

Jari Pöntinen

HINKKISMÄEN PURURADAN VALAISTUKSEN UUSIMINEN

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Marraskuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	Opinnäytetyön päivämäärä 15.11.2014	
Tekijä(t) Jari Pöntinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka	
Nimeke Hinkkismäen pururadan valaistuksen uusiminen		
Tiivistelmä Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Kouvolan Hinkkismäen pururadan tämän hetkistä valaistuksen kuntoa, mitata valaistuksen valovoimakkuus sekä tehdä ehdotus uusista valaisimista. Työn aikana havaittiin, että puupylväät ja valaisimet ovat asennettu 1960, joten tarkasteltiin pylväiden kuntoa ja vaihtojankohtaa. Laskettiin Dialux-valaistuslaskentaohjelmalla uusien LED-valaisimien tuomat hyödyt ja takaisinmaksuaikataulun toteutettavalle projektille. Ensin tarkasteltiin, voisiko lamput mahdollisesti vaihtaa suurpainenatriumlamppuihin ja tämän jälkeen LED-valaisimien tuomia hyötyjä. LED-valaisimien käyttö on lisääntynyt jatkuvasti, joka johtuu tekniikan kehittymisestä ja valaisimien hinnan putoamisesta. Työn edistyessä, perehdyttiin eri standardeihin ja määräyksiin. Huomattiin, että tänä päivänä kaikkia eri työvaiheita ohjeistetaan tai määrätään jollakin tavalla. Työn lopussa havaittiin, kuinka kannattavaa on toteuttaa kaikki valaistukset LED-valaistustekniikalla. Ne antavat parhaan valaistusvoimakkuuden ja ovat kaikkein energiatehokkaimpia muihin valaisimiin nähden. Takaisinmaksuaikataulukin on erittäin lyhyt, joka tekee valaisimien vaihtamisesta ajankohtaisen asian. Opinnäytetyöni antaa riittävät perusteet kaikkien Kouvolan kuntoreittien valaistusten uusimiseen.		
Asiasanat (avainsanat) Valaistus, LED, takaisinmaksuaika		
Sivumäärä 34s + liitteet 20s	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka	Opinnäytetyön toimeksiantaja Kouvolan kaupunki Jari Kämäräinen	

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 15 TH November 2014
Author(s) Jari Pöntinen	Degree programme and option Electrical engineering Electric power engineering	
Name of the bachelor's thesis		
Abstract The purpose of this thesis was to examine the present lighting conditions of Kouvola Hinkkismäki running track, measure the level of lighting and make a proposal about new lights. During this thesis it was noticed that wooden lamp posts and lights were installed in 1960. Therefore the condition and appropriate time of replacement were examined. Dialux lighting software was used to find out the benefits of LED-lighting and pay-off time of the replacement. First I examined the possibility to replace the lights with sodium-vapour bulbs and then with LED lighting. The use of LED-lighting is continuously increasing, which is the result of the development of the technology and the decrease of prices. Different standards and specifications were studied in the thesis. It was noticed that there are instruction and orders for all stage of operations. As a result the thesis suggests that LED-lights should be used for lighting the track. It gives the best level of lighting and it is much more energy efficient than other lightings. The payoff time is very short. My thesis gives sufficient basis to renew lighting in all Kouvola`s running tracks.		
Subject headings, (keywords) lighting, LED, repayment schedule		
Pages 34p. + app.20p.	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Arto Kohvakka	Bachelor's thesis assigned by City of Kouvola Jari Kämäräinen	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN TILAAJA	2
2.1	Kouvolan kaupunki.....	2
2.2	KSS Energia.....	3
3	VALO JA NÄKEMINEN	3
3.1	Valaistuksen vaikutus ihmiseen.....	4
3.2	Hämäränäkö	4
3.2.1	Fotooppinen ja skotooppinen näkeminen	5
3.2.2	Mesooppinen näkeminen	5
3.3	Häikäisy	6
3.3.1	Estohäikäisy	6
3.3.2	Kiusahäikäisy.....	6
4	VALAISTUKSEN PERUSSUUREET	7
4.1	Valovoima.....	7
4.2	Valovirta	7
4.3	Valaistusvoimakkuus	8
4.4	Luminanssi.....	8
4.5	Valomäärä.....	9
5	ULKOISTEN KUNTOREITTIIEN VALAISTUSVAATIMUKSET	9
5.1	Kuntoradat	9
5.2	Valaistusvaatimukset	10
5.3	Pururadan harrastuskäyttö	11
6	VALAISINVAIHTOEHDOT	12
6.1	Nykyiset elohopeahöyrylamput	13
6.1.1	Toiminta.....	13
6.1.2	Käyttö.....	14
6.2	Suurpainenatriumvalaisimet	14
6.2.1	Toiminta.....	15
6.2.2	Käyttö.....	15
6.3	Monimetallivalaisimet	16
6.3.1	Toiminta.....	16

6.3.2	Käyttö.....	17
6.4	LED-valaisimet.....	17
6.4.1	Toiminta.....	18
6.4.2	Käyttö.....	18
7	KOHTEEN PUUVALAISINPYLVÄÄT	19
7.1	Nykyiset valaisinpylväät.....	19
7.2	Varmennus- ja kuntotarkastus	20
7.3	Kaapelointi.....	21
8	ENERGIANKULUTUS JA MÄÄRÄYKSET	21
8.1	Kioton sopimus.....	21
8.2	Energian säästödirektiivit	22
8.3	Nykyinen energiankulutus	22
8.4	Energian kulutustavoitteet	23
9	MITTAUKSET	23
9.1	Koko pururadan valaisimet.....	24
9.2	Kaksi tolpanväliä	25
9.3	Mittausten tarkastelu.....	26
10	KUSTANNUSLASKELMAT	26
10.1	Dialux-valaistuslaskentaohjelma	27
10.2	Takaisinmaksuaikataulu	28
10.3	Laskelmien tarkastelu	29
11	POHDINTA	30
	LÄHTEET.....	32

LIITTEET

LIITE 1. Pururadan pylvästarkastusraportti

LIITE 2. Hinkkismäen energiankulutuslukemat

LIITE 3. Lux-mittarin kalibrointitodistus

LIITE 4. Easy LED Oy:n valaistuslaskelma

LIITE 5. Valaistusvoimakkuuslaskelma

LIITE 6. Valopää Oy:n laskelma takaisinmaksuaikataulusta

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä Hinkkismäen pururadan nykyiseen valaistukseen. Kuntoreitin puuvalaisinpylväät ja valaisimet on asennettu vuonna 1960. Tarkastelen tämänhetkisen valaistuksen ja puupylväiden kuntoa, sekä teen parannusehdotuksen ja lasken takaisinmaksuajan valaisimien muutosehdotukselle. Valovoimakkuuksia tarkastelen Dialux-valaistussuunnitteluohjelmalla, josta nähdään eri valaisimien valovoimakkuudet.

Pylväiden iän takia tutkin lamppujen vaihtamista uusiin vastaaviin suurpainenatriumlamppuihin, koska puupylväät pitää vaihtaa kuitenkin seuraavan viidentoista vuoden kuluessa. Työssä tutkin uusia LED-valaisinmalleja ja perehdyn tämän hetkisiin ulkokuntoratojen asetuksiin ja standardeihin. Pyrin löytämään edullisen ja hyvän ratkaisun, joka voidaan toteuttaa myöhäisemmässä vaiheessa.

Suomi ja EU:n jäsenmaat ovat allekirjoittaneet Kioton sopimuksen, jossa määrätään vähentämään kasvihuonepäästöjä vähintään 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Tähän tavoitteeseen vedoten, haluan perehtyä enemmän LED-valaistuksen tuomiin etuihin. Se takaa ympäristölle paremman tulevaisuuden, koska LED-valaistus käyttää vähemmän energiaa ja valotehokkuudessakin päästään korkeampiin lukuihin. Suomessa valaistusta tullaan vaihtamaan paljon muutaman vuoden aikana, koska elohopeahöyrylamppujen valmistaminen kielletään koko EU:n alueella huhtikuusta 2015 lähtien.

Tämän päättötyön toimeksiantaja on Kouvolan kaupunki, joka on tällä hetkellä vaihtamassa vanhoja katuvaloja uusiin LED-katuvaloihin. Kaupunki haluaa säästää energiankulutuksessa ja vastata näin päästädirektiivien vaatimaan haasteeseen.

2 TYÖN TILAAJA

Kyselin opinnäytetyön aihetta eri paikoista muutama vuosi sitten ja sain tilaisuuden tehdä opinnäytetyötäni Kouvolan kaupungille. Samalla tein myös tiivistä yhteistyötä KSS Energian kanssa. Kouvolan kaupunki omistaa Hinkkismäen pururadan ja KSS Energia Oy on huolehtinut valaistuksen toimivuudesta.

2.1 Kouvolan kaupunki

Kouvola on kaupunki Pohjois-Kymenlaaksossa, jossa asuu n. 87000 ihmistä. Kouvola teki kuntaliitoksen vuonna 2009, jolloin kuusi lähikuntaa yhdistyivät yhdeksi suureksi Kouvolaksi. Kunnat ovat Kouvola, Valkeala, Kuusankoski, Elimäki, Jaala ja Anjalankoski. /4./



KUVA 1. Kouvolan ydinkeskusta

Nykyisen Kouvolan alueella on vaikuttanut paljon metsäteollisuuden yritykset, jotka sijaitsevat kauniin Kymijoen rannalla. Nykyään UPM Kymmene on lopettanut kaksi paperitehdasta (Voikkaan ja Myllykosken paperitehtaat), jotka ovat vaikuttaneet tämänhetkiseen työtilanteeseen kaupungin talousvaikutusalueella.

Kouvola tunnetaan myös rautateiden ehkäpä merkittävimpana risteysasemana. Kouvolasta pääsee junalla aina pitkälle Aasiaan saakka ja matka Helsinkiin kestää ainoastaan hieman yli tunnin. /4./

Kouvolassa toimii myös Suomen suurimpiin varuskuntiin lukeutuva Vekaranjärven varuskunta ja Utin Jääkärirykmentti. Vekaranjärvellä palvelee nykyään n. 3500 varusmiestä. Lisäksi aivan Vekaranjärven vieressä sijaitsee erittäin kaunis Repoveden kansallispuisto.

Kouvolan kaupungilla on paljon erilaisia liikuntamahdollisuuksia. Kaupungilla on nykyään hoidettuja latu-uria noin 360 kilometriä ja niistä on valaistuja noin 110 kilometriä. Tarkastelen opinnäytetyössäni yhtä Kouvolan kaupungin pururadoista, Hinkkismäen pururataa.

2.2 KSS Energia

KSS Energia on Kouvolassa toimiva Kouvolan kaupungin omistama yrityskonserni. KSS Energia Oy sekä tytäryhtiöt KSS Verkko Oy, KSS Lämpö Oy ja KSS Rakennus Oy muodostavat tämän yrityskonsernin. KSS Energian toiminta perustuu vahvasti Kouvolan seudun toimialueeseen, mutta myös naapurikunnassa Iitissä on paljon asiakkaita. Tällä hetkellä se palvelee yli 50 000 yritys- ja kotitalousasiakasta. KSS Energia Oy harjoittaa sähkön ja kaukolämmön tuotantoa sekä huolehtii jakeluverkkojen kunnossapidosta ja niiden tarpeellisesta uudelleen rakentamisesta. /6./

3 VALO JA NÄKEMINEN

Silmä, näköhermo ja tietyt osat aivoista muodostavat yhdessä näköelimen. Tämä elinryhmä muuttaa valoärsyksen moniksi hermotoiminnoiksi, joiden subjektiivinen tulos näköhavainto on. Näköelin on ihmisen tärkeimpiä aistielimiä. Peräti 70 - 80 prosenttia kaikesta siitä tiedosta, mitä ihminen aistiensa välityksellä vastaanottaa ympäristöstään, tulee näköaistin välityksellä. Siksi valaistus on pyrittävä järjestämään silmälle mahdollisimman edulliseksi. Riittämätön ja virheellinen valaistus vaikeuttaa näkemistä ja tekee näkemisen epämukavaksi tai jopa vaaralliseksi. /14, s. 55./

3.1 Valaistuksen vaikutus ihmiseen

Valaistuksella on erittäin suuri vaikutus ihmisiin ja myös kaikkeen muuhun eliöstöön. Ihmiset viettävät suurimman osan valveillaoloajastaan sisällä keinovalojen vaikutuksen alla. Yleensä valo pilkistää sisälle vielä erilaisista näyttötauluista, ikkunoista tai ovenraosta. Ihminen on kehittynyt niin, että elintoiminnot virittyvät luonnonvalon ja pimeyden mukaan. Valo vaikuttaa muun muassa aineenvaihduntaan, mielialaan, uneen ja seksuaaliseen halukkuuteen. /10, s. 143./

Keinovalon vaikutukset ihmisen terveyteen ovat kiinni niin valon määrästä, laadusta kuin ajoittumisestakin. Hyvin suunniteltu ja hoidettu ulkovalaistus kohentaa kansanterveyttä kannustamalla ihmistä ulkoilemaan ja liikkumaan lihasvoimin. Huonosti hoidettu valaistus taas ohjaa ihmisiä käyttämään autoa lyhyilläkin matkoilla. /10, s. 148./

Hyvä valaistus on tärkeää myös henkiselle vireydelle ja viihtyvyydelle. Huono valaistus taas altistaa onnettomuuksille ja loukkaantumisille. Miellyttäväkkään valaistusta ei kuitenkaan kannata pitää päällä koko yötä, jos liikkujia ei ole yhtään. /10, s. 148./

