

VALAISINPYLVÄÄN SUUNNITTELU, MITOITUS JA BUD- JETTILASKELMA

Ollila Mauri

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri

2016

Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkötekniikka
Insinööri

Tekijä	Mauri Ollila	Vuosi	2016
Ohjaaja(t)	Ins. (AMK), Aila Petäjäjärvi		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Valaisinpylvään suunnittelu, mitoitus ja budjettilaskelma		
Sivu- ja liitesivumäärä	58 + 5		

Tässä opinnäytetyössä tehtiin suunnitelma valaisinpylvään hankintaa ja asennusta varten Lapin ammattikorkeakoululle. Työssä käsiteltiin lupa-asioita, sekä valittiin sopivat valonlähteet ja valaisinpylväs. Lisäksi tehtiin budjettilaskelma valaisinpylvääseen tarvittavista komponenteista. Työssä kuvattiin kaikkea toimintaa, mitä suunnittelun eri vaiheissa huomioitiin. Työssä keskityttiin aluevalaistukseen, mutta tie- ja katuvalaistusta käsiteltiin vain yleisesti. Työssä käytiin läpi myös pylvästyypit ja aluevalaistuksessa käytetyt valonlähteet.

Työn teoriaosuus rajattiin koskemaan tie- ja katuvalaistusta, ja siinä käsiteltiin tarkemmin aluevalaistuksen ratkaisuja. Lähinnä sisävalaistukseen tarkoitetut valaisimet jätettiin aiheen ulkopuolelle. Teknisen suunnittelun osalta työssä keskityttiin suunnittelemaan valaisinpylväs ja sen sähköistys tie- ja katuvalaistuksessa käytettävien yleisten ohjeiden, standardien ja määräysten mukaisesti.

Cads-ohjelmalla suunniteltiin asema-, johdotus- ja ohjauspiirustukset. Lähdeaineistona käytettiin kirjallisuutta ja Internetiä. Työtä varten kerättiin tietoa niin vanhemmista valaistusratkaisuista, kuin tulevaisuuden näkymistä valaistussuunnittelussa tie-, katu- ja aluevalaistuksen osalta.

Työssä koottiin tietopaketti, joka opastaa valaisinpylvään komponenttien hankinnassa ja asennuksessa. Työhön onnistuttiin keräämään kattavat tiedot siitä, mitä valaistussuunnittelu pitää sisällään yksittäisen valaisinpylvään osalta. Työ antaa hyvän toimintasuunnitelman Lapin ammattikorkeakoululle, kun valaisinpylvään hankinta on ajankohtaista.

Avainsanat

aluevalaistus, valaisinpylväs, valaistussuunnittelu

Industry and Natural Resources
Electrical engineering
Engineer

Author	Mauri Ollila	Year	2016
Supervisor	B.Sc. (Tech.) Aila Petäjäjärvi		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Lighting pole design, sizing and budget calculation		
Number of pages	58 + 5		

This thesis was made as a plan for the purchase and installation of a lighting pole for Lapland University of Applied Sciences. The work discusses licensing issues, as well as selecting appropriate light sources and a lighting pole. In addition, budget calculation for purchase of the lighting pole components were also made. This work described any activity you will need to take into account in various stages of planning. The work focused on area lighting, but road and street lighting was dealt with only in general terms. The work also discussed different types of lighting poles and most common light sources used in area lighting.

The theoretical part of the work was limited to the road and street lighting, and focused in more detail in the area lighting solutions. Lamps mostly for indoor lighting were excluded from the topic. The technical part of the work focused on the design and electrification of the lighting pole in accordance with the general guidelines, standards and regulations which are used in road and street lighting.

Cads-software was used to create layout, wiring and control drawings. As source material both literature and the Internet were used. Information about older lighting solutions, and future prospects for the lighting design of road, street and area lighting has been put together in this work.

The work compiled a information package, which guides you through the procurement and installation of the lighting pole and its components. The work succeeded to put together comprehensive information on what the lightning pole design includes a single lamp post concerned. The work provides a good guideline for the Lapland University of Applied Sciences, when the purchase of the lighting pole is relevant.

Key words

area lighting, lighting pole, lighting design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	TIE- JA KATUVALAISTUS YLEISESTI	9
2.1	Ohjeet, määräykset ja standardit	9
2.2	CE-merkintä	9
2.3	Ulkovalaisinten tehtävä	10
2.4	ECO-design	10
2.4.1	EU:n asetukset 245/2009 ja 347/2010, 1. vaihe	10
2.4.2	EU:n asetukset 245/2009 ja 347/2010, 2. vaihe	11
2.4.3	EU:n asetukset 245/2009 ja 347/2010, 3. vaihe	12
3	VALAISINPYLVÄÄT	14
3.1	Pylvästyypit	14
3.1.1	Metalli- ja komposiittipylväät	14
3.1.2	Puupylväät	15
3.1.3	Valaisimen ja pylvään valinta asennuskohteen mukaan	18
3.2	Pylvääseen kohdistuvat voimat	19
3.3	Pylvään korkeus	19
3.4	Pylvään jalusta	19
3.5	Valaisimen valinta	20
4	VALONLÄHTEET	22
4.1	Elohopeahöyrylamppu	22
4.2	Suurpainenatriumlamppu	23
4.3	Pienpainenatriumlamppu	25
4.4	Monimetallilamppu	25
4.5	Induktiolamppu	26
4.6	LED	27
4.7	LEP	30
4.8	Valonlähteiden vertailu	31
5	VALAISTUSSUUNNITELMA	34
5.1	Tarveselvitys	34
5.2	Yleissuunnitelma	34
5.3	Aluesuunnitelma	35

5.4	Rakennesuunnitelma	35
5.5	Tarvittavat luvat	36
6	VALAISINPYLVÄÄN SÄHKÖTEKNINEN MITOITUS	37
6.1	Valaisimet	37
6.1.1	Toteutus suurpainepurkauslampulla.....	37
6.1.2	Toteutus LED-lampuilla	41
6.2	Katujakokeskus.....	42
6.3	Suojaukset	43
6.4	Kaapelointi	44
6.5	Ohjaukset.....	45
6.5.1	Paikallisohjaus	45
6.5.2	Etäohjaus	47
7	BUDJETTILASKELMA.....	50
8	POHDINTA.....	52
	LÄHTEET.....	54
	LIITTEET	58

ALKUSANAT

Haluan kiittää Aila Petäjäjärveä opinnäytetyön aiheesta ja neuvoista opinnäytetyöhön liittyen. Lisäksi haluan kiittää laboratorioinsinööri Jouko Alanivaa neuvoista opinnäytetyön tekniseen suunnitteluun liittyen.

