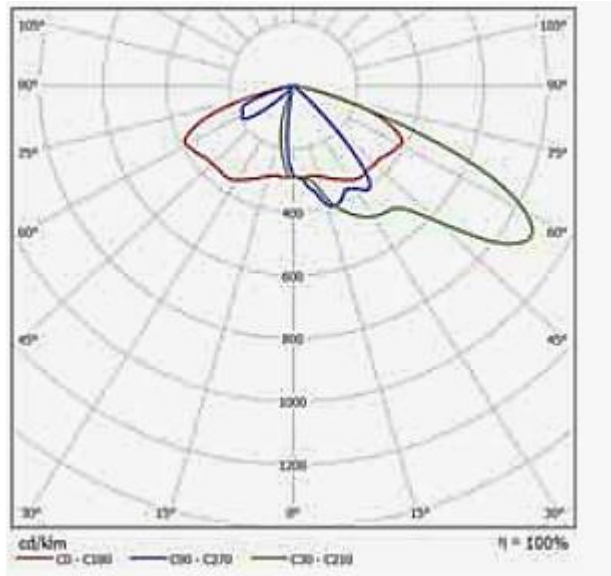
- valovirran alenema
- valaisimen likaantuminen
- tieympäristö

Valovirran alenemalla tarkoitetaan valolähteen valovirran pienenemistä ajan kuluessa. Valaistusvoimakkuuden alenemaa ja pinnan luminanssi alenemaa aiheuttaa myös valaisimien likaantuminen. LED-valaisimilla sallittu raja on yleisesti 30 % (Alppilux 2014).

Valaisimen likaantuminen riippuu rakenteesta, asennuskorkeudesta, ilman kosteudesta ja epäpuhtauksista. Tieympäristön puhtaus riippuu liikenteen määrästä, koostumuksesta ja virran laadusta, ilmastosta, tuulisuudesta, tien sijainnista yleensä jne.

### 2.8.2 Valonjako

Valaisimien valonjako kuvaa sen valovoiman jakautumista eri tarkastelusuuntiin. Se esitetään joko yhdessä tai kahdessa tasossa. Valonjakokäyrällä arvot on skaalattu valolähteen 1000 lumenta kohti. Valonjakokäyrä on esitetty tuotteiden tiedoissa.



KUVA 1. Esimerkki EasyLed PRO WAVE 60 led-tievalaisimen valonjaosta. (EasyLed).

### 3 TIELAITOKSEN VAATIMUKSET VALAISIMILLE

Tielaitos on laatinut eri tilannepaikoille valaistusluokkia, joihin liittyviä valaistusvaatimuksia. Näiden tarkoituksena on lisätä tieliikenneturvallisuutta ja ympäristön näkyvyyttä. Eri tilanteille käytetään eri valaistusluokkia. Joka vuosi Tielaitos julkaisee valaisimet jotka ovat hyväksytyt. Näiden tulee täyttää tietyt ehdot kuten valaistusvoimakkuus tietyntyyppisessä tilanteessa.

Katuvalaistuksen suunnittelussa käytetään yleisesti kaikkia valaistusluokkia, enimmäkseen AL, AE ja K-luokkia. Seuraavaksi käsitellään valaistusluokkia yleisellä tasolla.

#### 3.1 AL-luokat

AL-luokat on tarkoitettu kuivalla ja märällä päällysteellä moottoriajoneuvon kuljettajille teillä ja kaduilla, joilla ajonopeus on korkeahko tai suuri, vähintään 50 km/h. (Tielaitos 2006)

Taulukosta 1 esitetään valaistusvaatimukset eri AL-luokissa. Luokat on jaettu eri tieluokkiin. Luokat sisältävät eri valaistusarvoja, jotka valaisimen tulee täyttää. Alue jako on yleisesti moottoriteille, päätteille ja muihin tie osuuksiin. Myös ympäristön vaikutukset on otettu huomioon. Ympäristö on jaettu valoisaan sekä pimeään ympäristöön.

TAULUKKO 1. Tiepinnan luminanssi tasaisuus, keskimääräinen luminanssi ja valaisimen häikäisy AL-luokittain.