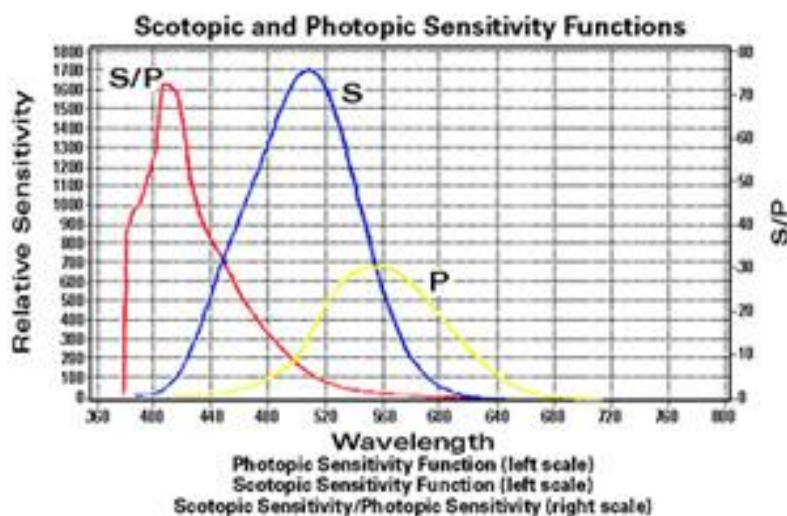
Valosaasteella on epäilty olevan osuutta moniin terveysongelmiin, kuten univaikeuksiin, masennukseen, lihavuuteen, sydän- ja verisuonitauteihin, diabetekseen, Parkinsonin tautiin ja syöpiin. Monet terveyshaitat liittyvät ihmisten vuorokausirytmien häiriintymiseen. Ylipainonkertyminen näyttäisi liittyvän sekä ihmisten käyttäytymiseen että aineenvaihdunnan muutoksiin, ja valoaltistus vaikuttaa kumpaankin. /10, s. 148./

3.2 Hämäränäkö

Silmän verkkokalvolla on kahdenlaisia valoa aistivia soluja, tappi- ja sauvasoluja. Tappisolujen määrä on yhteensä noin 5 miljoonaa ja sauvasolujen yli 100 miljoonaa. Tappisolut sijaitsevat suurimmaksi osaksi verkkokalvon keskialueilla ja ne vastaavat tarkkojen yksityiskohtien ja värien erottamisesta. Suurin osa soluista on kuitenkin laita-alueille levittäytyneitä sauvasoluja. Sauvasolut ovat erittäin valoherkkiä ja erikoistuneet hämärässä näkemiseen. Ne aistivat ainoastaan pieniä kontrasteja ja liikettä. /21./

3.2.1 Fotooppinen ja skotooppinen näkeminen

Molemmat sekä tappi- ja sauvasolut toimivat suurella valaistusvoimakkuustasojen vaihteluvälillä, ja lisäksi keskivalaistusvoimakkuustasolla ne toimivat samanaikaisesti. Sauvasolut vastaavat näkemisestä alhaisissa luminanssiltaan alle $0,003 \text{ cd/m}^2$ valaistusolosuhteissa, mitä kutsutaan skotooppiseksi näkemiseksi. Skotooppinen näkö rajoittuu heikkoon erotuskykyyn mahdollistaen ainoastaan mustan ja valkoisen eri sävyjen erottamisen. Maksimaalinen näöntarkkuus pimeässä on vain $0,01 \text{ cd/m}^2$. /21./



P= fotooppinen, S= skotooppinen ja S/P= näiden suhdeluku

KUVA 2. Fotooppisen ja skotooppisen näkemisen käyrät /1/

Tappisolut sen sijaan toimivat korkeammilla valaistustasoilla yli 3 cd/m^2 valaistuksessa, mitä kutsutaan fotooppiseksi näkemiseksi. Fotooppinen näkö mahdollistaa värien ja tarkkojen yksityiskohtien erottamisen. /21./

3.2.2 Mesooppinen näkeminen

Siirtymävaihetta fotooppisen ja skotooppisen näön välillä, jossa valoisuus on hämärä, kutsutaan mesooppiseksi näökseksi. Mesooppisessa valaistuksessa sekä tappi- ja sauvasolut ovat yhdessä osallisena näköhavainnoissa. Se on siis yhdistelmä fotooppista ja skotooppista näkemistä alhaisissa, muttei kuitenkaan täysin pimeissä valaistus-

olosuhteissa. Mesooppiset valaistustasot vaihtelevat luminanssiltaan 0,003-3 cd/m². Suurin osa yöaikaan esiintyvistä valaistustilanteista ulkoillessa sekä liikenteessä ovat mesooppista valaistustasoa./24/. Timo Mattila sanoo: ”Mesooppinen malli tulee muuttamaan esimerkiksi katuvalaistuksen suunnittelunormistoja tulevaisuudessa” /10/.

3.3 Häikäisy

Häikäisy vaikeuttaa yksityiskohtien näkemistä tai aiheuttaa epämukavuutta näkemisessä. Häikäisyä syntyy, kun näkökentän luminanssijakauma tai -määrä on sopimaton tai muuttuu liian nopeasti tai kontrastit ovat liian voimakkaita. /15, s. 71./

Häikäisyn rajoittaminen on välttämätöntä hyvän näkötehokkuuden ja näkömukavuuden saavuttamiseksi. Erityisesti estohäikäisyn rajoittamiseen tulee kiinnittää huomiota, sillä tämä häikäisymuoto vaikeuttaa näkemistä. Kiusahäikäisyn ei oleteta vaikuttavan kovinkaan paljon useimpiin työtehtäviin ja työturvallisuuteen edellyttäen, että estohäikäisy on rajoitettu. /16, s. 16./

3.3.1 Estohäikäisy

Estohäikäisyksi kutsutaan häikäisymuotoa, joka heikentää näkemistä. Häikäisylähteen lähettämät valonsäteet hajaantuvat silmässä ja muodostavat verkkokalvolla olevan kuvan päälle harsoluminanssin, joka pienentää kuvan kontrasteja. /15, s. 72./

Harsoluminanssi kohottaa haitallisesti myös sopeutumistasoa. Häikäisynlähde sopeuttaa silmää korkeampaan luminanssitason kuin näkökohteen keskimääräinen luminanssi edellyttäisi, minkä seurauksena näkökohteessa tarvitaan suurempi luminanssiero yksityiskohtien havaitsemiseksi. /15, s. 72./

3.3.2 Kiusahäikäisy

Kiusahäikäisyksi kutsutaan muotoa, joka aiheuttaa epämukavuutta näkemisessä. Sillä tarkoitetaan subjektiivista epämiellyttävyyden tunnetta, joka johtuu näkökentän suurista luminansseista tai luminanssieroista. Kiusahäikäisyn kokeminen riippuu myös yksilöllisistä seikoista, kuten asenteesta, mielialasta ja yleiskunnosta. /15, s. 73./

4 VALAISTUKSEN PERUSSUUREET

Jokapäiväisessä elämässä on tarve käyttää samoista suureista yhteneviä mittayksiköitä. Tämä on johtanut nykyisen SI-järjestelmän syntyyn. Seuraavassa taulukossa 1 on esitetty valaistustekniikan tärkeimmät suureet, niiden mittayksiköt ja keskinäiset riippuvuudet.

TAULUKKO 1. Perussuureet, symbolit ja yksiköt /3, s. 34/

suure	symboli	yksikkö	
valovoima	I	kandela	cd
valovirta	Φ	luumen	lm
valaistusvoimakkuus	E	luksi	lx
valoeksitanssi	M	luumen/neliömetri	lm/m ²
luminanssi	L	kandela/neliömetri	cd/m ²
valomäärä	Q	luumensekunti, luumentunti	lms,lmh

4.1 Valovoima

Valovoima (I) on perussuure, josta kaikki muut on johdettu. Valovoiman yksikkö on kandela [cd]. Valovoima kuvaa valonlähteestä tiettyyn suuntaan säteilevän valon voimakkuutta, intensiteettiä. Aikaisemmin normaalikandela määriteltiin tietyssä lämpötilassa ja paineessa olevan mustan kappaleen avulla. Nykyinen valovoiman määritelmä kuuluu sanatarkasti seuraavasti:

Valonlähteen valovoima tiettyyn suuntaan on yksi kandela (1 cd) silloin, kun valonlähde säteilee monokromaattista, $540 \cdot 10^{12}$ Hz:n taajuisista säteilyä ja sen säteilyteho tähän suuntaan on $1/683$ W/sr. /3. s. 34./

4.2 Valovirta

Valovoiman avulla voidaan johtaa valaistussuureet ja yksiköt. Tasaisesti säteilevä pistemäinen valonlähde, jonka valovoima on 1 cd, on asetettu 1 metrin säteisen pallon keskipisteeseen. Oletetaan lähteen säteilevän valovirtansa Φ tasaisesti kaikkiin suuntiin. Valovirran yksikkö on luumen [lm] ja se edustaa kyseisessä tapauksessa 1 cd:n

voimakkuudella tasaisesti säteilevän lähteen 1 metrin pallon pinnalle säteilemän valoenergian virtausnopeutta. /3. s. 35./

Koska pallon pinta-ala on $4\pi r^2$, saadaan kokonaisvalovirraksi 4π lm. Täten tasaisesti säteilevän pistemäisen valonlähteen, jonka valovoima on 1 cd, tuottama valovirta on 4π lm.

Koska valovirta on säteilytehoa, vastaa luumen dimensioltaan tehon yksikköä wattia [W]. Yksinkertaistaen sanottuna valovirta on silmän spektriherkkyydellä painotettu valonlähteen näkyvän valon alueen säteilyteho. /3. s. 35./

4.3 Valaistusvoimakkuus

Valovirran kulkiessa pois valonlähteestä se lopulta osuu johonkin pintaan, josta se heijastuu, jonka se läpäisee tai johon se absorboituu. Pinnalle saapuvan valovirran tiheyttä kutsutaan valaistusvoimakkuudeksi. Valaistusvoimakkuus (E) voidaan laskea kaavan 1 mukaisesti

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1)$$

jossa Φ on pinnalle tuleva valovirta ja A on pinnan ala.

Valaistusvoimakkuuden yksikkö on täten luumenia neliömetrille [lm/m^2] eli luksa [lx]. /3. s. 36./

4.4 Luminanssi

Katsottaessa palloa kaukaa se ei näytä valoisalta pallopinnalta vaan paremminkin valoisalta ympyränmuotoiselta tasopinnalta. Pinnan luminanssi määritellään pinnan valovoiman tiheydeksi tarkastelusuuntaan nähden. Luminanssin (L) yksikkö on kandela neliömetrille [cd/m^2]. /3. s. 37./

4.5 Valomäärä

Valomäärä (Q) on verrannollinen valoenergiaan, kun valovirta oli verrannollinen valotehoon. Valomäärä on siten valovirran aikaintegraali. Valovirran ollessa vakio, valomäärä saadaan helposti kertomalla valovirta tarkasteltavan ajan pituudella. Valomäärän yksikkö on luumensekunti [lms]. Käytännössä on helpompi kuitenkin käyttää yksikkönä luumentuntia [lmh]. Luumentunti on samoin kuin kilowattitunti energian yksikkö. /3. s. 37./

5 ULKOISTEN KUNTOREITTIEN VALAISTUSVAATIMUKSET

Ulkoliikunnan lisääntyessä tarvitaan yhä enemmän valoa, koska päivänvalo ei aina ole saatavilla. Ihmiset ovat myös nykyään niin kiireisiä, että ei enää voida tuijottaa päivä- ja vuodenaikoihin. Urheilijat haluavat enemmän mahdollisuuksia harrastuspaikkojen suhteen, joten kunnat ovatkin joutuneet investoimaan kuntoratoihin ja muihin urheilupaikkoihin. Harrastajien ja varsinkin kilpailijoiden turvallisuus vaatii riittävän hyvän valaistuksen. Lisäksi täytyy ottaa huomioon maaston eri muodot ja puuston aiheuttamat varjostukset. /15, s.114./

Kuntien pitää muistaa, että kuntoreittien valaistukseen kannattaa muutenkin panostaa. Jokainen liikkuja parantaa omaa terveyttään ja näin hänen työuransa ja hyvinvointinsa paranee. Näin tämä tukee kansantaloudellisesti kaupunkia, kuntaa ja Suomen valtiota. Liikkuja haluaa myös tuntea turvallisuutta ja nauttia liikunnan mukavuudesta riittävän valaistuksen takia.

5.1 Kuntoradat

Opinnäytetyössäni tulen käyttämään kaikista kuntoreiteistä ja kuntoradoista nimitystä pururata. Pururadat ovat yleensä renkaan muotoon tehtyjä metsäreittejä. Nämä reitit ovat tarkoitettu ulkoiluun ja urheilemiseen. Kesällä juostaan tai kävellään ja talvella hiihdetään. Syksyn aikana tarvitaan kaikista eniten valoa, koska pimeys on silloin kaikista pahimmillaan. Maan heijastuskerroin onkin silloin lähellä nollaa.

Talvellakin tarvitaan valoa, vaikka heijastuskerroin lähentelee yhtä lumipeitteen antaman valoisuuden takia. Valaistussuunnittelussa pitää noudattaa tiettyjä valaistus-suosituksia.

5.2 Valaistusvaatimukset

Pururatojen pitää noudattaa tiettyjä valaistusvaatimuksia. Valaistusvoimakkuuden vaatimuksia käsitellään direktiivissä EN 12193_2007. Sieltä löytyy taulukko 2, jossa näkyy radan minimi valaistusvaatimustasot. Kuntoreitit, joissa ei kilpailla, luokitellaan luokkaan III /11/.