Kemi 26.4.2016

Mauri Ollila

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

HQL	Elohopeahöyrylampun tunnus (Osram)
LED	Valoa emittoiva diodi (Light Emitting Diode)
LEP	Valoa emittoiva plasma (Light Emitting Plasma)
Lm	Lumen = valovirtayksikkö
Lm/W	Lumen/Watti = valotehokkuusyksikkö
Lux	Luksi = valaistusvoimakkuusyksikkö
Ra	Ra-arvo 0 – 100 = väriintoistokyky
UV	Ultraviolettisäteily
Tc	Kelvin (K) = värilämpötilayksikkö
Vvsk	Vikavirtasuojakytkin

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään Lapin ammattikorkeakoululle Kemissä. Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan valaisinpylväs koulun pysäköintialueelle yleisvalaisimeksi. Valaisimia on tarkoitus käyttää opetustarkoitukseen sähkötekniikan kursseilla. Tarkoituksena on käyttää valaisimia kuormana ja havainnoida suuren valaistustehon aiheuttamia vaikutuksia sähköverkkoon laboratorionkokeiden aikana. Valaistukseen valitaan kaksi erityyppistä valonlähdettä, joiden välisiä eroavaisuuksia tutkitaan käytössä. Valaisinpylvään hankkiminen ja asentaminen jätetään myöhempään ajankohtaan.

Työssä selvitetään Kemin kaupungin ympäristölautakunnan, rakennusvalvonnan sekä Liikenneviraston asettamat luvat, ohjeet ja määräykset valaisinpylvään pystyttämistä varten. Työhön sisältyvät suunnitelmat valaisinpylvään mekaanisesta ja sähköisestä rakenteesta sekä sähkötekniiset piirustukset. Lisäksi tehdään alustava budjettilaskelma valaisinpylvään, valaisimen ja muiden tarvikkeiden hankintakustannuksista, sekä asennuskustannuksista.

Lisäksi opinnäytetyössä tarkastellaan yleisellä tasolla tie- ja katuvalaistuksessa käytettäviä erilaisia valaistusratkaisuja, niiltä osin kun ne käsittelevät aluevalaistusta. Työssä kartoitetaan valaistussuunnittelun tulevaisuuden näkymiä tie-, katu- ja aluevalaistuksen osalta ja käydään läpi jo hieman vanhentuneita valaistusratkaisuja.

2 TIE- JA KATUVALAISTUS YLEISESTI

2.1 Ohjeet, määräykset ja standardit

Valaisinpylvään ja valaistustöiden suunnittelussa tulee noudattaa alalla vallitsevia sähkölakeja, määräyksiä ja mahdollisia sähkölaitoksen virallisia erityisvaatimuksia. Lisäksi pitää huomioida kyseisen kaupungin ympäristölautakunnan ohjeet myös pienimuotoisissa kaavoituksen muutostöissä. Valaisinpylvään suunnittelu julkiseen kohteeseen vaatii toimenpideluvan kunnan rakennusvalvonnalta. Valaisinpylvään suunnittelusta asennukseen tulee toimia tekovuoden SFS-6000-sarjan standardien mukaisesti. (Tiehallinto 2007a, 8; Kemin kaupunki 2016.)

Asennustöissä on käytettävä tiehallinnon hyväksymiä tuotteita ja ratkaisuja, jotka on todettu turvallisiksi. Työvoiman tulee olla ammattitaitoista ja riittävät pätevyudet omaavaa. Asennustöiden aikana tulee valvoa, että asiat tehdään suunnitelman mukaisesti hyviä työtapoja noudattaen. (Tiehallinto 2007a, 8.)

2.2 CE-merkintä

CE-merkinnällä (Kuvio 1) ilmoitetaan, että tuote täyttää Euroopan unionin direktiivien oleelliset turvallisuusvaatimukset. CE-merkintä ei pääsääntöisesti ole yleinen turvallisuusmerkki, eikä kaiken kattava turvallisuuden tae kuluttajille. CE-merkin sisältämät direktiivit eivät kata tuotteen kaikkia ominaisuuksia esim. käyttöominaisuuksia, vaan vain tietyn osan esim. mekaanisen kestävyuden tai syttyvyyden. (Tukes 2013.)



Kuvio 1. CE-merkki (Tukes 2013)

2.3 Ulkovalaisinten tehtävä

Lähtökohtaisesti ulkovalaisinten tehtävä on ohjata valoa hyvällä hyötysuhteella valaistaviin kohteisiin siten, että häikäisy on mahdollisimman vähäistä. Uudet asennukset eivät saa häiritä muuta toimintaa tai liikennettä. Valaistussuunnitelmissa tulee huomioida tarpeettoman häiriövalon minimoiminen. Valaistussuunnitelmissa voidaan käyttää apuna erilaisia ohjelmia kuten Dialuxia. Ulkovalaisimilla on myös tiukat IP-luokitukset säänkestävyyden vuoksi. Ulkovalaisinten rakenne onkin yleensä suljettu tiiviisti erilaisilla kotelointiratkaisuilla, jotta kosteutta ja epäpuhtauksia ei pääse sähkön kanssa kontaktiin. Suunnittelussa tulee huomioida myös valaisimen huoltotoimenpiteiden suorittaminen siten, ettei niistä tule liian haastavia hankalissakaan sääolosuhteissa. (Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valotekninen Seura ry:n julkaisu 1998, 321.)

2.4 ECO-design

Euroopan unioni on säätänyt vuodesta 1990 alkaen useita erilaisia direktiivejä, joilla rajataan sähkölaitteiden ympäristövaikutuksia ja saadaan sähkölaitteiden energiankulutusta pienemmäksi. Euroopan unionin asetuksissa 245/2009 ja 347/2010 käsitellään valotehokkuusvaatimuksia, joiden avulla pyritään saamaan 38 % energiasäästöt vuoteen 2020 mennessä. Näissä asetuksissa käsitellään tie-, katu- ja aluevalaistuksen osalta purkauslamppuja. Käsittelyssä on yksi- ja kaksikantaisia loiste- ja suurpainepurkauslamppuja, sekä näiden virranrajoittimia. Asetukset sisältävät valotehokkuusvaatimuksia, toiminnallisia vaatimuksia ja tuotetietovaatimuksia. Asetuksissa on määräyksiä myös virranrajoittimista eli purkauslamppujen kuristimista ja muista liitälaitteista. Asetukset on annettu koskemaan valonlähteiden ja liitälaitteiden myyntiä riippumatta käyttökohteesta. (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a; Suomen Valoteknillinen Seura 2010b.)

2.4.1 EU:n asetukset 245/2009 ja 347/2010, 1. vaihe

Asetuksissa 245/2009 ja 347/2010 määrätty valotehokkuusvaatimukset kiristyvät vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa vuodesta 2009 alkaen tavallisten hehku-

lamppujen tuominen markkinoille kiellettiin sekä annettiin uusia määräyksiä eniten käytettyjen yksi- ja kaksikantaisten loistelamppujen valotehokkuuksista. (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 8.)