Luokka	Kuivan ja märän ajoradan luminanssi				Esto- häikäisy	Ympäristön valaistus
	Kuiva			Märkä		
	$L_m$ cd/m <sup>2</sup> , min	$U_o$ min	$U_l$ min	$U_o$ min	TI % max	SR min
AL1	2,0	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL2	1,5	0,4	0,6	0,15	10	0,5
AL3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,5
AL4a	1,0	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL4b	0,75	0,4	0,4	0,15	15	0,5
AL5	0,5	0,4	0,4	0,15	15	0,5

### 3.2 AE-luokat

AE-luokat on tarkoitettu yleisillä teillä moottoriajoneuvon kuljettajille ja muille tienkäyttäjille konfliktialueilla, kiertoliittymissä ja mutkikkaissa tasoliittymissä yms. alueilla, missä luminanssiin perustuva tarkastelu ei ole käyttökelpoinen. Tämä toteutuu, kun näkyvissä olevan, säännöllisen ajoradan osan pituus on alle 60 m. (Tielaitos 2006)

TAULUKKO 2. Valaistuvaatimukset AE-luokissa.

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	$E_m$ lx, min	$U_o$ min
AE 0	50	0,4
AE 1	30	0,4
AE 2	20	0,4
AE 3	15	0,4
AE 4	10	0,4
AE 5	7,5	0,4

TAULUKKO 3. Luminanssi- ja valaistusvoimakkuusluokkien vastaavuus (Tielaitos 2006).

Luminanssi	Valaistusvoimakkuus
AL 1	AE 1
AL 2	AE 2
AL 3	AE 3
AL 4a	AE 3
AL 4b	AE 4
AL 5	AE 5

### 3.3 K-luokat

K-luokat on tarkoitettu väylille, joita käyttää jalankulkijat ja pyöräilijät. Luokkaan sisältyy myös alueet ajoradan vieressä, pysäköintialueet ja yleiset piha-alueet.

TAULUKKO 4. Valaistusvaatimukset K-luokissa (Tielaitos 2006.)

Luokka	Vaakatason valaistusvoimakkuus	
	Em <sup>1)</sup> lx, min	E lx, min
K1	15	5
K2	10	3
K3	7,5	1,5
K4	5	1
K5	3	0,6
K6	2	0,6

1) Riittävän tasaisuuden vuoksi hankekohtainen keskiarvo ei saa ylittää 1,5-kertaista luokan edellyttämää keskiarvon minimiä

### 3.4 Lisäluokat

Lisäluokat ovat tarkoitettu alueille, joissa on tarvetta erityistilanteille. Esimerkiksi kevyenliikenteenväylälle tarvitaan lisää turvallisuuden tunnetta, kuten rikollisuuden ehkäisyä, taikka alueella käytetään erityyppisiä valaistuksia kuten patsaiden valaistukset.

### 3.5 Kotelointiluokat

Valaisimien tulee kestää hyvin Suomen ilmastoja, ympäristöä ja ilkeävaltaa. Talvi tuottaa valaisimille vaatimuksia kosteuden kestosta ja massasta, kun lumi ja jäät ilmaantuvat valaisimen päälle. Valaisimen pitää olla metallikuorisia, yleisim-



min käytössä on alumiinikuori. Valaisimien pitää saavuttaa vähintään IP65 luokka, jotta valaisin voidaan asentaa kaduille.

### 3.6 Tielaitoksen hyväksymät valaisimet

Tielaitoksen tulee antaa hyväksyntä valaisimelle, jota aletaan asentamaan julkisille katu osuuksille. Tielaitos testaa valaisimet eri tilanteissa, joiden valaistusarvot ja vaatimusten tulee täyttyä. Noin vuoden välein Tielaitos julkaisee uudet hyväksytyt valaisimet, joiden tulee täyttää, 17.10.2012 voimaan tulleen ”Tien valaisimien laatu-vaatimukset” – ohjeen vaatimukset.

Valaisimet testataan eri testioloissa, ja valaisimien tulee täyttää valaistusvaatimukset eri luokissa. Valaisimen on päästävä ainakin yksi testeistä läpi, jotta ne saavat Tielaitoksen hyväksynnän tievalaisimena. Seuraavassa luettelossa on soveltuvuusalueita, joihin hyväksytyt valaisimet sopivat.

- 1) Kaksiajoratainen tie, keskiasennus, ajorata 7,5 m, keskialue 6,5 m, asennuskorkeus 18 m, valaistusluokka AL2.
- 2) Kaksiajoratainen tie, keskiasennus, ajorata 7,5 m, keskialue 6,5 m, asennuskorkeus 15 m, valaistusluokka AL3.
- 3) Ajorata 7 m, asennuskorkeus 12 m, valaistusluokka AL4a.
- 4) Ajorata 7 m, asennuskorkeus 10 m, valaistusluokat AL4a ja AL4b.
- 5) Ajorata 6 m, asennuskorkeus 8 m, valaistusluokka AL5.
- 6) Ajorata 4 m, asennuskorkeus 6 m, valaistusluokka K4.