TAULUKKO 2. Vaadittavat valaistusvoimakkuusluokat SFS-EN 12193_2007 standardista

Table A.17

Outdoor			Reference area		Number of grid points	
			Lenght m (see NOTE)	Width m	Lenght (see NOTE)	Width
Running Street/ Cross Country				4	11	3
Skiing Cross Country				4	11	3
Class	Horizontal illuminance					Ra
	Em lx	Emin/Em				
I	20	0,3				20
II	10	0,3				20
III	3	0,1				---
NOTE Between luminaires						

Kuntoradan valaistusta ei kannata verrata katuvalaistukseen, koska valaistusvoimakkuudet ovat eri luokkaa. Katuvalaistuksessa liikenteen nopeudet vaativat suuremman valaistusvoimakkuuden kuin kuntoilijat pururadoilla. Käyttökapasiteetit huomioon ottaen se ei myöskään ole kannattavaa.

Suositus kuntoreitin valaistusvoimakkuudeksi vaihtelee 1-50 luksin välillä, jossa 50 luksia on ehdoton yläraja. Yleensä keskimääräiseksi arvoksi voidaan suositella 4-8 luksia. Suurimman ja pienimmän arvon suhteen pitää olla vähintään 1:5 reitin näkyvällä osalla. Mutkaisella reitillä valaistusvoimakkuuden tulee olla yli 4 luksia ja mäki-en alaosassa jopa 7-10 luksia. Tällöin voidaan olla varmoja, että urheilija näkee tarpeeksi hyvin ja urheilusuoritus ei vaaranna ihmisen terveyttä. /15, s. 115./

Aikaisemmat arvot tarkoittavat ennen normaalia huoltoa, puhdistusta ja lampun vaihtoa vallitsevia arvoja. Uuden valaistuksen suunnittelussa tulee tarkastella huoltoarvoa, jotta likaantumisen ja valovirran vähenemisen vuoksi vaadittu valaistustaso saavutetaan.

5.3 Pururadan harrastuskäyttö

Hinkkismäen pururata on kohtalaisessa harrastuskäytössä. Pururata on 2100 metriä pitkä, jossa on jonkin verran vaativuushaastettakin korkeuseroihin verraten. Pururata toimi ennen Kouvolan kasarmin kuntotestiratana, mutta nykyään kasarmi on lopetettu.

Kouvolassa on tällä hetkellä hoidettuja latu-uria noin 360 km ja niistä on valaistuja noin 110 km /8/. Tästä 110 km:stä lasketaan arvioitu valaisinmäärä, joka saadaan käyttäen keskimääräistä 30 metrin tolppaväliä.

$$\frac{110000 \text{ m}}{30 \text{ m}} = 3667 \text{ kpl}$$

Kouvolassa kuntoradoilla on näin arvioiden noin 3667 elohopeahöyryvalaisinta, joten valaistusmuutoksia joudutaan lähitulevaisuudessa tekemään aika paljon.

6 VALAISINVAIHTOEHDOT

Valaisimeksi löytyy elohopeahöyry-, suurpainenatrium-, monimetalli- ja LED-valaistusvaihtoehtoja. LED-valaisin on nykyään kiistattomasti paras vaihtoehto, kun suunnitellaan valaistuksen uusimista. LED-tekniikalla toteutettu valaistus tuo energiansäästöä sekä säästöjä huoltokustannuksissa sen pitkän elinkaaren ansiosta. Ledeillä voidaan luoda värikkäitä valoloistoja niin sisä- kuin ulkotiloihin.

Seuraavassa taulukossa 2 on vertailtu edellisiä valaisinvaihtoehtoja niiden eri teknisten tietojen mukaan.

TAULUKKO 2. Tarkasteltavien eri valonlähteiden ominaisuuksia /13. s. 14/

Lamppujen vertailuarvot:

Lamppulaji:	Teho W	Valotehokkuus lm/W	Väriämpötila K	Värintoisto-indeksi Ra
Elohopealamput:				
värikorjatut	50-2000	40-60	3400-4500	40-55
erikoispäällystetyt	50-125	30-45	3000-3400	60-70
Monimetallilamput:	35-3500	65-120	3000-6500	60-95
Suurpainenatriumlamput:				
kirkaskupuiset	35-1000	60-150	1900-2300	20-30
ellipsoidikupuiset	35-400	55-120	1900-2300	20-30
parannetut värintoiston lamput	35-400	40-90	2200-2600	60-85
LED:	20-260	70-120	3000-6500	70-90

Taulukosta näkyy hyvin, kuinka elohopeahöyrylamppu häviää valotehokkuudessa muille valaisintyypeille. Sillä päästään maksimissaan arvoon 60 lm/W, kun muilla päästään jopa 120 lm/W.

Väriämpötila eli lampun värisävy vaikuttaa suuresti valaistavan tilan tunnelmaan. Väriämpötilan yksikkö on kelvin ja sen lyhenne on K. Mitä korkeampi on lampun kelvin-arvo, sitä kylmempi ja sinertävämpi on sen tuottama valonväri. Väriämpötilojen arvoja selvitetään taulukossa 3. /9./

TAULUKKO 3. Lampun värilämpötilat /9/

Hehkulamppu	2700 K	Lämmin valkoinen	2700 K
Halogeenilamppu	3000 K	Valkoinen	3000 K
Loistelamppu	2700-6500 K	Kylmä valkoinen	4000 K
LED-lamppu	3000-6500 K	Päivänvalo	5500-6000 K

6.1 Nykyiset elohopeahöyrylamput

Ensimmäinen elohopealamppu kehitettiin jo 1900-luvun alussa. Sitä pidetään purkauslamppuista yksinkertaisimpina, helpokäyttöisimpänä ja luotettavimpana valonlähteenä. /3, s. 226./ Tämä lampputyyppeistä poistuu kuitenkin Euroopan markkinoilta vuonna 2015, koska elohopeahöyrylamppujen valmistaminen on kielletty. Tämän vuoksi kaupungit ja sähkölaitokset ovat vaihtamassa ne uusiin valaisimiin.



KUVA 3. Elohopeahöyrylamppu /23/

6.1.1 Toiminta

Suhteellisen pienen, elohopeaa sisältävän purkausputken eli polttimon kautta johdetaan niin suuri virta, että elohopeahöyryyn paine putken seinämän lämpenemisen vuoksi nousee useaan ilmakehään. Näin suuren tiheyden omaava elohopeahöyry lähettää sähköpurkauksessa pääasiassa näkyvää säteilyä eli valoa. /13. s. 47./

Lämpöeristyksen aikaansaamiseksi ja polttimon suojaamiseksi ulkoilman hapelta on polttimo sijoitettu ulkokuvun sisään. Loisteainekerros ulkokuvun sisäpinnassa muuttaa

polttimosta lähtevän UV-säteilyn, jota polttimon kvartsilasi hyvin läpäisee, lampun väriominaisuuksia parantavaksi punapainotteiseksi valoksi. /13. s. 47./

Elohopeahöyrylamppu tuottaa melko valkoista valoa, joka on aavistuksen verran sinertävää tai vihertävää ja sen värintoisto on melko kohtalainen. Ne ovat edullisimpia, mutta myös valontuotoltaan ja hyötysuhteeltaan huonoimpia. /23./

6.1.2 Käyttö

Elohopeahöyrylamppuja ei voi käyttää lyhytaikaisessa käytössä, koska se saavuttaa parhaan valotehon vasta muutaman minuutin kuluttua. Näitä lamppuja käytetään suurimmaksi osaksi tievalaistuksessa ja viime aikoina vielä taloyhtiöidenkin piha- ja ulkovaalauksessa. Elohopeahöyrylamppu tarvitsee kuristimella varustetun valaisimen, joten sitä ei voi käyttää hehkulamppun tilalla.

Elohopealamppuilla taloudellinen polttoikä eli hyötypolttokäikä määritellään ajaksi, jolloin lampun valovirta on alentunut 70 %:iin 100 tunnin arvosta. Lamput voivat palaa useita kymmeniä tuhansia tunteja, mutta käytännössä hyötypolttokäikä jää 8000 - 12000 tuntiin. /13, s. 51./ Valontuotto myös vähenee nopeasti, joten ne pitäisi vaihtaa uusiin tietyin välein.

6.2 Suurpainenaatriumvalaisimet

Natriumhöyryssä tapahtuvan kaasupurkauksen soveltuminen valaistustarkoituksiin havaittiin 1920-luvun alussa. Kuitenkin ensimmäinen käyttökelpoinen suurpainenaatriumlamppu kehitettiin vasta 1960-luvun alussa. /3, s. 235./



KUVA 4. Suurpainenatriumlamppu /24/

6.2.1 Toiminta

Suurpainenatriumlampussa natriummetallia sisältävän purkausputken eli polttimon lävitse johdetaan niin suuri virtatiheys, että natriumhöyryn paine putken seinämän lämmitessä nousee 30 - 35 kilopascaliin. Tällöin höyry alkaa lähettää tehokkaasti valoa, jonka spektri kattaa näkyvän valon alueen. /13, s. 60./

Tavalliset suurpainenatriumlamput tarvitsevat syttyäkseen noin 2,5 kV suuruisen jännitepiikin, joka saadaan aikaan ulkoisella sytytinlaitteella. Polttimon lämpeneminen kestää jopa 5 - 10 minuuttia, jona aikana vastus ja palamisjännite kasvavat ja virta pienenee. /13, s. 62./

6.2.2 Käyttö

Suurpainenatriumlamppua pidettiin aikaisemmin tehokkaimpana katuvalona. Suurin hyöty saatiin sen edullisista käyttökustannuksista, koska sen tuottama valo saadaan aikaan 50 % pienemmillä kustannuksilla verrattuna elohopeahöyrylamppuun.

Lampun suurin ongelma on sen häiritsevä värikkyyys. Lamppu näkyy autotiellä keltaisen oranssina valona, joka ei anna tiellä parasta mahdollista näkyvyyttä.

Tavallisilla suurpainenatriumlampuilla on valovirran pysyvyys erinomainen ja hyöty-polttoikä pitkä. Valovirta alenee käytön aikana vain noin 10 %. Lampulla saavutetaan 12000 - 16000 tunnin käyttöikä. /13, s. 64./

6.3 Monimetallivalaisimet

Monimetallilamppu on korkeapaineiseen kaasupurkaukseen perustuva purkauslamppu. Ensimmäiset monimetallilamput valmistettiin jo 1960-luvun alussa. Monimetallilamppujen valotehokkuus on elohopealamppujen valotehokkuutta suurempi. Näiden lamppujen käyttöalue on erittäin laaja. Niitä käytetään kaikenlaisissa ulko-, julkisivu-, urheiluhalli-, teollisuushalli- ja myymälävalaistuksessa. /3, s. 257./



KUVA 5. Keraaminen monimetallilamppu /25/

6.3.1 Toiminta

Elohopealamppun polttimoa vastaavaan purkausputkeen on viety elohopean lisäksi muiden metallien jodideja. Kuumassa sähköpurkauksessa jodidit hajoavat, jolloin vapautuvat metalliatomit elektronien virittäminä alkavat lähettää niille tyypillistä säteilyä.

Nykyisin käytetään myös suurpainenatriumlampuista tuttua keraamista polttimorakennetta, jolloin lampun valovirta ja värisävy muuttuvat käytön myötä huomattavasti vähemmän. /13, s.53./

6.3.2 Käyttö

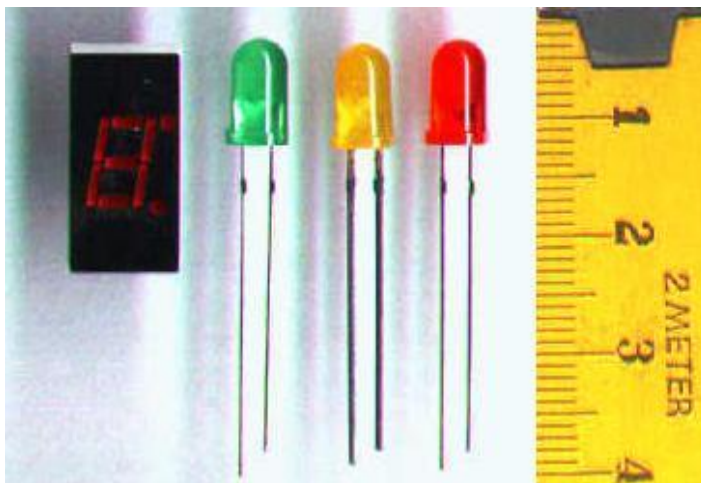
Monimetallilampun käyttö ei ole yleistynyt katuvalaistuskäytössä. Sitä käytetään hyvin paljon kaupungeissa, jossa värinvalo ja luonnollinen valo ovat viihtyvyyden kannalta suuressa osassa. Monimetallilampun suurin etu onkin sen värinvaloindeksissä, joka on 85 eli lähellä täydellisyyttä.

Monimetallilamppuja on alettukin käyttää paljon enemmän, vaikka ne ovat hiukan kalliimpia. Tähän taas on vaikuttanut se, että elohopeahöyrylampujen valmistaminen kiellettiin EU-alueella. Monimetalli on hyvä lamputyyppi käytettäväksi esim. akvaarioissa ja viihdeteollisuudessa.

Monimetallilampun polttoikä vaihtelee erittäin suuresti, johtuen eri jodidien ja toisistaan huomattavasti poikkeavista malleista. Joillakin suuritehoisilla lampuilla, valovirta voi olla laskenut jo 70 % arvoon 100 tunnin arvosta noin 2000 käyttötunnin jälkeen. /13, s. 56./

6.4 LED-valaisimet

Ensimmäisen valoa lähettävän diodin kehitti brittiläinen H. J. Round vuonna 1907. Kuitenkin ensimmäisen käyttökelpoisen näkyvää punaista valoa lähettävän LED:n kehitti vuonna 1962 Nick Holonyak.