2.4.2 EU:n asetukset 245/2009 ja 347/2010, 2. vaihe

Toisessa vaiheessa vuodesta 2012 alkaen kiristettiin edelleen loistelamppujen valotehokkuuksia ja asetettiin suurpainenatrium- ja monimetallilamppujen valotehokkuuksille alarajat. Suurpainelamppujen, joissa värilämpötila eli $T_c \geq 5\,000\text{ K}$ sekä niiden lamppujen, joissa on ulkovaippa, on täytettävä taulukoissa 1, 2 ja 3 määritellyt lampun tehokkuusvaatimukset vähintään 90-prosenttisesti asetuk- sissa määriteltyyn ajankohtaan mennessä. Värilämpötilan yksikkönä käytetään kelvineitä (K). Mitä korkeammalle kelvin-arvoissa mennään, sitä kylmempää ja sinertävämpää valon väri on. Valaisimen valinnassa tämä ilmenee käytännössä siten, että kodin oleskelutiloissa suositaan matalahkon värilämpötilan lamppuja. Lämmin ja puhtaan valkoinen valo koetaan miellyttävämmäksi kuin kylmä ja si- nertävä valo. Julkisissa tiloissa käytetään useammin korkeamman värilämpötilan lamppuja. (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 11; Innolux 2014, 2.)

Vaiheen 2 tehovaatimukseen sisältyy myös vaatimukset suurpainenatriumlamppu- jen värintoistokyvystä. Suurpainelampuissa, joissa värintoistokyky eli $R_a \leq 60$, on oltava vähintään taulukossa 1 esitetyt valotehokkuuden mitoitusarvot vuodesta 2012 alkaen. R_a -asteikon arvot ovat välillä 0 - 100 ja se kertoo valonlähteen ky- vystä toistaa värejä. R_a -luku 100 tarkoittaa parasta värintoistokykyä. Korkeissa R_a -arvoissa valotehokkuus on usein alhaisempi kuin matalissa R_a -arvoissa. (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 11; Innolux 2014, 2.)

Taulukko 1. Suurpainelamppujen vähimmäistehokkuuden mitoitusarvot (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 11)

Lampun nimellisteho (W)	Lampun tehokkuuden mitoitusarvo (lm/W)	
	kirkkaat lamput	muut kuin kirkkaat lamput
$W \leq 45$	≥ 60	≥ 60
$45 < W \leq 55$	≥ 80	≥ 70
$55 < W \leq 75$	≥ 90	≥ 80
$75 < W \leq 105$	≥ 100	≥ 95
$105 < W \leq 155$	≥ 110	≥ 105
$155 < W \leq 255$	≥ 125	≥ 115
$255 < W \leq 605$	≥ 135	≥ 130

Monimetallilamppujen ja paremman värintoiston suurpainenatriumlamppujen vaatimukset vuodesta 2012 alkaen on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Monimetallilamppujen vähimmäistehokkuuden mitoitusarvot (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 12)

Lampun nimellisteho (W)	Lampun tehokkuuden mitoitusarvo (lm/W)	
	kirkkaat lamput	muut kuin kirkkaat lamput
$W \leq 55$	≥ 60	≥ 60
$55 < W \leq 75$	≥ 75	≥ 70
$75 < W \leq 105$	≥ 80	≥ 75
$105 < W \leq 155$	≥ 80	≥ 75
$155 < W \leq 255$	≥ 80	≥ 75
$255 < W \leq 405$	≥ 85	≥ 75

Vuodesta 2015 alkaen muilla suurpainepurkauslamput on oltava vähintään taulukossa 3 esitetyt valotehokkuuden mitoitusarvot.

Taulukko 3. Muiden suurpainelamppujen mitoitusarvot (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 12)

Lampun nimellisteho (W)	Lampun tehokkuuden mitoitusarvo (lm/W)
$W \leq 40$	≥ 50
$40 < W \leq 50$	≥ 55
$50 < W \leq 70$	≥ 65
$70 < W \leq 125$	≥ 70
$125 < W$	≥ 75

2.4.3 EU:n asetukset 245/2009 ja 347/2010, 3. vaihe

Kolmanteen vaiheeseen kuuluu, että vuodesta 2017 eteenpäin kaikki loistelamput on suunniteltava toimimaan virranrajoittimien kanssa. Tämä vaihe keskittyy myös poistamaan energiatehottomat suurpaine- ja monimetallilamput markkinoilta. Taulukossa 4 esitetään monimetallilamppujen vähimmäistehokkuuden mitoitusarvot vuodesta 2017 eteenpäin. (Knuutila, 2010, 14; Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 12.)

Taulukko 4. Monimetallilamppujen vähimmäistehokkuuden mitoitusarvot (Suomen Valoteknillinen Seura 2009a, 12)

Lampun nimellisteho (W)	Lampun tehokkuuden mitoitusarvo (lm/W)	
	kirkkaat lamput	muut kuin kirkkaat lamput
$W \leq 55$	≥ 70	≥ 65
$55 < W \leq 75$	≥ 80	≥ 75
$75 < W \leq 105$	≥ 85	≥ 80
$105 < W \leq 155$	≥ 85	≥ 80
$155 < W \leq 255$	≥ 85	≥ 80
$255 < W \leq 405$	≥ 90	≥ 85

3 VALAISINPYLVÄÄT

3.1 Pylvästyypit

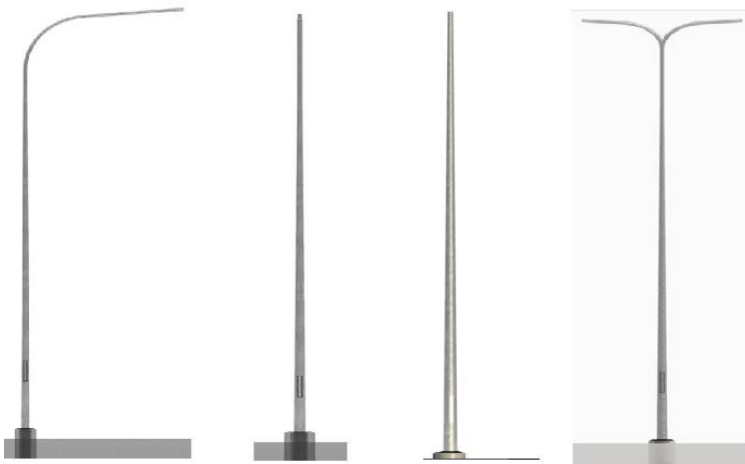
Valaisinpylväs koostuu jalustasta, pylvästä, valaisinvarresta, valaisimesta ja lampusta. Valaisinpylvään suunnittelun alkuvaiheisiin kuuluu ensin päättää mitä materiaalia halutaan pylvään olevan. Yleisimmät vaihtoehdot ovat metalli-, komposiitti- tai puupylväs. Kaikille pylvästyypeille on yhteistä, että ne tulee asentaa valmistajan asennusohjeen mukaan ja asennusohjeiden tulee olla Liikenneviraston hyväksymiä. Näitä ohjeilta noudattamalla saadaan valaisinpylväs asennettua oikeaoppisesti ja turvallisesti. (Liikennevirasto 2010, 12.)