Jokaiselle valaistusluokilla on omat vaatimukset, joiden valaistusarvot löytyvät edelle esitetyistä taulukoista. Kun puhutaan katuvalaistustarpeista, käytetään testialueina yleisemmin 3-6 kohdan alueita.

Testattujen valaisimien tulee täyttää valaistusvaatimukset tietyn pylväsvälien rajoissa. Led-valaisimilla on hyvät ja tehokkaat valaistusvoimakkuudet, joten pylväsväli pidentyy ja valaisimien määrä laskee. Tämä koskee vain sellaisia kohteita, jolloin pylvää uusia.

### 3.7 Esimerkki valaistustarpeesta

Tielaitos testaa erivalaisimien toimivuuden eri ympäristöissä. Tielaitoksen testi-työntekijät mittaavat valaistusarvot ja ilmoittaa pylväsvälit, jolla valaisin pystyy saavuttamaan kadun valaistusvaatimukset.

Käytän esimerkkinä PRO WAVE led-valaisinperhettä, joka sai Tielaitokselta hyväksynnän. Valaisimien arvot näkyvät seuraavassa taulukossa.

TAULUKKO 5. PRO WAVE-valaisinryhmän valaisinarvot ja mitat (EasyLed 2014.)

Mallit	Kokonaisteho [W]	Virta [A]	Valovirta [lm] *	Mitat P x L x K [mm]	Paino [kg]	Asennuskorkeus [m]
PRO WAVE 30	26	0,13	3 000	391 x 230 x 81	4,2	3-8
PRO WAVE 60	50	0,25	6 000	516 x 230 x 81	5,3	4-10
PRO WAVE 90	76	0,38	9 000	641 x 230 x 81	6,4	6-12
PRO WAVE 120	99	0,50	12 000	766 x 230 x 81	7,3	8-16
PRO WAVE 150	124	0,63	15 000	891 x 230 x 81	8,4	10-20
PRO WAVE 180	146	0,75	18 000	1016 x 230 x 81	9,5	10-30

Esimerkiksi PRO WAVE 60 läpäisi seuraavan testin: Ajourata 6 m, asennuskorkeus 8 m, valaistusluokka AL5. Pylväsväliksi saatiin 43 m, jotta valaistusluokan vaatimat valovoimakkuus ja muut kriteerit täyttyvät. (Hyväksytyt valaisimiet 2014). Valaisin siis sopeutuu alueelle, jossa ei vaadita suurta valaistusvoimakkuutta.



KUVA 2. EasyLed PRO WAVE 60. (EasyLed).

## 4 LED-TIEVALAISIN

Led-valaisin on yleistynyt viime vuosina tievalaistuksessa. Led-valaisimia on testattu eri puolella maata varsinkin energiansäästön vuoksi. Esimerkiksi Turun kaupunki on ollut mukana led-valaistuksen testauksissa vuodesta 2007 asti.

Led-valaisimen hintataso on kokoajan laskusuhdanteessa, mutta vielä kaupungeilla on halvempaa investoida suurpainenatriumvalaisimiin, mutta energian säästöissä led-valaisin on pitkällä näkymällä halvempi vaihtoehto.

### 4.1 Led-valaisimen hyviä puolia

Led-valaisimen valo nähdään yleensä valkoisena ja kirkkaana valona. Led-valaisimen tuottaman valon aallonpituutta voidaan säätää tuotteen valmistuksen aikana, jolloin sille saadaan määriteltyä aallonpituusalue. Aallonpituusalue on kohtalaisen pieni, jolloin värit näkyvät selkeästi. Led-valaisimella on suuri värilämpötilajakauma, jolla saavutetaan monia eri väri sävyjä. Tievalaistuksessa käytetään yleisesti 3000-6000 K värilämpötila aluetta.

Led-valaisimella on pitkä käyttöikä. Yleensä led-valaisin vaihdetaan, kun valon teho tuotto laskee alle 70 % alkuperäisestä arvosta. Valaisin on vielä toimiva, mutta valovirta on laskenut valmistajan mielestä liian paljon alkuperäisestä arvosta. Led-valaisimet eivät rikkoudu kovinkaan helposti. Jos led-valaisin sammuu, on syy yleensä komponentin rikkoontuminen.

Led-valaisimet eivät sisällä elohopeaa. Valaisimet ovat lujatekoisia ja kestävyys on varsinkin Suomessa tärkeä piirre olosuhteiden vaihtelun takia. Suomen talvi on kylmä ja luminen ja se tuo valaisimille oman haasteensa. Led-valaisimilla on hyvä valontuotto alhaisissa lämpötiloissa.