KUVA 6. Erivärisiä LED-lamppuja /26/

Kaiken LED-valaistustekniikan tärkein keksintö oli kuitenkin valkoisen ledin kehittäminen. Tämä saadaan aikaan, kun sininen LED päällystetään fosforipitoisella päällysteellä. Tämän oivalluksen teki japanilainen Shuji Nakamura, joka sai tästä Millennium-tekniikkipalkinnon vuonna 2006. /26./

LEDien valovoima ja tehokkuus ovat kasvaneet 1960-luvulta asti likipitään eksponentiaalisesti ja on kaksinkertaistunut aina 36 kuukauden välein. Tämä kehitys johtuu suurelta osalta muiden puolijohteiden tekniikoiden soveltamisten ja materiaalien sekä tekniikoiden kehittymisestä. /26./

6.4.1 Toiminta

Katodilta anodille kulkeva päästösuuntainen virta kuljettaa elektroneja ja elektroniaukkoja kohti sirun liitoskohtaa. LEDin liitoskohdassa elektronit ja elektroniaukot yhdistyvät. Yhdistymisen seurauksena elektroni siirtyy alemmalle energiatasolle, jolloin vapautuu energiaa.

Osa energiasta emittoituu valoksi ja osa vapautuu värähtelynä ympäröiviin atomeihin, jolloin syntyy lämpöenergiaa /18/. LEDejä voidaan käyttää suoraan tasajännitteellä virtaa rajoittavan etuvastuksen avulla tai tasajännitepulsseja antavalla ohjaimella. Etuvastus kuluttaa kuitenkin osan tehosta, jolloin LEDistä ei saada maksimaalista hyötyä valotehosta.

6.4.2 Käyttö

Ensimmäisiä LEDejä käytettiin erilaisten laitteiden merkkivaloina. Aluksi niitä käytettiin kalliissa laboratoriolaitteissa, mutta jo 1970-luvulla myös radioissa, televisioissa, puhelimissa, laskimissa ja kelloissa. Laskimien ja kellojen näytöissä käytettiin aikaisemmin punaisia LEDejä, kunnes nestekidenäytöt syrjäyttivät ne. Vasta 1990-luvulla LEDeistä oli tullut niin kirkkaita, että niitä alettiin käyttää valaistustekniikassa. /26./

7 KOHTEEN PUUVALAISINPYLVÄÄT

Hinkkismäen pururadan sähköasennuksiin, joihin puuvalaisinpylväätkin kuuluvat, täytyy tehdä säännölliset ja lakisääteiset sähköasennusten tarkastukset. Nämä tarkastukset ovat tärkeä osa pururadan valaistuksen kunnossapitoa. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukesin ohjeessa sähkölaitteistot ja käytönjohtajat kerrotaan eri säädöksistä. Tärkeimmät sieltä ovat sähköturvallisuuslaki 410/1996 ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätökseen sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä KTMP 517/1996 ja niihin tehdyt eri muutokset. /17./

Pururadalla on puiset valaisinpylväät. Valaisinpylväät tarkastetaan aina 12 vuoden välein Inspectan toimesta ja tästä varmennustarkastuksesta tehdään tarkastuspöytäkirja. Kuuden vuoden välein suoritetaan silmämääräinen tarkastus ja siinä havaitut viat korjataan mahdollisimman nopeasti. Silmämääräisessä tarkastuksessa tutkitaan avojohtojen kunto, pylväiden kunto, harukset, tehdään lahotarkastelu ja katsotaan mahdolliset raivaustarpeet. /4./

Pahimmassa tapauksessa pylväs joudutaan vaihtamaan uuteen, jos se on lahonnut liikaa tai tikka on käynyt hakkaamassa reikiä pylvääseen. Näillä tarkastuksilla saadaan turvattua sivullisten henkilöiden turvallisuus ja asentajien työturvallisuus.

Kaatuessaan pylväs aiheuttaa aina erittäin suuren vaaratilanteen. Asentajia on kuollut töissä, koska pylväs on jostakin syystä päässyt kaatumaan. Puhelinasentaja kuoli työtapaturmassa vuonna 2008, koska maan alapuolelta lahonnut pylväs kaatui. Työtapaturmasta oli lehtijuttu Vasamassa 1/2010 ja tästä on tehty TOT 27/08 -raportti. /8, s. 12./

7.1 Nykyiset valaisinpylväät

Nykyiset valaisinpylväät on asennettu pururadalle vuonna 1960. Puupylväiden käyttöikä on 40 - 80 vuoden välillä, riippuen sääolosuhteista ja pylvään yksilöllisistä ominaisuuksista /3/. Ennen ei puupylvääseen vaikuttanut minkäänlaiset standardit. Nyky päivänä puupylväät luokitellaan latvahalkaisijan mukaan luokkiin 1-5, jotka on esitetty puupylvässtandardissa SFS 2662. Lisäksi niihin vaikuttaa harmonisoitu eurooppa-

lainen puupylvässtandardi, jossa määritellään pylvään ominaisuuksien mittaaminen ja testaaminen. Tämä standardi on SFS EN 14229:2010.

7.2 Varmennus- ja kuntotarkastus

Hinkkismäen pururadalle on tehty varmennustarkastus vuonna 2011. Sain KSS Energia Oy:ltä kyseisen tarkastuspöytäkirjan (liite 1). Pöytäkirjaan on merkitty tämänhetkinen tilanne, joka on joitain pylväitä lukuun ottamatta hyvä. Pururadalla on yhteensä 70 kappaletta puupylväitä.

Tärkeimpänä asiana on huomata, että yhdessä pylväessä on kaksi keltaista merkkinauhaa (kuva 5). Tämä tarkoittaa, että pylväessä on täysi kiipeämiskielto (tarkastuspöytäkirjan pylväsnumero 427). Kymmenessä pylväessä on yksi keltainen merkkinauha, joka tarkoittaa osittaista kiipeämiskieltoa. KSS Energia Oy:llä pylväs tuetaan kaivinkoneella, jossa on pylväskauha pylvään pystyttämistä varten. /3./



KUVA 7. Kuva Hinkkismäen pylvästä, jossa on kiipeämiskielto

7.3 Kaapelointi

AMKA-riippukierrekaapelilla tehty asennus on tavallisin asennustapa pienjänniteilmajohdoilla. Hinkkismäen pururadankin valaistus on toteutettu tällaisella asennustavalla. Se on paras ja halvin vaihtoehto tällaisessa maastossa, jossa on jonkin verran kalliota.

Tähän syöttökaapeliin noudatetaan pienjänniteilmajohtostandardia SFS 6003. Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä tätä standardia enempää, koska kaapelit ovat hyvässä kunnossa ja niitä ei vielä tulla uusimaan.

8 ENERGIANKULUTUS JA MÄÄRÄYKSET

Ympäristöasioita koskevat kansainväliset aloitteet ja erityisesti EU:n ympäristösääntely ovat lisääntyneet voimakkaasti viime vuosina. Tämä on johtanut ympäristösääntelyn tiukkenemiseen ja monimutkaistumiseen myös meillä Suomessa. Useat säädökset koskevat kaikkia yrityksiä ja siten myös meitä kansalaisia.

Energiaan liittyvillä tuotteilla on suuri osuus luonnonvarojen ja energian kulutuksessa yhteisössä. Niillä on myös useita muita ympäristöömme vaikuttavia tekijöitä. Kestävän kehityksen vuoksi olisi edistettävä näiden tuotteiden yleisten ympäristövaikutusten jatkuvaa parantamista. Erityisesti määrittämällä kielteisten ympäristöasioiden pääasialliset lähteet ja välttämällä saasteiden kulkeutumista silloin, kun tähän parantamiseen ei liity kohtuuttomia kustannuksia. /19./

8.1 Kioton sopimus

Suomi ja kaikki EU:n jäsenmaat allekirjoittivat vuonna 2002 Kioton sopimuksen, jossa ratifioituneet maat ovat sitoutuneet kasvihuonepäästöjen määrälliseen rajoittamiseen. Sopimus astui voimaan kuitenkin vasta vuonna 2005, kun Venäjä allekirjoitti sopimuksen. Sopimuksen voimaantumisen edellytyksenä oli, että sopimuksen ratifioituneiden maiden päästöt ovat vähintään 55 prosenttia teollisuusmaiden päästöistä. Suomi on kaikkien jäsenmaiden kanssa asettanut tavoitteeksi vähentää energiankulu-

tusta ja päästöjä vähintään 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2020 mennessä.
/22./

8.2 Energian säästödirektiivit

EuP-direktiivi on puitedirektiivi energiaa käyttävien tuotteiden ekologisen suunnittelun vaatimuksista. Sen nojalla annetaan tuoteryhmäkohtaisia täytäntöönpanosäädöksiä, joissa määritellään tarkemmin tuotesuunnittelun ympäristövaatimukset. Voimaan astuttuaan vaatimukset koskevat kaikkia EU:n jäsenmaita ilman kansallista lainsäädäntöä. /19./

Komission asetus (EY) N:o 245/2009 annettiin 18.3.2009, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2005/32/EY täytäntöönpanemisesta loistelamppujen, joissa ei ole sisäistä virranrajoitinta, suurpaineipurkauslamppujen sekä virranrajoittimien ja valaisimien, joissa voidaan käyttää tällaisia lamppuja, ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2005/32/EY kumoamisesta. /19./

Tähän tehtiin kuitenkin muutos (EU) N:o 347/2010, joka annettiin 21.4.2010. Edellisen asetuksen antamisen jälkeen oli käynyt ilmi, että mainitun asetuksen tiettyjä säännöksiä olisi muutettava, jotta voidaan välttää ei-toivotut vaikutukset asetuksen soveltamisalaan kuuluvien tuotteiden saatavuuteen ja suorituskykyyn. /20./

8.3 Nykyinen energiankulutus

Nykyinen energiankulutus on pururadalla aika pientä, koska valoja ohjataan hämäräkytkimellä ja kello sammuttaa valot iltaisin kello 22.00. Vuosittain kuluu sähköenergiaa noin 12000 kWh, joka näkyy KSS Energian vuosikulutustaulukosta (liite 2). Laskin tehoista, että keskimääräinen päiväkäyttö on 4 tuntia, koska valot sammutetaan aina kesän ajaksi (8.3. - 6.9.2014) kokonaan. Tämä asia vaikuttaa erittäin paljon takaisinmaksuaikatauluun ja tulevaan valaistusmuutossuunnitelmaan.

8.4 Energian kulutustavoitteet

Valaisimien vaihdon tapahtuessa halutaan saada energian kulutus mahdollisimman pieneksi. Siksi halutaan miettiä jopa sellaisia valaisimia, joita voi säätää portaittain ja näin saadaan valovoimakkuus pidettyä mahdollisimman tasaisena koko käyttöajan.

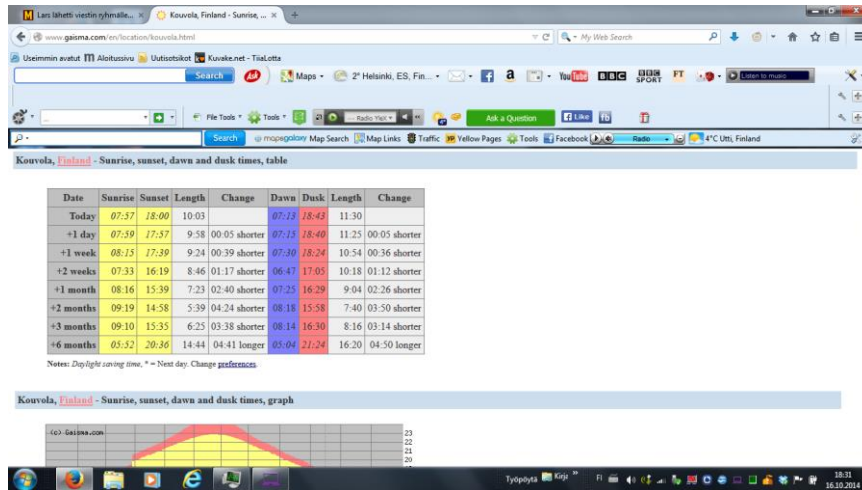
9 MITTAUKSET

Kävin mittaamassa pururadan tämänhetkisen valaistusvoimakkuuden 16.10.2014 klo 19.30- 20.30. Mittaukset suoritettiin Hagner Digital Luxmeterilla No.:30924, joka on kalibroitu vuonna 2008 (Kalibrintitodistus liite 3). Mittausiltana taivas oli pilvetön ja kirkas, joten hajavalo ei mainittavasti vaikuttanut mittaustuloksiin.



KUVA 8. Kuva mittauspaikan kohdalta

Mittauspäivän säätä tarkasteltiin netissä olevalla ilmaisohjelmalla, josta pystyy ottamaan todistuksen myöhempää säätarkastelua varten. Yhdestä taulukosta selviää aurin-
gon nousu-, lasku-, aamuhämärä- ja iltahämäräaika. Kuvassa 9 näkyy iltahämäräaika, jonka jälkeen mittaukset suoritettiin.