3.1.1 Metall- ja komposiittipylväät

Metalli- ja komposiittipylväillä tulee olla joko CE-merkintä tai sen korvaava tieviranomaisen antama tyyppihyväksyntä. CE-merkityt tai tieviranomaisen hyväksymät pylväät ovat standardin SFS-EN 40 mukaisesti valmistettuja ja täten todettu standardien mukaisiksi. Myös muunlaiset metalli- tai komposiittipylväät voidaan hyväksyä esimerkiksi seuraavissa tapauksissa:

- uuden tuotteen rajattu kokeilu
- tarvitaan ulkonäöltään erityisesti muotoiltuja pylväitä
- paikalliset olosuhteet edellyttävät käyttämään sellaista pylvästä, jota CE-merkintä ei tue.

Näissä tapauksissa pylvään turvallisuus tutkitaan tapauskohtaisesti. Mikäli pylvään on tarkoitus olla törmäysturvallinen, niin Liikennevirasto suorittaa arvioinnin. Teräspylväitä on useita erimallisia ja hieman eri käyttökohteisiin tarkoitettuja. Kuvissa 1 ja 2 esitetään erilaisia teräspylväsmalleja, joita katu- ja aluevalaistuksessa voidaan esimerkiksi käyttää. (Liikennevirasto 2010, 6.)



Kuva 1. Teräksisiä kartiopylväitä (Tehomet 2016b)

Kartiopylväitä on Tehometin valikoimissa 3 - 15 metrin pituisia ja niiden kuormittavuus on 15 - 30 kg. (Tehomet 2016b)



Kuva 2. Teräksisiä olakepylväitä (Tehomet 2016c)

Olakepylväitä löytyy Tehometin valikoimista 3 metristä 15 metriin asti. Pylväiden maksimikuorma vaihtelee 15 - 30 kg välillä. (Tehomet 2016c.)

3.1.2 Puupylväät

Puupylväiden osalta tilanne on hieman erilainen, sillä niille ei voi saada CE-merkkiä. Riittää että puupylväät ovat standardin SFS 2662:1985 luokan 2 mukaisia, ei

tarvita erillistä tieviranomaisen tyyppihyväksyntää. Puupylväät jaetaan standardin SFS 2662 mukaisesti luokkiin 1-5. Luokan 1 pylväitä saa käyttää vaan pienjänniteverkon yhteydessä. Luokan 2 mukainen pylväs ei tarvitse erityistä tyyppi-hyväksymiskoetta pylvään kuormituskestävyyden määrittämistä varten. Törmäysturvallisen puupylvään osalta Liikennevirasto arvioi pylvään kuormituskestävyyden, törmäysturvallisuuden ja säänkestävyyden. (Liikennevirasto 2010, 12.)

Puupylvään materiaalina käytetään Suomessa yleensä mäntyä tai kuusta, alla olevasta taulukosta 5 nähdään kuusen ja männyn lujuudet. Puisten valaisinpylväiden kuormitettavuus on siis erittäin korkea. Asentajatkin kiipeävät usein puupylväisiin, joten kuormitettavuudesta ei tarvitse huolehtia, mikäli hankkii standardien mukaan tehdyn puupylvään. Valmistajalta kannattaa tarkistaa puupylvään maksimikuormitus tarvittaessa. (Puuinfo 2016.)

Taulukko 5. Puupylvään kuormitus (Puuinfo 2016)

Puulaji	Puristuslujuus		Jännituslujuus		Kimmomoduuli N/mm ²	Murtolujuus N/mm ²	Tiheys Kg/m ³
	Syyn suuntaan N/mm ²	Syyn suuntaan kohtisuoraan N/mm ²	Syyn suuntaan N/mm ²	Taivutus N/mm ²			
Kuusi	39	5,3	116	87	10.000	6,8	470
Mänty	50	7	95	91	10.900	9,1	540

Puupylväiden puuosat on kyllästettävä vähintään NRT-luokan A mukaisesti kuparikyllästeellä tai kestävyydeltään vähintään vastaavalla muulla aineella. Tämä käsittely nostaa pylvään käyttöikä. Puupylväitä on saatavissa useita erimallisia, kuten kuvista 3 ja 4 nähdään. (Liikennevirasto 2010, 13.)



Kuva 3. Puupylväitä (Tehomet 2016a)

Puupylväälle erillistä jalustaa ei tarvitse välttämättä hankkia. Tarvittaessa tehdään betonista jalusta maaperään. Pylvään pystytyksessä tulee huolehtia riittävästä upotussyvyydestä, sekä mahdollisista muista tukirakenteista kuten haruksista. Puupylväälle ei myöskään tarvitse tehdä maadoitusta, koska puu ei johda sähköä. (Liikennevirasto 2010, 13; Scanpole 2016.)

Kuvassa 4 näkyvä standardinmukainen puupylväs löytyy Lapin ammattikorkeakoulun pihalta. Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin valaisinpylväs käyttämällä kyseisenlaista puupylvästä.



Kuva 4. Puupylväs Lapin AMK:n piha-alueella

3.1.3 Valaisimen ja pylvään valinta asennuskohteen mukaan

Yksittäinen valaisin voidaan asentaa esimerkiksi kiinteään rakennelmaan kuten rakennuksen seinään, jo olemassa olevaan pylvääseen, tai kokonaan uuteen pylvääseen. Mikäli hankitaan uusi valaisinpylväs, pylvään malli riippuu hyvin pitkälti valaistavan alueen pinta-alasta ja siitä, minkä tyyppinen valaistuskohde on kyseessä ja millaista valaisinta varten pylväs tulee. Yleensä parkkialueilla käytetään hieman matalampia pylväitä kuin tie- ja katuvalaistuksessa. Mikäli yhdellä valaisimella on tarkoitus valaista suurta aluetta, pitää pylvään pituus ja valaisimen teho mitoittaa riittäväksi.



Kuva 5. Valaistusratkaisuja Kemin kaduilta ja parkkialueilta

Kuvassa 5 vasemmalla on jalkapallokentän valonheittimet asennettu korkealle, jotta valo saadaan leviämään laajalle alueelle. Tievalaistuksessa käytetään kaupungeissa useimmiten teräs- tai alumiinipylväitä. Taajamissa ja pienemmissä kylissä puupylväät ovat yleisempiä. Parkkialueilla ja torialueilla käytetään monen pituisia pylväitä. Usein julkisissa kohteissa ulkonäölliset asiat vaikuttavat valaisinpylvästä hankittaessa, että pylväät ovat esteettisen näköisiä ja sopivat ympäristöönsä.