Led-valaisin ei päästä valoa horisontin yläpuolelle, joten valo osuu alueelle tehokkaammin. Tällä saadaan ylimääräinen valosäteily energian muodossa säättöön.

Energiansäästö on led-valaisimen suuri hyöty. Se kuluttaa jopa 70% vähemmän sähköä verrattuna käytössä oleviin elohopeahöyryvalaisimiin.

## **4.2 Led-valaisimen rajoituksia**

Valon jakautuminen on vanhoilla katuvalaisimilla yleensä hyvin leveää. Led-valaisimen valonjakauma on melkoisen kapea. Kun valaisin pylväitä asennetaan 50 m välein, jää alueita valaisematta kokonaan. Tällöin vaaratilanteet voivat lisääntyä pimeillä osuuksilla. Tietyillä alueilla kapeasta ja tehokkaasta valosta on hyötyä, esimerkiksi alueilla jotka kuuluvat lisäluokkiin. Led-valaisimet eivät päästä valoa horisontin yläpuolelle, joten turha valo säteilee alueelle tehokkaammin.

### 4.3 Led-valaistuksen tuleminen katukuvaan

Led-valaistus on energiansäästönsä ja pitkän huoltovälin vuoksi yleistymässä katukuvassa. Taantuman aikana kaupungit ja kunnat kamppailevat säästöjen kanssa, jolloin katuvalaistuksen uusiminen tuo lisää ylimääräisiä kustannuksia. Katuvalaistus on tällä hetkellä muutoksessa, koska EU-direktiivi lopettaa elohopeahöyrylampujen valmistuksen vuoden 2015 jälkeen.

Esimerkiksi Turussa katuvalaistuksessa on yleisesti käytössä elohopeahöyrylamput ja suurpainenatriumvalaisimia. Keskustassa on käytössä monimetallilamppuvalaisimia osittain. Turku on aloittanut ensimmäisenä pohjoismaisena kaupunkina lähtenyt suurempaan valaistusremonttiin ja kohti led-valaistuksen käyttöä. Turku on tehnyt yhteistyötä Easy Led- yrityksen kanssa led-katuvalaistuksen parissa vuodesta 2007 asti. Turku Energia teki 2600 led-valaisimen tilauksen vuonna 2013.

Vuonna 2014 Turku Energia tilasi lisää 5000 led-valaisinta korvaamaan vanhat elohopeahöyrylamput. Valaisimien vaihdon tarkoituksena on säästää energiankulutuksessa 9 % vuoteen 2016 vuoteen mennessä.

Turun kaupungissa on katuvalaisimia noin 28 000 kappaletta. Kun tilaukset ovat asennettu, led-valaisimia on n. 8000. Joten joka neljäs Turun valaisimista olisi led-valaisimia.

## 5 ECODESIGN

Euroopassa on pyritty vähentämään ympäristövaikutuksia ja parantamaan energiatehokkuutta 2000-luvulla. 2009 Euroopan parlamentti ja komissio esittivät ekosuunnitteludirektiivin 2009/15/EY, jota on täydennetty alkuperäisestä direktiivistä EuP-direktiivi (2005/32/EY). Direktiiviä täydennettiin vuonna 2009, EuP-direktiiville annettiin kuvaavampi ErP-direktiivi nimitys. Direktiivistä käytetään yleisesti nimeä EcoDesign.

EcoDesign-direktiivi määrittelee energiaa käytettävien tuotteiden suunnittelun ja tuotekehityksen ekologiset vaatimukset. Tavoitteena on ympäristökohtien ja elinkaariajattelun integrointi tuotteiden suunnitteluvaiheessa. Direktiivillä edistetään kestävästä kehityksestä parantamalla energiatehokkuutta ja ympäristön suojelun tasoa sekä samalla energiahuoltovarmuutta. (Motiva 2014).

EcoDesign-direktiivi on puitedirektiivi, jonka tarkoituksena on antaa tuoteryhmäkohtaisia täytäntöönpanotoimenpiteitä. Täytäntöönpanosäädöksiä voidaan antaa energiatuotteille, joiden ovat täytettävät seuraavat kriteerit:

- tuotteen myyntimäärä EU:n alueella on yli 200 000 kpl
- valmistajasta riippumatta tuotteella on huomattavat ympäristövaikutukset
- tuotteesta aiheutuvien ympäristövaikutusten vähentämiseen nähdään olevan merkittävät mahdollisuudet ilman kohtuuttomia kustannuksia.