KUVA 9. Mittauspäivän auringon käyttäytymisajat /2/

9.1 Koko pururadan valaisimet

Halusin tarkastella myös koko pururadan valovoimakkuuksia. Mittasin pururadan valaistusvoimakkuudet jokaisen valaisintolpan alta. Mittaustulokset ovat taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Mittaustulokset suoraan kaikkien valaisimien alta

1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71
13,9	7,0	5,3	2,0	33,3	11,1	6,0	9,8
16,5	8,9	11,4	21,3	4,7	27,6	10,8	
5,8	16,0	7,2	10,3	6,3	26,7	36,1	
3,5	7,0	15,4	15,2	7,1	17,9	36,8	
4,5	5,8	31,7	9,1	11,1	11,7	4,1	
21,7	7,7	6,6	16,2	31,2	5,0	8,5	
1,8	17,8	11,4	24,3	29,0	4,5	20,1	
14,3	6,0	7,7	12,9	21,2	21,1	3,3	
9,6	x	3,8	14,9	31,0	22,1	15,8	
22,1	7,4	5,7	5,0	8,7	4,0	10,9	

x= valaisin pimeänä

valaisimet 70 ja 71 ovat samassa tolpassa lähtöpaikan kulmassa

Pururadan mittauksista havaitsin, että valaisinkohtaisesti löytyy erittäin suuria eroja. Pienin mittaustulos valovoimakkuudesta oli 1,8 lux:a ja suurin tulos oli 36,8 lux:a.

9.2 Kaksi tolpanväliä

Halusin tarkastella kolmen eri tolpan väliltä valovoimakkuuksia. Kävin mittaamassa 16.10.2014 klo 19.30- 20.30 pururadan lähtöpaikan suoralta valovoimakkuudet.

Mittaustulokset ovat taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Mittaustulokset kahden eri tolpan väliltä

väli 2-3 (väli 30,1 m)			väli 3-4 (väli 30,8 m)		
ulkoreuna	puoliväli	alla	ulkoreuna	puoliväli	alla
9,8	11,1	11,3	3,9	5,2	6,0
11,9	14,0	13,7	3,7	5,0	5,2
13,1	15,6	15,8	3,3	4,0	4,1
14,4	16,7	17,1	2,8	3,2	3,2
13,3	15,3	14,3	2,1	2,6	2,5
11,5	12,4	12,1	1,7	1,9	1,9
9,1	10,2	10,0	1,3	1,5	1,5
7,1	7,8	7,4	1,0	1,2	1,2
5,5	6,2	5,8	0,9	1,0	0,9
4,3	4,8	4,5	0,6	0,7	0,7
3,5	4,0	3,7	0,5	0,5	0,5
2,6	2,8	3,0	0,4	0,4	0,4
2,0	2,1	2,0	0,3	0,3	0,3
1,6	1,6	1,6	0,2	0,3	0,3
1,2	1,2	1,1	0,2	0,2	0,2
1,0	0,9	0,9	0,2	0,1	0,1
0,9	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2
0,7	0,7	0,7	0,3	0,4	0,3
0,7	0,8	0,8	0,4	0,6	0,5
0,7	0,7	0,8	0,5	0,7	0,8
0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
0,8	0,9	0,9	1,1	1,3	1,3
1,0	1,2	1,3	1,5	1,8	1,7
1,5	1,6	1,6	2,4	2,7	2,6
1,8	2,2	2,5	3,0	3,6	3,4
2,4	3,0	3,2	3,3	4,0	3,6
3,1	3,9	4,3	3,0	3,7	3,5
3,8	4,9	5,3	2,8	3,2	2,8
4,1	5,2	6,1	2,1	2,5	2,3
			1,6	1,8	1,6

mittaus alkoi 3m ennen tolppaa

mittaus loppui 4 m tolpan jälkeen

9.3 Mittausten tarkastelu

Tarkastelin mittaustuloksia (taulukko 3) jokaisen valaisimen alapuolelta. Huonoimpien valaisimien mittausravot olivat vain 1,8 ja 2,0 lux:a, joten tästä voidaan päätellä, että valaistusvoimakkuus ei enää millään riitä puolessavälissä valaisinpylväitä. Nämä valaisimet pitää huoltaa välittömästi, että saadaan liikkujien hyvinolontunne ja turvallisuus edes jotenkin taattua.

Taulukossa 4 ovat mittaustulokset kolmen eri pylvään väliltä. Pylväiden väliin voidaan piirtää kuvitteellinen ruudukko ja jokaisesta ruudusta mitattiin valovoimakkuus. Tuloksista huomataan hyvin, että valaistus kyseisien pylväiden välillä on aivan olematonta.

Laskin Dialux-valaistuslaskentaohjelmalla uuden valaisinehdotuksen valaistusvoimakkuudet ja vertasin näitä arvoja mitattuihin arvoihin (taulukko 4). Näin sain todistettua, että valaisimien vaihto kannattaa valaistusvoimakkuuksien kannalta. Aikaisemmin kerroinkin, että suositus pururadan valaistusvoimakkuudeksi on 1-50 luksin välillä.

10 KUSTANNUSLASKELMAT

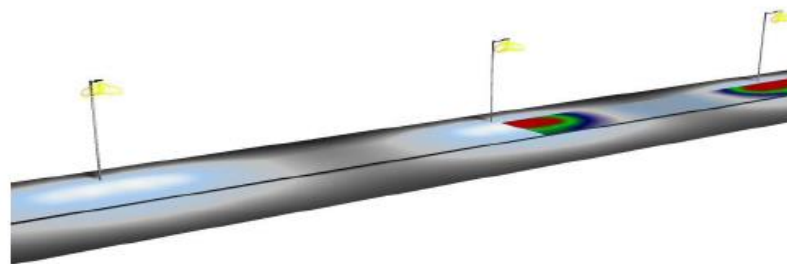
Valaistuksia pystytään nykyään laskemaan erilaisilla valaistuslaskentaohjelmilla. Ohjelmiin pitää valita haluttavat valaisimet ja ohjelma laskee valaistusvoimakkuudet. Takaisinmaksuaikatauluun vaikuttavat seuraavat asiat:

- energiankulutus
- käyttöikä
- huoltokustannukset
- perustamiskustannukset

10.1 Dialux-valaistuslaskentaohjelma

Dialux-valaistuslaskentaohjelma on tarkoitettu valaistussuunnittelijoiden apuvälineeksi. Ohjelmaan pystytään luomaan valaistava tila, johon lisätään valaisimia haluttu määrä. Ohjelma laskee valaistusvoimakkuudet, joista voidaan tarkastella valaistusvoimakkuuksien riittävyys. Dialux-valaistuslaskentaohjelmaa käyttää mm. valaisinvalmistajat ja tällaisesta erään yrityksen laskelmasta on esimerkki liitteessä 4.

Tein ohjelmaan kuvitteellisen kahden pylvään välisen pururatapätkän. Vasen puoli tehtiin syksyksi asettamalla heijastuskerroin 30 %:iin ja oikea puoli talveksi, asettamalla heijastuskerroin 70 %:iin. Tein laskelmat ohjelman avulla ja tulokset on liitteessä 5. Alapuolella on otettu kuva ohjelmasta.



KUVA 10. Dialux-ohjelmaan tekemäni 90 metriä pitkä pururataosuus

Keskimmäinen pylväs ja valaisin on sijoitettu syksy- ja talvirajapinnan puoleen väliin. Tästä nähdään, miten paljon enemmän saadaan valotehoa talvella, kun maan heijastuskerroin on lumen vuoksi korkeampi.

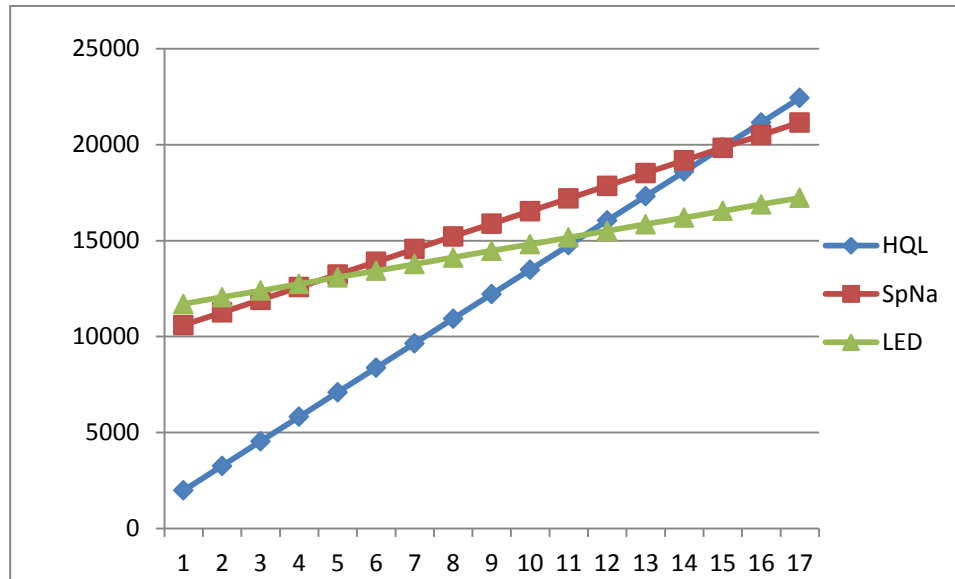
10.2 Takaisinmaksuaikataulu

Takaisinmaksuaikataulun tarkastelu on erittäin tärkeää, koska siitä saadaan jonkinlainen kuva, milloin valaisinvaihto kannattaa tehdä ja minkälaisella aikataululla sijoitettavat rahat ”kuoleentuvat” takaisin. Takaisinmaksuaikatauluja tekevät mm. valaisinvalmistajat ja tällaisesta erään yrityksen laskelmasta on esimerkki liitteessä 6.

Alla on tekemäni laskelmat Excel-tilukkolaskentaohjelmalla.

TAULUKKO 6. Laskelma eri valaisimien takaisinmaksuaikataulusta

	HQL	SpNa	LED
1. vuosi	1988	10600	11706
2. vuosi	3266	11261	12052
3. vuosi	4544	11921	12397
4. vuosi	5822	12581	12743
5. vuosi	7100	13242	13089
6. vuosi	8378	13902	13435
7. vuosi	9656	14562	13780
8. vuosi	10934	15222	14126
9. vuosi	12212	15883	14472
10. vuosi	13490	16543	14818
11. vuosi	14768	17203	15163
12. vuosi	16046	17864	15509
13. vuosi	17324	18524	15855
14. vuosi	18602	19184	16201
15. vuosi	19880	19845	16547
16. vuosi	21158	20505	16892
17. vuosi	22436	21165	17238



KUVA 11. Diagrammi edellisistä laskelmista

Käyristä huomataan, että LED-valaistuksen alkukustannukset ovat vielä hieman korkeammat. Laskin, että noin neljän vuoden kohdalla saavutetaan suurpainenatriumlamppuvalaisin investointikustannuksissa ja 11 vuoden kohdalla saavutetaan elohopeahöyrylamppuvalaisin investointikustannuksissa. Tämä ero tulee siitä, että elohopeahöyryvalaisimet ovat vanhoja valaisimia, joihin tehdään ryhmävaihto. Suurpainenatriumvalaisimet asennetaan vanhojen valaisimien tilalle, joten alkukustannukset ovat suuremmat.

10.3 Laskelmien tarkastelu

Ensimmäisenä tarkastelin nykyisen valaistuksen energiankulutusta sekä laskin yhtä valaisinta kohti ottaman verkkotehon, jonka tulokseksi sain 150 W/valaisin liitännälaitteineen. Tästä on helppo alkaa tarkastelemaan uusien valaisimien ottamia tehoja, kuten esimerkiksi erään suurpainenatriumlamppu Siteco SC 50 ottama teho on 63 W ja LED-valaisin Iguzzini BH 34 ottaa 38,7 W. Nämä tehot ovat valaisinvalmistajien ilmoittamia tehoja.

Näistä valaisimista laskin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla takaisinmaksuaikataulun (taulukko 6.), josta nähdään investoinnin sijoituskannattavuus ja miten nopeasti saadaan kuoletettua rahat takaisin. Tarkastelussa ei ole otettu huomioon töiden osuutta,

vaikka mielestäni elohopeahöyrylamput olisi vaihdettava joka tapauksessa. Tällöin ei uusien valaisimien vaihtokustannuksetkaan näyttele niin isoa osuutta, koska nostolava-auto tarvitaan joka tapauksessa. Työaika on vaan hiukan pitempi. Valaisimen vaihdossa menee arviolta aikaa noin 1 tunti.

11 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja haastava eri valaistusratkaisuja ajatellen. Työn aikana tutustuin suurpainenatrium- ja LED-valaisinmalleihin. Suurpainenatriumvalaisimiin en kuitenkaan perehtynyt kovinkaan paljoa, koska näen pelkästään tulevaisuuden LED-valaisimissa. Näiden valaisimien suurimmat hyödyt saavutetaan niiden energiankulutuksessa sekä värinän- ja iskunkestävyydessä, jolloin valaisimia sanotaankin huoltovapaiksi. Totean, että LED-valaistustekniikka on tätä päivää, enkä myöskään suosittelisi Kouvolan kaupungille muita vaihtoehtoja.

Energiankulutus ei ole tälläkään hetkellä kovin suurta, mutta LED-valaistustekniikalla toteutetulla ratkaisulla saadaan tuntuvia säästöjä aikaan. LED-valaistuksen tuomat suorat energiansäästöt ovat noin 70 % luokkaa verrattuna elohopeahöyrylampuihin. Säästöt voidaan laskea helposti vaikka Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Dialux-valaistussuunnitteluohjelma helpottaa valaistussuunnittelua ja sitä oli mielenkiintoinen kokeilla ja harjoitella. Aluksi oli ”pieniä” ongelmia esim. uusien valaisintyyppien tuomisessa ohjelmaan, mutta valaistussuunnittelija Timo Mattilan opastuksella nämäkin ongelmat voitettiin. Mielenkiintoista oli tarkastella syksy- ja talvipintojen vaikutusta valonvoimakkuuteen.