3.2 Pylvääseen kohdistuvat voimat

Pylvääseen kohdistuvista voimista tuuli on tärkeässä osassa, kun määritetään pylvään riittävää rakenteellista kestävyttä. Metalli- ja komposiittipylvään osalta CE-merkkiin on merkitty tuulen referenssinopeus, jolle pylväs on mitoitettu. Suomessa käytettävissä pylväissä tuulen referenssinopeuden on oltava vähintään 21 m/s eli maastoluokka II. Maastoluokka II on normaalisti mitoituksen lähtökohta. Mikäli pylväs sijoitetaan erityisen tuuliseen paikkaan, esimerkiksi merenlahden rantaan, tulee käyttää maastoluokkaa I. Maastoluokka I tarkoittaa, että mitoitetaan pylväs esimerkiksi 23 m/s referenssinopeuden mukaan normaalin 21 m/s:n sijaan. Pylvään valmistajan tulee esittää dokumentit pylvään kestävydestä. Pylväiden taipuvuudelle on myös omat määräyksensä. Taipuma saa olla enintään 6 % pylvään korkeuden ja varren pituuden summasta. Näiden lisäksi CE-merkissä on ilmoitettu suurin valaisimen massa ja poikkipinta-ala, jolle pylväs ja varsi on mitoitettu. (Liikennevirasto 2010, 6.)

3.3 Pylvään korkeus

Tavallisesti valaisinpylvään pituus on 3, 6, 8, 10, 12, 15 tai 18 metriä. Asennuspaikka vaikuttaa pylvään pituuteen 10 - 20 %:n verran. Pylvään pituudessa pitää ottaa huomioon upotusvara, mikäli käytetään upotusjalustaa ja se, asennetaanko pylväs tienpinnan ylä- vai alapuolelle. Yli 13,5 metriä korkeiden pylväiden osalta on huomioitava millaiseen alustaan pylväs voidaan asentaa, jotta törmäysturvallisuus ja kuormituskantavuus pysyvät riittävällä tasolla. Aina pitää kuitenkin valita pylväs ja jalusta sen mukaan, että niiden mekaaninen kestävyys on riittävällä tasolla toisiinsa nähden ja ne sopivat asennuspaikan oloihin. (Liikennevirasto 2010, 7.)

3.4 Pylvään jalusta

Jalustat valmistetaan usein betonista tai teräksestä. Tuotteen valmistaja ilmoittaa käyttäjälle tiedot muun muassa seuraavista asioista: käyttötarkoituksesta, säänkestävyydestä, kiinnitystavasta, mittatiedoista, pylväshalkaisijoista ja muista jalustan mekaaniseen kestävyteen vaikuttavista tunnusluvuista. Näiden tietojen

perusteella käyttäjä valitsee omiin tarkoituksiinsa sopivan jalustan alustavien suunnitelmien, laskelmien, asennuspaikan ja tietenkin valaisinpylvään mittojen perusteella. Kuvassa 6 esitetään taittuvan valaisinpylvään asennus jalustaan. (Liikennevirasto 2010, 15-16.)

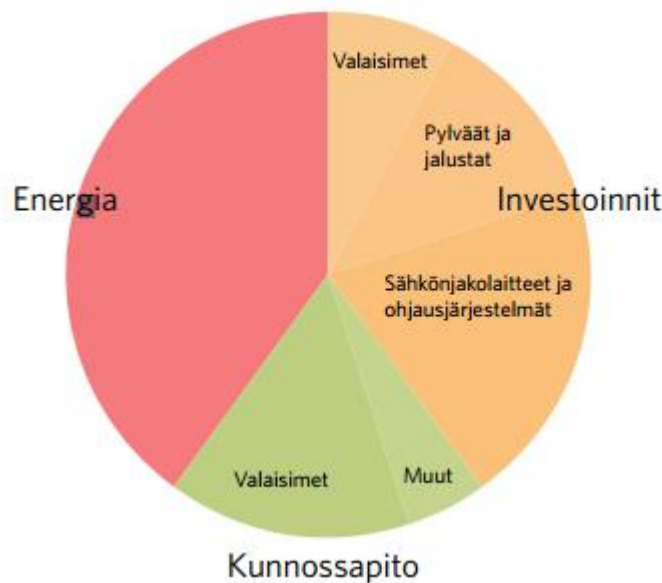


Kuva 6. Pylvään asennus jalustaan (Tehopylväs 2016)

3.5 Valaisimen valinta

Valaisimen valinnassa tulee huomioida EU:n asettamat valonlähteiden valotehokkuusvaatimukset. Vanhoja elohopeahöyrylamppuja on vaihdettu näiden vaatimuksien mukaisesti energiatehokkaampiin suurpainenatriumlamppuihin. Suurin osa suurpainenatriumlampuistakaan ei kuitenkaan täytä EU:n asettamia valotehokkuusvaatimuksia asetuksissa EU 245/2009 ja EU 347/2010, joten nekin tul- laan korvaamaan energiatehokkaammilla valonlähteillä. Vuosien 2013 - 2014 vaihteessa tehdyn tutkimuksen mukaan Suomen kaupungeilla, kunnilla ja Liikennevirastolla oli silloin käytössään 450 000 - 500 000 elohopeavalaisinta ja 700 000 - 800 000 suurpainenatriumvalaisinta. Yksityisellä sektorilla elohopeavalaisimien arvioitu määrä oli jopa suurempi. Tutkimuksen mukaan monimetalli-, induktio- ja LED-valaisimien osuus valaisimista oli marginaalinen. (Motiva 2014, 1-2.)

Valotehokkuusvaatimusten kiristymisen aiheuttamat laajat saneeraukset tuovat paljon erilaisia haasteita niin komponentti-, valaisin- ja laitevalmistajille kuin urakoitsijoillekin, jotta muutokset saadaan tehtyä EU-asetusten aikataulun mukaisesti. Lisäksi valaisimia vaihdettaessa tulee aina varmistaa, että valaistustekniset vaatimukset täyttyvät edelleen uusilla valonlähteillä. Kuviossa 2 esitetään tie- ja katuvalaistuksen elinkaarikustannuksia. (Motiva 2014, 3.)



Kuvio 2. Tie- ja katuvalaistuksen elinkaarikustannukset (Motiva 2014, 4)

Kaupunkien keskuksissa, puistoissa, toreilla ja urheilustadioneilla käytetään enemmän kalliimpia monimetallilamppuja niiden parempien värintoisto-ominaisuuksien vuoksi. Nykyaikaisemmat LED-valonlähteet tulevat yleistymään tekniikan kehittyessä myös katu- ja aluevalaistuksessa. Niiden haasteena voidaan pitää tuotteen kustannusten muodostumista koko elinkaaren ajalta sekä tuotteen eliniän määrittelyä. (Motiva 2014, 12.)