## LÄHTEET

### Kirja

1 Tielaitos 1991, Tievalaistuksen käsikirja, Tiehallitus

2 SFS-käsikirja 651-1 2012. Ledit. Osa 1: Valaisinten, ledmoduulien, ledlamppujen ja liitäntälaitteiden turvallisuus- sekä suorituskykystandardit

### Sähköiset julkaisut

3 Tievalaistuksen suunnittelu. 2006. Tiehallinto.

[http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist\\_suunn.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf)

4 Alppilux, Direktiivit ja määräykset. Luettu 19.10.2014

<http://www.alppilux.fi/fi/direktiivit-ja-maaraykset/direktiivit-ja-maaraykset>

5 Motiva, EcoDesign-direktiivi. Luettu 10.10.2014

<http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/ecodesign-direktiivi>

6 Ensto Pro, Valaistus. Luettu 01.11.2014

7 Valosto, EuP-direktiivi. Luettu 10.10.2014

<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/enstopro.html>

8 Tukes, Ekosuunnittelu. Luettu 10.10.2014

<http://www.ekosuunnittelu.info/>

9 Lightinglab.fi, LED-ulkovalaistus kaupunkiympäristön viihtyvyyden, turvallisuuden ja energiatehokkuuden kehittämässä – Käyttäjätutkimus. 2012. Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu valaistusyksikkö.

[http://www.lightinglab.fi/ekovalo/News/puolakka\\_led\\_ulko\\_raportti.pdf](http://www.lightinglab.fi/ekovalo/News/puolakka_led_ulko_raportti.pdf)

10 Tielaitoksen 2014 hyväksytyt valaisimet

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/opas\\_2014\\_hyvaksytyt\\_tievalaisimet\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/opas_2014_hyvaksytyt_tievalaisimet_web.pdf)



11 [http://www.easyled.fi/sites/default/files/dokumentit/pro\\_wave\\_fi.pdf](http://www.easyled.fi/sites/default/files/dokumentit/pro_wave_fi.pdf)

## LIITTEET

### LIITE 1. Yleisien teiden valaistusluokat (Tielaitos 2006)

Toiminnallinen luokka	Poikkileikkaus	Liikenne	Ajo-nopeus	Liittymät	Valaistusluokka	
					Valoisa	Pimeä ymp
Moottoriväylät	2x12,50/7,50+15,00 	M				
	2x12,50/7,50+4,50 	M	$\geq 80$	Eritaso	AL2	AL3
	12,50/7,50 	M				
Päätiet	2x9/7+4,50 	M+Pp+Jk	$\geq 60$	Taso Eritaso	AL1 AL2	AL2 AL3
		M+E(Pp+Jk)			AL2+K2	AL3+K4
	17,50/14,50 	M+Pp+Jk	$\geq 60$	Taso	AL1	AL2
		M+E(Pp+Jk)			AL2+K2	AL3+K4
	10,50/7,50 	M+Pp+Jk	$\geq 60$	Taso	AL4a	AL4a
	8/7 	M+E(Pp+Jk)			AL4a+K4	AL4b+K6
Muut tiet	8/7 	M+Pp+Jk	$< 60$	Taso	AL4a	AL4b
		M+E(Pp+Jk)			AL4b+K6	AL4b+K6
	7/6 	M+Pp+Jk	$< 60$	Taso	AL4b	AL4b
	4...6 	M+Pp+Jk	$< 40$		AL4b	AL4b
Laiturit					AL1	AL2

M=moottoriajoneuvoliikenne

Jk=jalankulkuliikenne

Pp=polkupyöräliikenne

E=erillinen liikenne

LIITE 2. Yleisten katujen valaistusluokat (Tielaitos 2006)

Toiminnallinen luokka	Pokkileikkaus	Likenne	Nopeusrajoitus	Littymät	Valaistusluokka
Pääkadut					AL2+K2
Keskustassa		M+E(Pp+Jk)	50	Taso	AL2+K2
					AL1+K1
Muilla alueilla		M+E(Pp+Jk)	80 60	Eritaso Taso	AL2+K2 AL3+K4
		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL4a+K4
Kokoojakadut		M+E(Pp+Jk)	50	Taso	AL3+K4
		M+Pp+Ejk			AL3+K4
Muilla alueilla		M+E(Pp+Jk)	60	Taso	AL4a+K6
		M+Pp+Ejk	50		AL4b+K6
Tonttikadut		M+Pp+Ejk	50	Taso	AL4a+K4
		M+Pp+Ejk	40	Taso	AL4b+K6
Muilla alueilla		M+Pp+Jk	30		AL5

M=mootoriajoneuvoliikenne

Jk=jalankululiikenne

Pp=polkupyöräliikenne

E=erillinen liikenne