Puupylväisiin perehdyin kahdesta eri näkökulmasta. Työtäni aloittaessa mietin, että valaisimia vaihdettaessa vanhat puupylväät jätetään paikoilleen. Pylväiden kunto on tällä hetkellä vielä hyvä, mutta elinkaariajattelun mukaan, niidenkin käyttöikä alkaa olla tiensä loppupuolella. Pylväiden vaihtoaikataulua on tutkittava tarkkaan, koska se vaikuttaa myös valaisimien vaihtoaikatauluun. Jos valaisimet vaihdetaan heti, niin muutamia pylväitä kannatta oikoa ja korjata. Jos taas valaisimet vaihdetaan vasta viidentoista vuoden päästä, niin siinä vaiheessa joudutaan uusimaan sekä syöttökaapelit että valaisinpylväät.

Takaisinmaksuaikataulu näkyy laskelmissa ja siitä nähdään miten lyhyt on takaisinmaksuaikataulu. Pururadan käyttötunnit ovat sen verran pieniä, että takaisinmaksuaikataulu pitenee hiukan. Kaikkien elohopeahöyrylamppujen vaihtaminen LED-valaisimiin säästää paljon energiaa. Tämä tarkoittaa kuitenkin sitä, että kaikkien elohopeahöyrylamppujen omistajien pitää ”herätä” tähän päivään ja kysellä valaistus-suunnittelijalta uusia valaisintyyppejä, joilla uuden ja paremman valaistuksen voisi toteuttaa.

Timo Mattila näytti minulle uutta 3D-valaistussuunnittelutekniikkaa ja sitä mihin nykypäivän valaistussuunnittelu on menossa. Uskon, että Mattilan näyttämä tekniikka on tulevaisuutta ja se herättää minulla suuren kunnioituksen valaistussuunnittelijoita kohtaan.

LÄHTEET

1. Adlux. 2014. Laadukas valaistus. WWW-dokumentti.
<http://www.adlux.fi/public/tyo/laadukasvalaistusberman.html>
Päivitetty 29.10.2014. Luettu 29.10.2014.
2. Gaisma. 2014. WWW-dokumentti.
<http://www.gaisma.com/en/location/kouvola.html>.
Päivitetty 16.10.2014. Luettu 16.10.2014.
3. Halonen, Liisa & Lehtovaara, Jorma 1992. Valaistustekniikka. Jyväskylä:
Gummerus Kirjapaino
4. Härkönen, Jukka 2014. Haastattelu 30.10.2014. Tiedottaja. KSS Energia Oy.
5. Kouvola. 2014. Tietoa Kouvola. WWW-dokumentti.
<http://www.kouvola.fi/index/aikuisvaestolle/tietoakouvola.html>.
Päivitetty 4.9.2014. Luettu 21.10.2014.
6. KSS Energia. 2014. Avaintiedot. WWW-dokumentti.
<https://www.kssenergia.fi/avaintiedot>. Päivitetty 1.11.2014. Luettu 25.10.2014.
7. Kämäräinen, Jari 2014. Haastattelu 22.10.2014. Tiedottaja. Kouvola kaupunki,
liiketilalaitos.
8. Lakka, Hannu 2014. Sähköpostikeskustelu 20.- 23.10.2014. Tiedottaja. KSS Ener-
gia Oy.
9. Lampputieto. 2014. Lamppujen ominaisuuksia. WWW-dokumentti.
<http://www.lampputieto.fi/lamput/lamppujen-ominaisuuksia/kelvin-varilampotila/>
Päivitetty 3.10.2013. Luettu 10.11.2014.
10. Lyytimäki, Jari & Rinne, Janne 2013. Valon Varjopuolet. Tampere: Tammerprint
Oy.

11. Mattila, Timo 2014. Henkilökohtainen tiedonanto 16.- 3.11.2014. Tiedottaja. Valaistus- ja sähkösuunnittelu Timo Mattila Ky.
12. Mononen. 2014. Puupylvään edut. WWW-dokumentti.
<http://www.iivarimononen.fi/fi/pylv%C3%A4stuotanto/puupylv%C3%A4%C3%A4n-edut/>. Päivitetty 28.10.2014. Luettu 28.10.2014.
13. Sähköliitto. 2014. Laho pylväs vei asentajan hengen. WWW-dokumentti.
<http://sahkoliitto-fi-bin.directo.fi/@Bin/77a50929b22644c667ac0b85f70f0994/1414192313/application/pdf/119421/vasama%201%202010.pdf>. Päivitetty 25.10.2014. Luettu 25.10.2014.
14. Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu. Lamput ja valaisimet. Jyväskylä 1999.
15. Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu. Valaistuksen laskenta, mittaukset ja huolto. Jyväskylä 1996.
16. Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valoteknillinen Seura ry:n julkaisu. Valaistustekniikan käsikirja III. Helsinki 1985.
17. Tukes. 2014. Sähkölaitteistot ja käytönjohtajat. WWW-dokumentti.
<http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/>. Päivitetty 23.2.2011. Luettu 30.10.2014.
18. Valosto. 2014. Mitä LED on ja mitkä ovat sen edut ja haitat. WWW-dokumentti.
http://www.valosto.com/tiedostot/Kohti_valoa_Tetri.pdf .
Päivitetty 21.10.2014. Luettu 21.10.2014.
19. Valosto. 2014. EuP-direktiivi. WWW-dokumentti.
<http://www.valosto.com/ajankohtaista/eupdirektiivi>.
Päivitetty 23.2.2011. Luettu 30.10.2014.

20. Asetus (EU) 347/2010. 2010. WWW-dokumentti.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:104:0020:0028:FI:PDF>.
Päivitetty 27.10.2014. Luettu 27.10.2014.
21. Theseus. 2014. Näkemisen laatu monitehotekomykiöllä. WWW-dokumentti.
<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/50333/Nakemisen%20laatu%20monitehotekomykiolla%20%20tarkastelun%20kohteena%20Alcon%20AcrySof%20ReSTOR.pdf?sequence=1>.
Päivitetty 10.7.2013. Luettu 2.11.2014.
22. Ympäristöministeriö. 2014. Kioton sopimus. WWW-dokumentti.
http://www.ym.fi/fi-fi/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen/Kansainvaliset_ilmastoneuvottel/Kioton_poytakirja. Päivitetty 1.11.2014. Luettu 25.10.2014.
23. Wikipedia. 2014. Elohopeahöyrylamppu. WWW-dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Elohopeah%C3%B6yrylamppu>.
Päivitetty 23.10.2014. Luettu 23.10.2014.
24. Wikipedia. 2014. Suurpainenatriumlamppu. WWW-dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Suurpainenatriumlamppu>.
Päivitetty 22.10.2014. Luettu 22.10.2014.
25. Wikipedia. 2014. Monimetallilamppu. WWW-dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Monimetallilamppu>
Päivitetty 22.10.2014. Luettu 22.10.2014.
26. Wikipedia. 2014. LED-lamppuja. WWW-dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/LED>.
Päivitetty 22.10.2014. Luettu 22.10.2014.

Pururadan pylvästarkastusraportti

Hinkkismäen pururadan pylvästarkastus raportti:

	Northing	Easting	Pylväsnum	Tiennimi	pylvas vuosi	Pylvään tuenta	Halkaisija	Tervehäik	kiip.kielto	selitys	selitys	Vika1	Vika2
1	6751420.1	3482343.5	417	Hinkkismäki	I	1960 Harustus	19	19					
2	6751402.8	3482319.3	418	Hinkkismäki	I	1960 Harustus	19	19		harus löysä	Harus	Harus	korjattava
3	6751391.0	3482290.0	419	Hinkkismäki	A	1960 -	17	16					
4	6751390.1	3482257.6	420	Hinkkismäki	I	1960 Harustus + kallio	20	19					
5	6751389.3	3482222.6	421	Hinkkismäki	I	1960 Harustus	17	11	1	nauha			
6	6751404.0	3482197.3	422	Hinkkismäki	I	1960 Harustus + kallio	17	16					Tikankoloja
7	6751423.2	3482176.1	423	Hinkkismäki	I	1960 Harustus + kallio	17	12	1	nauha			Tikankoloja
8	6751453.6	3482168.3	424	Hinkkismäki	I	1960 Harustus	17	16					
9	6751482.8	3482147.8	425	Hinkkismäki	I	1960 -	18	16					
10	6751509.0	3482128.0	426	Hinkkismäki	I	1960 Kalliotuenta	18	16					
11	6751532.1	3482110.1	427	Hinkkismäki	I	1960 Kalliotuenta	18	2	2	nauhaa			
12	6751553.7	3482092.5	428	Hinkkismäki	I	1960 Harustus + kallio	17	11	1	nauha			
13	6751588.6	3482098.2	429	Hinkkismäki	A	1960 Kalliotuenta	17	15					
14	6751617.8	3482110.4	430	Hinkkismäki	A	1960 Kalliotuenta	21	13	1	nauha			
15	6751641.6	3482125.5	431	Hinkkismäki	I	1960 Kalliotuenta	19	18					
16	6751667.9	3482142.2	432	Hinkkismäki	I	1960 -	19	19					
17	6751691.8	3482158.0	433	Hinkkismäki	A	1960 Kalliotuenta	18	16					
18	6751714.5	3482180.3	434	Hinkkismäki	I	1960 -	17	17					
19	6751736.7	3482202.4	435	Hinkkismäki	I	1960 -	19	17					
20	6751757.0	3482220.4	436	Hinkkismäki	I	1960 -	17	16					
21	6751779.4	3482239.5	437	Hinkkismäki	I	1960 -	20	18					
22	6751802.7	3482259.4	438	Hinkkismäki	I	1960 -	17	17					
23	6751827.5	3482276.3	439	Hinkkismäki	I	1960 -	16	16					
24	6751853.5	3482290.7	440	Hinkkismäki	I	1960 -	18	18					
25	6751874.4	3482311.9	441	Hinkkismäki	I	1960 Harustus	17	17					Latvahattu puutti
26	6751883.6	3482340.3	442	Hinkkismäki	I	1960 Harustus	18	18					
27	6751894.5	3482368.1	443	Hinkkismäki	I	1960 -	19	19					
28	6751905.9	3482395.7	444	Hinkkismäki	I	1960 -	18	17					
29	6751917.1	3482423.7	445	Hinkkismäki	I	1960 -	17	16					
30	6751928.4	3482449.5	446	Hinkkismäki	I	1960 -	20	12	1	nauha			
31	6751940.1	3482477.4	447	Hinkkismäki	I	1960 -	17	15					

Pururadan pylvästarkastusraportti

32	6751954.6:	3482503.0		1960 -	19	19	
33	6751968.0:	3482528.8		1960 -	19	19	
34	6751983.3:	3482555.0		1960 -	18	12	1 nauha
35	6751997.4:	3482581.0:		1960 -	17	17	
36	6752010.0:	3482608.2:		1960 -	19	18	
37	6752022.0:	3482634.3:		1960 Harustus	19	17	
38	6752011.4:	3482654.7:		1960 Harustus	18	16	
39	6751981.2:	3482659.0:		1960 -	21	19	
40	6751950.2:	3482664.8:		1960 -	20	19	
41	6751921.2:	3482672.4:		1960 -	18	17	
42	6751892.3:	3482679.5:		1960 -	17	16	
43	6751863.4:	3482686.4:		1960 -	17	16	
44	6751834.1:	3482693.5:		1960 -	18	14	
45	6751805.7:	3482700.9:		1960 Harustus	16	14	
46	6751775.2:	3482699.8:		1960 Harustus	19	15	
47	6751746.2:	3482693.9:		1960 Harustus	20	20	
48	6751726.9:	3482672.5:		1960 Harustus	18	10	1 nauha
49	6751717.5:	3482645.5:		1960 Harustus	18	11	1 nauha
50	6751706.3:	3482619.0:		1960 -	18	11	1 nauha
51	6751696.7:	3482590.2:		1960 Kalliotuenta	18	16	
52	6751689.2:	3482561.9:		1960 Harustus	18	18	
53	6751686.5:	3482532.0:		1960 -	16	16	
54	6751688.2:	3482502.0:		1960 -	21	19	
55	6751692.8:	3482472.1:		1960 Harustus	18	17	
56	6751705.9:	3482444.7:		1960 -	17	15	
57	6751717.8:	3482417.5:		1960 -	17	11	1 nauha
58	6751725.9:	3482389.1:		1960 -	19	19	
59	6751711.8:	3482366.5:		1960 -	16	16	
60	6751696.9:	3482344.0:		1960 -	18	16	
61	6751684.0:	3482315.3:		1960 -	17	15	
62	6751673.8:	3482288.8:		1960 -	20	17	
63	6751657.9:	3482261.6:		1960 Harustus	17	15	
64	6751627.8:	3482276.8:		1987 -	22	22	
65	6751599.7:	3482292.9:		1960 -	16	15	
66	6751563.6:	3482306.1:		1960 -	18	18	
67	6751535.4:	3482314.8:		1960 -	17	16	

Latvahattu puutti

Pylväs oikaistav

Tikankoloja

Pururadan pylvästarkastusraportti

68	6751506.7.3482323.7:	484 Hinkkismäki	I	1960 -	16	15
69	6751477.6.3482335.0	485 Hinkkismäki	I	1960 -	18	16
70	6751448.6.3482346.4	486 Hinkkismäki	I	1987 Harustus	20	20

Hinkkismäen energiankulutuslukemat

Hinkkismäen energiankulutuslukemat:

Mittalaite	Lask.	Lukupvm	Lukuväli	Kerroin	Ed.lukema	Lukema	Mit.käyttö	Käyttöpaikk	Tapahtuman tyyppi	Lukutapa	Lukusyy
803776	01	07.12.2009	384	1,0000	0092920	0106732	13812,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	18.11.2008	363	1,0000	0080685	0092920	12235,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	21.11.2007	351	1,0000	0069640	0080685	11045,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	05.12.2006	365	1,0000	0057681	0069640	11959,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	05.12.2005	369	1,0000	0045123	0057681	12558,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	01.12.2004	366	1,0000	0032825	0045123	12298,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	01.12.2003	370	1,0000	0021292	0032825	11533,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
803776	01	26.11.2002	369	1,0000	0011356	0021292	9936,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Lukulista	Suunniteltu luenta
803776	01	22.11.2001	357	1,0000	0000000	0011356	11356,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Lukulista	Suunniteltu luenta
803776	01	30.11.2000	1	1,0000	0000000	0000000	0,00	513711	Välimittaus	Asentajan lukema	Suunniteltu luenta
803776	01	29.11.2000	0	1,0000	0000000	0000000	0,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Asentajan lukema	Mittarin vaihto
801343	01	29.11.2000	364	1,0000	045192	056136	10944,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Asentajan lukema	Mittarin vaihto
801343	01	01.12.1999	245	1,0000	039035	045192	6157,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
801343	01	31.03.1999	111	1,0000	035195	039035	3840,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Arvioitu lukema	Sopimuksen päätyminen
801343	01	10.12.1998	370	1,0000	023561	035195	11634,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Kannettava tallennin	Suunniteltu luenta
801343	01	05.12.1997	367	1,0000	012375	023561	11186,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Lukulista	Suunniteltu luenta
801343	01	03.12.1996	368	1,0000	003038	012375	9337,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Asentajan lukema	Suunniteltu luenta
801343	01	01.12.1995	0	1,0000	000004	003038	0,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Asentajan lukema	Suunniteltu luenta
801343	01	19.05.1995	0	1,0000	000000	000004	0,00	513711	Tasauksen aiheuttava	Asentajan lukema	Kausihuolto

Haku OK.