4 VALONLÄHTEET

4.1 Elohopeahöyrylamppu

Elohopeahöyrylamput ovat olleet suosiossa katu- ja aluevalaistuksessa, mutta EU kielsi niiden markkinoinnin vuodesta 2015 eteenpäin. Merkittävä osa kaikista Suomen katuvaloista on elohopealamppuvalaisimia, mutta niiden määrä vähennee hiljalleen ja ne poistuvat kokonaan käytöstä lähivuosina. Elohopeahöyrylamppu (Kuva 7) on suurpaineisista purkauslamppuista tyypiltään vanhin, mutta nykyisin myös energiatehottomin ja menettää merkittävästi tehoaan elinkaarensa aikana. Tämän lamputyyppin etuna oli helppokäyttöisyys, luotettavuus ja se, että se ei tarvitse erillistä sytytintä syttyäkseen, toisin kuin suurpainenatriumlamput ja monimetallilamput. (Motiva 2014, 1-2; Halonen & Lehtovaara 1992, 226, 234.)

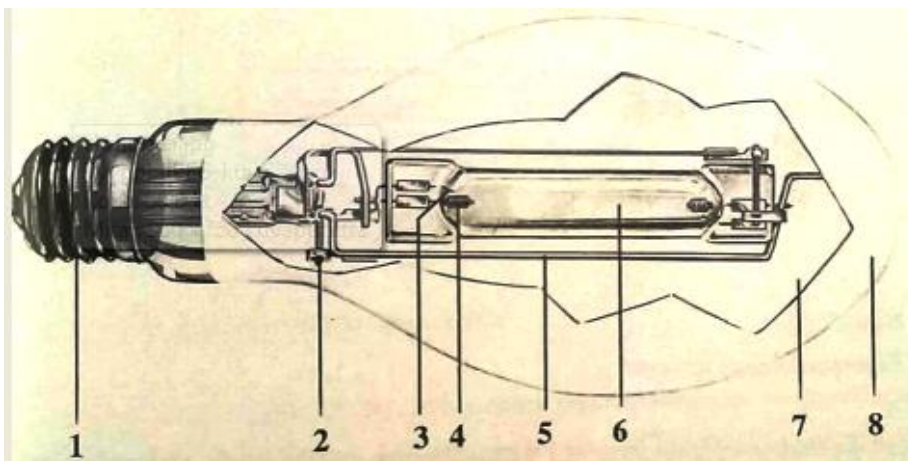


Kuva 7. Sylvania EH1000 elohopeahöyrylamppu 1000 W (Finnparttia Sähkötukku 2016a)

Elohopeahöyrylamppu soveltuu huonosti lyhytjaksoiseen käyttöön, kuten asuimistilojen valaistukseen, koska lampun uudelleensyttymisaika kestää 2-5 minuuttia lampun ollessa kuuma suuren höyrynpaineen vuoksi. Elohopealamppun käyttö edellyttää kuristimella varustettua valaisinta, joten sitä ei voida käyttää hehkulamputille tarkoitetuissa valaisimissa. (Halonen & Lehtovaara 1992, 228.)

Elohopeahöyrylamppun valontuotto käytettyä sähkötehoa kohden on moninkertainen hehkulamppuun verrattuna. Valontuotto tässä valaisintyyppissä perustuu kaa-

supurkaukseen elohopeahöyryssä. Jännitteen kytkeminen saa aikaan hohtopurkauksen lampun elektrodien välille. Kaasupurkauksen aikana sähkövirta saa li-säaineet eli metallihalogeenit ja elohopean reagoimaan ja luovuttamaan energiaa säteilyn muodossa. Eri säteilykomponenttien sekoituksella saadaan aikaan ha-luttu värilämpötila ja värintoisto-ominaisuudet. Lampun polttimon ympärillä oleva suojakupu estää ultraviolettisäteilyn vuotamisen ympäristöön. Elohopealampun suojakuvun rikkoontuessa paljas polttimo saattaa jäädä toimimaan. Tällainen elo-hopealamppu on vaarallinen; ultraviolettisäteily voi aiheuttaa silmä- ja ihovauri-oita. Kuviossa 3 esitetään elohopealampun rakenne: 1. kierrekanta, 2. sytytys-vastus, 3. apuelektrodi, 4. pääelektrodi, 5. tukilanka, 6 purkausputki, 7. loisteaine ja 8. ulkokuori. (Halonen & Lehtovaara 1992, 226–228.)



Kuvio 3. Elohopeahöyrylampun rakenne (Halonen & Lehtovaara 1992, 227)

4.2 Suurpainenatriumlamppu

Tämä valaisintyyppi soveltuu parhaiten tie- ja katuvalaistukseen, mutta käytetään myös esimerkiksi kasvihuoneissa. Osa suurpainenatriumlampuistakin on kielletty EU:n asettamilla säädöksillä. Tämän valaisintyyppin toiminta perustuu korkeassa paineessa olevaan natriumhöyryyn, jossa tapahtuu kaasupurkaus silloin kun sähkövirtaa ajetaan höyryn läpi. Näin saadaan lamppu lähettämään näkyvää valoa. Kaasupurkaus reagoi lamppuvirran laskuun jännitteen laskulla, minkä vuoksi lampun virtaa pitää rajoittaa erillisellä liitäntälaitteella. Virran rajoittamiseen voidaan käyttää induktiivisia kuristimia tai elektronisia liitäntälaitteita. Mikäli hankitaan kuristin, niin sen lisäksi pitää hankkia myös erillinen sytytin. Elektroninen

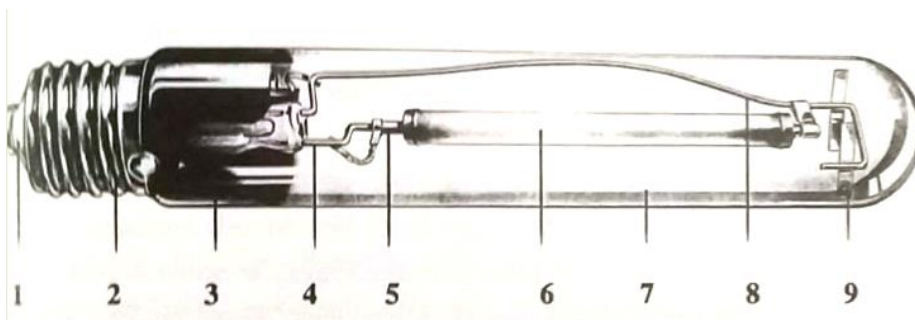
liitäntälaitte korvaa perinteisen kuristimen ja sytyttimen yhdistelmän. (Halonen & Lehtovaara 1992, 235–237.)

Suurpainenatriumlampun (Kuva 8) kellertävä valo saa värit näkymään keltaisen eri sävyissä. Tämän vuoksi esimerkiksi liikennemerkkit pitää valaista omalla erillisellä valaisimellaan, mikäli ne ovat suurpainenatriumlamppujen valossa. Valotehokkuuteen ja muihin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa muuttamalla natriumhöyryn painetta, purkausputken kokoa ja rakennetta sekä ulkokuvun rakennetta. Tehoalue tällä lampputyypillä on laaja eli 35 - 1000 W. Tavallisen suurpainenatriumlampun värintoisto-ominaisuudet ovat huonot. Suurin ongelma värintoiston parantamisessa on lampun pitkän polttoajan säilyttäminen. (Halonen & Lehtovaara 1992, 235–237.)