LUX-mittarin kalibrointitodistus



BOX 2256
SE-169 02 SOLNA
SWEDEN

Visitors address: Lövgatan 58, Solna

TELEPHONE: 08-83 61 50
FAX: 08-83 93 57
E-MAIL: hagner@hagner.se
INTERNET: www.hagner.se
POSTGIRO: 59 93 40-7
BANKGIRO: 838-1618
BANK: SKANDINAVISKA ENSKILDA BANKEN

Calibration Report

for Hagner ScreenMaster No. 30XXX

Before calibration (at arrival)

Illuminance 1000 lux

Range	Displayed
x 10	101.0 lux

Luminance 1000 cd/m²

Range	Displayed
x 10	92.3 cd/m ²

After calibration

Illuminance 1000 lux

Range	Displayed
x 10	100.0 lux

Luminance 1000 cd/m²

Range	Displayed
x 10	100.0 cd/m ²

Measurements on various illuminance and luminance levels show that the instrument has a linear readout within given limits.

We hereby certify that the above instrument has been calibrated in our laboratory in Solna, Sweden at the date given below. The instrument has been calibrated against "Standard light A". Reference used is MTKP801989-01, traceable to "SP" Swedish National Testing and Research Institute in Sweden and to "BIPM" in Paris, France, and secondary reference S2 no.1255. Calibration accuracy $\pm 3\%$.

Solna 2008-12-11
B Hagner AB

Erika Westermark

Kouvola, pururata

Esimerkki pururadan valaisusta, luokka K4, valaisimena Easy LED PRO Wave 30, 15W, 4000K

Prepared for:
Project:

Päivämäärä: 18.11.2014
Tekijä: Markus Helminen

Kouvola, pururata**EASYLED**

18.11.2014

Easy Led Oy
Meriniitynkatu 11
FI-24100 Salo
FINLANDTekijä Markus Helminen
Puhelin +358 44 74 74 474
Faksi
Sähköpostiosoite markus.helminen@easyled.fi**Sisällysluettelo**

Kouvola, pururata	
Projektin etusivu	1
Sisällysluettelo	2
Easy LED Oy PRO Wave 30 - UP-R (4000K nominal)	
PRO Wave 30 - UP-R (4000K nominal)	
Valonjakautumiskäyrä (polaarinen)	3
Pururata	
Suunnittelutiedot	4
Valaistustekniset tulokset	5
Vääräväri-kuvanmuodostus	6

Kouvola, pururata

EASY LED

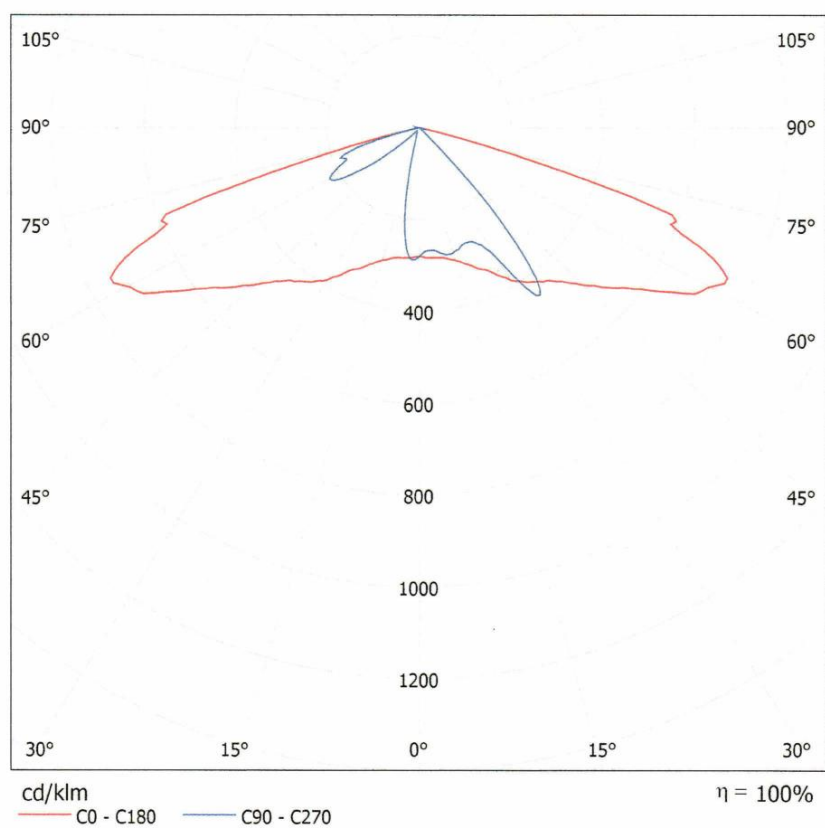
18.11.2014

Easy Led Oy
Mermitynkatu 11
FI-24100 Salo
FINLAND

Tekijä Markus Helminen
Puhelin +358 44 74 74 474
Faksi
Sähköpostiosoite markus.helminen@easyled.fi

Easy LED Oy PRO Wave 30 - UP-R (4000K nominal) / Valonjakautumiskäyrä (polaarinen)

Valaisin: Easy LED Oy PRO Wave 30 - UP-R (4000K nominal)
Lamput: 1 x 30°LED



Easy Led Oy
Merriniitynkatu 11
FI-24100 Salo
FINLAND

Tekijä Markus Helminen
Puhelin +358 44 74 74 474
Faksi
Sähköpostiosoite markus.helminen@easyled.fi

Pururata / Suunnittelutiedot

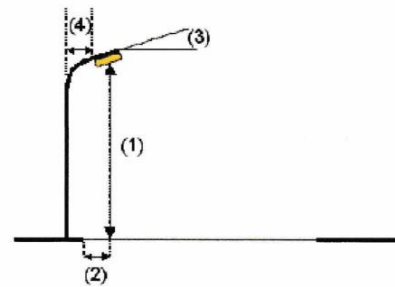
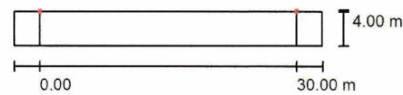
Tien profiili

Bicycle Lane 1

(Leveys: 4.000 m)

Huoltokerroin: 0.87

Valaisinjärjestykset



Valaisin:	Easy LED Oy PRO Wave 30 - UP-R (4000K nominal)	Valovoiman enimmäisarvot
Valovirta (Valaisin):	1500 lm	tapauksessa 1110
Valovirta (Lamput):	1500 lm	70°: cd/klm
Valaisimien teho:	15.0 W	tapauksessa 22
Järjestely:	yksipuolisesti yläpuolella	80°: cd/klm
Katuvalojen väli:	30.000 m	tapauksessa 0.03
Asennuskorkeus (1):	6.500 m	90°: cd/klm
Valopisteen korkeus:	6.419 m	Kaikkiin niihin suuntiin, jotka muodostavat ilmoitetun kulman alemman pystysuoran kanssa, kun valaisin on asennettu käyttökuntoon.
Etäisyys tien reunaan (2):	0.007 m	Valovoiman arvot eivät ylitä arvoa 95°.
Poikkivarren kallistuma (3):	5.0 °	Sijoittelu täyttää valovoimaluokan vaatimukset G3.
Poikkivarren pituus (4):	1.000 m	Sijoittelu täyttää häikäisyarvoluokan vaatimukset D.6.

Kouvola, pururata

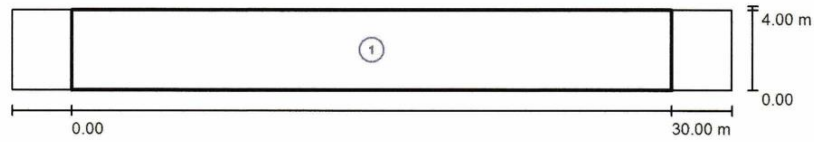
EASYLED

18.11.2014

Easy Led Oy
Meriniitynkatu 11
FI-24100 Salo
FINLAND

Tekijä Markus Helminen
Puhelin +358 44 74 74 474
Faksi
Sähköpostiosoite markus.helminen@easyled.fi

Pururata / Valaistustekniset tulokset



Huoltokerroin: 0.87

Mittakaava 1:258

Arviointikenttien luettelo

- 1 Valuation Field Bicycle Lane 1
Pituus: 30.000 m, Leveys: 4.000 m
Rasteri: 10 x 3 Pisteet
Sijoitetut tie-elementit: Bicycle Lane 1.
Valittu valaistusluokka: S4

E_m [lx]
5.17

E_{min} [lx]
2.84

Kouvola, pururata

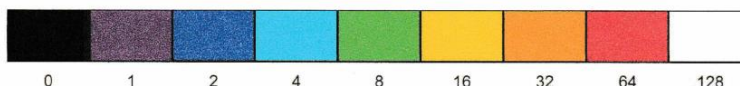
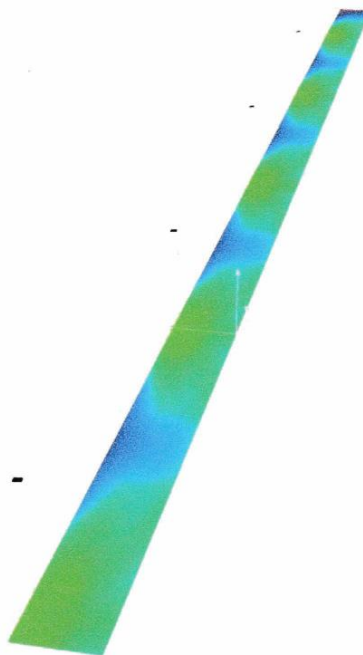
EASY|LED

18.11.2014

Easy Led Oy
Meriniitynkatu 11
FI-24100 Salo
FINLAND

Tekijä Markus Helminen
Puhelin +358 44 74 74 474
Faksi
Sähköpostiosoite markus.helminen@easyled.fi

Pururata / Vääräväri-kuvanmuodostus



lx

Hinkkismäki

Päivämäärä: 13.11.2014
Tekijä: Jari Pöntinen

Hinkkismäki**DIALux**

13.11.2014

MAMK, Mikkelin
insinööriopiskelija
Pillipolku 5
45130 Kouvola

Tekijä Jari Pöntinen
Puhelin 040-5538467
Faksi
Sähköpostiosoite jari_pontinen@msn.com

Sisällysluettelo

Hinkkismäki	
Projektin etusivu	1
Sisällysluettelo	2
Luettelo valaisimista	3
SITECO 5NA587E1JT0B SC 50	
Valaisintietoarkki	4
IGUZZINI 6154_6161_BH34 Wow 38.7W	
Valaisintietoarkki	5
Iguzzini WOW	
Laskettavat pinnat (tuloksien yleisnäkymä)	6
Siteco SC 50	
Laskettavat pinnat (tuloksien yleisnäkymä)	7

Hinkkismäki

DIALux

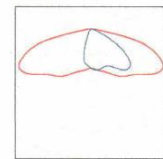
13.11.2014

MAMK, Mikkeli
insinööriopiskelija
Pillipolku 5
45130 Kouvola

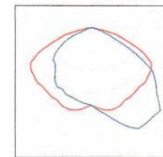
Tekijä Jari Pöntinen
Puhelin 040-5538467
Faksi
Sähköpostiosoite jari_pontinen@msn.com

Hinkkismäki / Luettelo valaisimista

3 Kappale IGUZZINI 6154_6161_BH34 Wow 38.7W
Tavarnumero: 6154_6161_BH34
Valovirta (Valaisin): 4160 lm
Valovirta (Lamput): 4160 lm
Valaisimien teho: 38.7 W
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 35
71 96 100 100
Varustus: 1 x LK23 (Korjaustekijä 1.000).



3 Kappale SITECO 5NA587E1JT0B SC 50
Tavarnumero: 5NA587E1JT0B
Valovirta (Valaisin): 3221 lm
Valovirta (Lamput): 4200 lm
Valaisimien teho: 63.0 W
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 35
74 97 100 77
Varustus: 1 x HST-MF 50W/220 LL (Korjaustekijä 1.000).



Hinkkismäki

DIALux

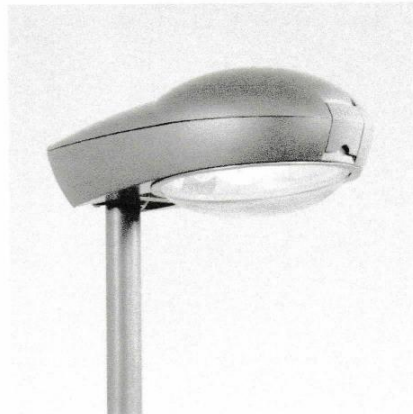
13.11.2014

MAMK, Mikkeli
insinööriopiskelija
Pillipolku 5
45130 Kouvola

Tekijä Jari Pöntinen
Puhelin 040-5538467
Faksi
Sähköpostiosoite jari_pontinen@msn.com

SITECO 5NA587E1JT0B SC 50 / Valaisintietoarkki

Valaistu alue 1:



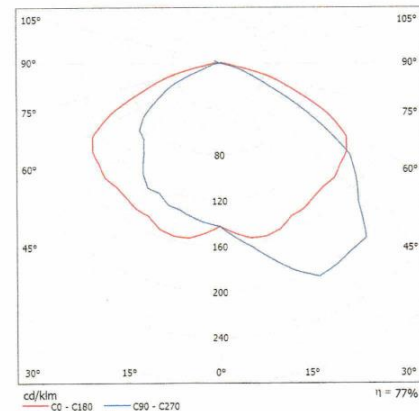
Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektroniikkakomponenttien valovirtakoodi: 35 74
97 100 77

5NA587E1JT0B

SC 50, Mastleuchte, primäre Lichtlenkung mit Radial-Facettenoptik, aus Kunststoff, Alu bedampft, facettiert, primäre lichttechn. Abdeckung: Abdeckwanne, aus PMMA, klar, Lichtaustritt: direkt strahlend, Montageart: Aufsatz, Ansatz, für 1 x HST 50W, Überlagerungs-Zündgerät mit Abschaltautomatik, Vorschaltgerät: VVG mit Thermoschutzschalter, parallel kompensiert, mit Klemme, 3polig, max. 2,5mm², Netzanschluss: 230V, AC, 50Hz, Leuchtgehäuse-Oberteil, aus Aluminium, Druckguss, lackiert, Siteco® eisenglimmer (DB 702S), Länge: 861 mm, Breite: 330 mm, Höhe: 278mm, Zopfmaß: 60/76mm (Aufsatz) und 42/60mm (Ansatz), Leuchtgehäuse-Unterteil, aus Aluminium, Druckguss, lackiert, Siteco® eisenglimmer (DB 702S), Schutzart (gesamt): IP66, Schutzklasse (gesamt): SK I (Schutzerdung), Prüfzeichen: CE, ENEC 10, VDE, Norm: EN 50419, Verpackungseinheit: 1 Stück,

Werkseinstellung: LPV=2, RP=6

Prüfbefund: 53161



Puuttuvien symmetriaominaisuuksien takia ei tälle valaisimelle voida näyttää UGR-taulukkoa.

Hinkkismäki

DIALux

13.11.2014

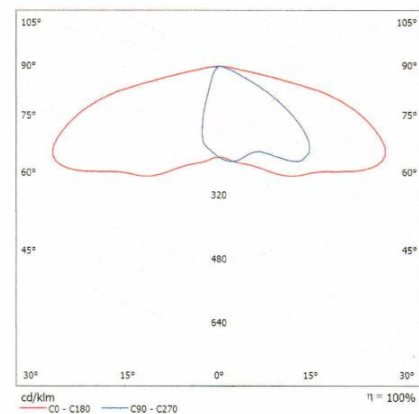
MAMK, Mikkelin
insinööriopiskelija
Pillipolku 5
45130 Kouvola

Tekijä Jari Pöntinen
Puhelin 040-5538467
Faksi
Sähköpostiosoite jari_pontinen@msn.com

IGUZZINI 6154_6161_BH34 Wow 38.7W / Valaisintietoarkki



Valaistu alue 1:



Valaisinten luokittelu CIE: 100
Elektronikkakomponenttien valovirtakoodi: 35 71
96 100 100

6154 :
tubular section in hot-dip galvanized steel with dual phosphorous-chromium plating of the base metal, followed by passivation heat treatment at 120° C, grey RAL 9007 wet painting, curing at 150° C.

6161 :
Made of hot galvanised steel, with dual phosphorous - chromium plating of the base, passivation at 120°C, RAL 9007 textured grey liquid paint, curing at 150°C.

BH34 :
Outdoor light fitting with direct light street optic, for power leds. Aluminium die-cast optical assembly, with dual phosphorous-chromium plating of the base metal, followed by passivation heat treatment at 120° C, grey RAL 9007 wet painting, curing at 150° C. Orientation, also with gradutate scale, of the inclination in relation to the road surface of $\pm 20'$ (in 5' steps) in pole-top installation and $+5'$ - $20'$ (in 5' steps) in lateral installation. Sodium-calcium sealing glass, 5 mm thick. The glass secured to the frame closes the led assembly that is secured to the components compartment with a hinge and 2 screws. The high IP66 degree is guaranteed by the 60 Shore silicon gasket between the two parts. Complete with Neutral White monochromatic power leds (4000K), silver aluminium reflectors. Replaceable led unit. Power supply unit connected with fast coupling connectors and removable with clip. Driver with automatic internal temperature control. Driver with 4 operating profiles, 100% fixed profiles with three different levels of output lumen and midnight recognition. Profiles can be selected with micro switches (the software allows for custom operating cycles). 220-240Vac 50/60Hz selv electronic control gear. Replaceable power supply unit. The optical assembly is secured to the applique or pole-top attachment with two fixing screws and two safety bolts facilitate assembly. There is no upper light dispersion in the horizontal position (in compliance with the strictest light pollution standards). All external screws are in stainless steel.

6154.015 - Arm \varnothing 102mm Length 900mm - Grigio
6161.015 - Counter flange \varnothing 102mm - Grigio
BH34.015 - Pole system- Small body optical assembly - 3780lm 38.6W - 4370lm 46.4W - 4910lm 54.4W - Neutral White - street optic ST1.2 - Grigio
LK23 - Lamp Profile 1

Puuttuvien symmetriaominaisuuksien takia ei tälle valaisimelle voida näyttää UGR-taulukkoa.

Hinkkismäki

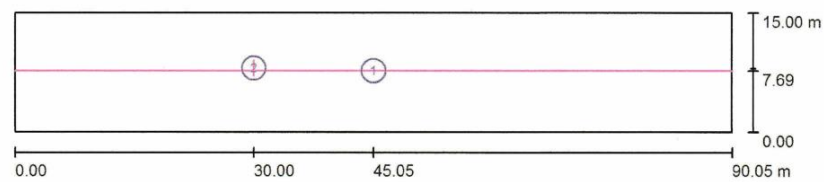
DIALux

13.11.2014

MAMK, Mikkeli
insinööriopiskelija
Pillipolku 5
45130 Kouvola

Tekijä Jari Pöntinen
Puhelin 040-5538467
Faksi
Sähköpostiosoite jari_pontinen@msn.com

Iguzzini WOW / Laskettavat pinnat (tuloksien yleisnäkymä)



Mittakaava 1 : 644

Laskettavien pintojen luettelo

Numero	Tunnus	Tyyppi	Rasteri	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Pituussuuntainen pystytarkastelu	kohtisuora	219 x 5	9.48	0.22	42	0.024	0.005
2	Poikittainen pystytaso	kohtisuora	7 x 7	5.52	0.86	6.42	0.156	0.134

Yhteenveto tuloksista

Tyyppi	Lukumäärä	Keski [lx]	Min. [lx]	Maks. [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
kohtisuora	2	9.45	0.22	42	0.02	0.01

Hinkkismäki

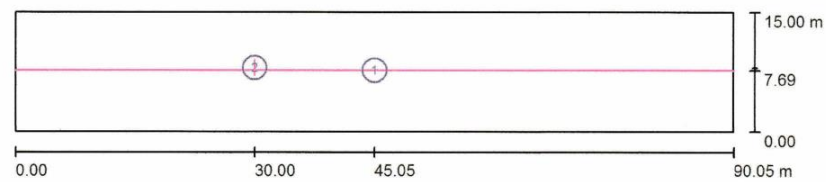
DIALux

13.11.2014

MAMK, Mikkeli
insinööriopiskelija
Pillipolku 5
45130 Kouvola

Tekijä Jari Pöntinen
Puhelin 040-5538467
Faksi
Sähköpostiosoite jari_pontinen@msn.com

Siteco SC 50 / Laskettavat pinnat (tuloksien yleisnäkymä)



Mittakaava 1 : 644

Laskettavien pintojen luettelo

Numero	Tunnus	Tyyppi	Rasteri	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Pituussuuntainen pystytarkastelu	kohtisuora	219 x 5	4.81	0.18	19	0.037	0.009
2	Poikittainen pystytaso	kohtisuora	7 x 7	4.06	0.69	5.25	0.170	0.132

Yhteenveto tuloksista

Tyyppi	Lukumäärä	Keski [lx]	Min. [lx]	Maks. [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
kohtisuora	2	4.80	0.18	19	0.04	0.01

Valopää Oy:n laskelma takaisinmaksuaikataulusta



KOSTENRECHNER

1 / 2

24.11.2014

Asiakas Kouvolan kaupunki
 Paikka Kouvolan Hinkkismäen pururata
 Projekti Pururadan valaistus, 125W elohopea

Projektin tiedot

Nykyiset

Määrä	71 pcs
Wattia / valaisin	150 W
Paällä / päivä	4 h
Päiviä vuodessa	250
Käyttöikä	25 000 h
Hinta / kWh	0,10 €
Valaisimen hinta	€
Lampun hinta	10,00 €
Huolto/valaisin/vuosi	2,00 €

LED

Määrä	71 pcs
Wattia / valaisin	22 W
Paällä / päivä	4 h
Päiviä vuodessa	250
Käyttöikä	100 000 h
Hinta / kWh	0,1 €
Valaisimen hinta	280,00 €
Huolto/valaisin/vuosi	2,00 €

Rahoitus

Vuositainen kasvu	
Sähkö	1,00 %
Lamppu	2,00 %
Huolto	2,00 %

Rahoitus aika	
Rahoitus ?	nein
Ei rahoitusta	48

LED valaisimen investointi kustannus

Hinta ilman rahoitusta	19 880,00 €
------------------------	-------------

Tulokset:

	5v.	10v.	15v.
Energian säästö (kWh):	45440	90880	136320
Kustannusten säästö (€):	-12402	-5288	2188
Takaisinmaksu aika:	14 vuotta		

Kustannukset yhteensä

ilman rahoitusta (€)

Vuosi	Nykyinen	LED	Säästö
1	2 407	20 250	-17 843
2	4 122	20 625	-16 503
3	5 856	21 006	-15 150
4	7 609	21 391	-13 782
5	9 381	21 782	-12 402
6	11 172	22 179	-11 007
7	12 982	22 581	-9 599
8	14 812	22 988	-8 176
9	16 662	23 402	-6 739
10	18 533	23 821	-5 288
11	20 423	24 246	-3 823
12	22 335	24 677	-2 342
13	24 267	25 114	-847
14	26 220	25 557	663
15	28 195	26 007	2 188
16	30 191	26 462	3 729
17	32 209	26 925	5 284
18	34 250	27 394	6 856
19	36 312	27 869	8 443
20	38 398	28 352	10 046

Rahavirta

Rahavirta vuodessa (€)

Vuosi	Nykyinen	LED		LED total	Raha virta
		käyttökustannukset	valaisimen investointi		
1	2 407	370	19 880	20 250	-17 843
2	1 715	375		375	1 340
3	1 734	380		380	1 354
4	1 753	386		386	1 367
5	1 772	391		391	1 381
6	1 791	396		396	1 395
7	1 810	402		402	1 408
8	1 830	408		408	1 423
9	1 850	413		413	1 437
10	1 870	419		419	1 451
11	1 891	425		425	1 466
12	1 911	431		431	1 480
13	1 932	437		437	1 495
14	1 953	443		443	1 510
15	1 975	450		450	1 525
16	1 996	456		456	1 540
17	2 018	462		462	1 556
18	2 040	469		469	1 571
19	2 063	476		476	1 587
20	2 085	482		482	1 603

Valopää Oy:n laskelma takaisinmaksuaikataulusta

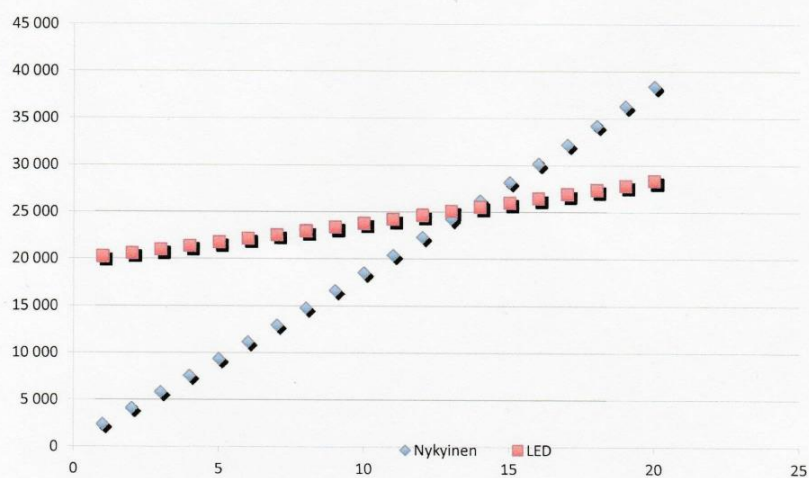


KOSTENRECHNER

2 / 2

24.11.2014

Valaisimien kustannukset



Rahavirta