Kuva 8. NAV - E 1000 W E40 suurpainenatriumlamppu (SLO 2016m)

Kuviossa 4 esitetään suurpainenatriumlampun yleinen rakenne: 1. eristyslevy, 2. kierrekanta, 3. getteri, 4. sisäänvientijohdin, 5. laajenemisyksikkö, 6. purkausputki, 7. ulkokupu, 8. tuki ja 9. tukijouset. (Halonen & Lehtovaara 1992, 235–237.)



Kuvio 4. Suurpainenatriumlampun rakenne (Halonen & Lehtovaara 1992, 237)

4.3 Pienpainenaatriumlamppu

Tämän valaisintyyppin toimintaperiaate on samantapainen kuin suurpainenaatriumlampulla. Sähkönkulutus on alhaisempi kuin suurpainenaatriumlampulla. Valontuotto perustuu natriumhöyryssä tapahtuvaan purkaukseen. Tämä lampputyyppi olisi paras valonlähde tie- ja katuvalaistukseen valotehokkuudeltaan. Suuren kokonsa, korkean hintansa ja huonon värientoistokykynsä vuoksi tätä lampputyyppiä ei nykyään juurikaan käytetä katu- ja aluevalaistuksessa. Korvaavana lampuna on käytetty suurpainenaatriumlamppuja. (Halonen & Lehtovaara 1992, 270–271.)

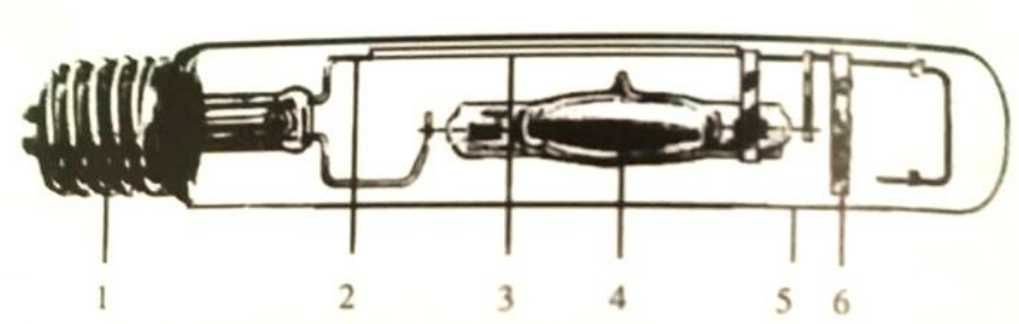
4.4 Monimetallilamppu

Monimetallilamppuja (Kuva 9) on useita erilaisia tyypejä eri käyttötarkoitusta varten. Tätä valaisintyyppiä käytetään esimerkiksi ulkoalue-, julkisivu-, teollisuus- ja teatterivalaistuksessa. Tämä valaisintyyppi on myös korkeapaineeseen kaasupurkaukseen perustuva. Nimensä mukaisesti tämän valonlähteen valontuotto perustuu eri metallien seoksiin, joita purkausputkessa käytetään. Purkausputkessa käytetään elohopeaa ja eri metallien halideja, jotka ovat halogeenin yhdisteitä. Lamppu on samankaltainen kuin elohopeahöyrylamppu, mutta sen tuottama valo on puhtaamman valkeaa ja värientoistokyky parempi. Monimetallilamput valaisevat elohopealamppuja tehokkaammin, mutta hieman heikommin kuin suurpainenaatriumlamput. Monimetallilamput toimivat suuressa paineessa, minkä vuoksi niissä on räjähdysvaara. Valaisimen suojalasi on turvallisuussyistä aiheellinen. Monimetallilamput vaativat suurpainenaatriumlamppujen tapaan sytyttimen ja kuristimen yhdistelmän toimiakseen tai vaihtoehtoisesti elektronisen liitäntälaitteen. (Halonen & Lehtovaara 1992, 257–259.)



Kuva 9. HQI - T 2000 W D/I E40 monimetallilamppu (SLO 2016i)

Kuviossa 5 esitetään monimetallilampun rakenne: 1. kierrekanta, 2. sisäänvienti-johdin/kannatin, 3. kannattimen suojahylsy, 4. purkausputki, 5. ulkokupu, 6. getterirengas. (Halonen & Lehtovaara 1992, 258.)



Kuvio 5. Monimetallilampun rakenne (Halonen & Lehtovaara 1992, 258)

4.5 Induktiolamppu

Induktiolampuissa valo tuotetaan sähkömagneettisen induktion ja kaasupurkauksen avulla. Lampussa ei ole hehkulankaa tai elektrodeja vaan siinä on induktiokela, joka aiheuttaa suurtaajuisen energiavirran elohopeakaasuun. Induktiolamput kestävät pidempään kuin purkauslamput, mutta niitä käytetään hyvin harvoissa paikoissa. Induktiolampuilla on kallis hankintahinta, mutta 15 vuoden kestoikä kompensoi asiaa. Näitä lamppeja käytetään korvaamaan suurpainenatriumlamppeja tilanteissa kun vaaditaan hyvää värintoistokykyä. Induktiolamppu sopii ulkovalaistukseen ja korkeisiin tiloihin. Sen valotehokkuus on jopa 70 lm/W,

ja sen käyttöikä on jopa 100 000 tuntia. Sytytyskertojen määrä ei vaikuta lampun elinikään. (ETN 2014; Alppilux 2016.)

4.6 LED

LED eli Light Emitting Diode on valoa lähettävä puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa kun sen läpi johdetaan sähkövirtaa. LED-lamput kehittyvät nopeasti, niiden valotehokkuus ja kestävyys ovat erinomaisella tasolla, mutta syntyvä valon määrä rajoittaa käyttöä hinnan ohella. LED-valonlähteet eivät sisällä elohopeaa, ja niiden korkea energiatehokkuus ja pitkä käyttöikä pienentävät ympäristölle haitallisia vaikutuksia, koska niitä ei tarvitse vaihtaa niin usein kuin perinteisiä lampuja. Useimpien valaisinten kantatyyppeihin on saatavana LED-lamppuja. Kuvassa 10 on esitelty esimerkki LED-valonlähteestä. (Taloon.com 2016b.)



Kuva 10. LED-lamppu (SLO 2016g)

Ledit ovat monikäyttöisiä ja soveltuvat parhaiten yleis-, kohde- ja korostusvalaistukseen, mutta niitä voidaan käyttää myös ulkovalaistuksessa. Ledejä löytyy myös suuritehoisina, ja niillä voidaan toteuttaa isojakin valaisimia. Suuritehoisten LED-valaisinten käyttökohteita ovat esimerkiksi siltojen ja rakennusten julkisivujen yksityiskohtien valaiseminen. Usein suuritehoiset LED-valaisimet ovat valonheittämiä kuten kuvassa 11. Kyseinen valonheitin soveltuu teollisuuden hallivalaistukseen, urheiluhalleihin, urheilukentille sekä laajoille piha-alueille. Kyseinen valonheitin soveltuu jopa 100 metriä korkeisiin pylväisiin. (Lampputieto 2016a.)

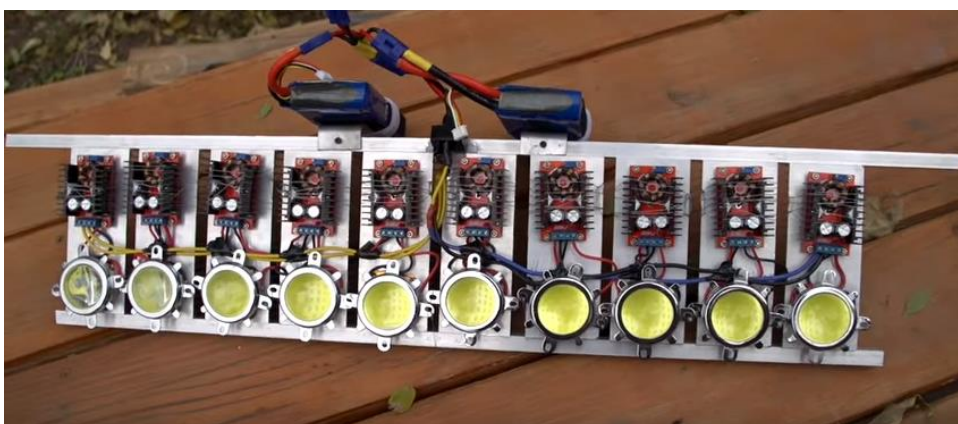


Kuva 11. Valonheitin LED - LS - HI IP65 560 W (Sanpek Oy 2016a)

Mitä pidemmälle tekniikka kehittyy, sitä enemmän ledien käyttö lisääntyy myös ulko-, katu- ja teollisuusvalaistuksessa. Ledien etuina tulevat olemaan erityisesti niiden pitkä polttoikä ja valotehokkuus. Tänä päivänä ledit ovat vielä turhan kallis vaihtoehto käytettäväksi yleisesti katu- ja aluevalaistuksessa. Tänä päivänä ledit ovat laajimmin käytössä sisustus- ja kohdevalaistuksessa, johtuen ledien hyvästä säädettävyydestä. (Ensto 2009.)

Ledien hyödyntämisen kasvua edesauttaa se, että elohopealamppuja ei ole saanut valmistaa eikä maahantuoda EU:n kiellon myötä huhtikuun 2015 jälkeen. Elohopeahöyrylamppuja on korvattu ensin suurpainenatriumlampuilla ja monimetallilampuilla, sekä pikkuhiljaa enenevässä määrin LED-valonlähteillä. (Motiva 2014, 1, 12.)

LED-lampun voi vaihtaa suoraan vanhan elohopeahöyrylampun tilalle. Tehokkaimmat yksittäiset LED-valaisimet, mitä markkinoilta löytyy, ovat noin 500 W valonheittämiä. Pienempi tehoisillakin ledilampuilla saadaan iso teho, jos niitä kytketään tarpeeksi useita sarjaan tai rinnan kuten kuvassa 12. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on mitoittaa teho ledeillä 500 W:n asti, ja suurpainepurkauslampulla 1000 W:n asti. (Sanpek Oy 2016a.)



Kuva 12. 1000 W LED-valaisin (1000W LED Flashlight – Worlds brightest (90 000 Lumens) 2015)

Sanpek Oy on tehnyt tutkimuksen, jossa vertailtiin elohopealamppujen (HQL) ja LED-lamppujen valaistusvoimakkuutta (LUX). Todettiin että pienempitehoisella LED-valaisimella saadaan tuotettua parempi valaistusvoimakkuus. Taulukossa 6 näkyy tutkimuksen tulokset valaistusvoimakkuuksien osalta. (Sanpek Oy 2015b.)

Taulukko 6. Valaistusvoimakkuuden vertailu (Sanpek Oy 2015b)

	15.10.2015 vanhat lamput HQL 125W	22.10.2015 Led lamput 27W* 36W**	LED ERO	LED ERO
	LUX	LUX	LUX +	% +
A	4,01	7,73*	3,72	93
B	2,95	4,90*	1,95	66
C	1,59	3,67*	2,08	131
D	2,5	4,02*	1,52	61
E	2,27	3,24*	0,97	43
F	1,23	1,95*	0,72	59
G	5,73	9,40 **	3,67	64
H	3,54	6,01**	2,47	70
I	2,42	4,92**	2,5	103
J	3,43	6,72**	3,29	96
K	2,21	5,21**	3	136
L	1,59	4,30**	2,71	170

Valaistusvoimakkuus kuvaa valolähteen voimakkuutta valaistavalla pinnalla ja sen yksikkönä käytetään luksia (lux). Valaistusvoimakkuus riippuu muun muassa

lampun valovirrasta (lumen), valaisimen optisista ominaisuuksista ja etäisyydestä valaistavasta pinnasta. Kuvasta 13 havaitaan, että pienempitehoisella LED-valaisimella saadaan selvästi parempi valaistusvoimakkuus kuin 125 W elohopeahöyrylampulla samanlaisissa olosuhteissa. (Lampputieto 2016b.)



Kuva 13. Ylemmässä kuvassa Sanpek Oy:n tutkimuksessa käytetty elohopealamppu ja alemmassa LED-lamppu (Sanpek Oy 2015b)

4.7 LEP

LEP eli Light Emitting Plasma, plasmavalaisin koostuu kahdesta olennaisesta osasta, resonaattorista ja radioaaltolähtimestä. LEP-valaisimen ero muihin valonlähteisiin on tuotetun valon yhtäjaksoisuus, eli valon värähtelyä ei synny. Niiden antama väri on lähellä päivänvaloa ja sähkönkulutus kaikkein pienin nykyisistä lamppuvaihtoehdoista. Värintoistokyky LEP-valaisimilla on hyvä. LEP on kuitenkin vielä suhteellisen uusi keksintö ja siitä ei ole paljoa tutkimuksia tehty, johtuen osaltaan LEP-valaisimien valmistajien suppeasta määrästä. Suomessa LEP-valaisimet eivät ole vielä tulleet yleisesti markkinoille. Plasmavalalo sopisi tällä

hetkellä parhaiten esimerkiksi ulkovalaistus- ja urheiluvalaistuskohteisiin hyvien värintoistokykyjensä ansiosta. LEP-valaisimet eivät pysty vielä kilpailemaan LED-valaisimien kanssa muuten kuin värintoisto-ominaisuuksiensa puolesta. LEP ei myöskään sovellu korvaamaan pienitehoisia valaisimia. (Lighting Research Center 2013.)

Kuviossa 6 kuvataan LEP-valaisimen toimintaperiaatetta. Vaiheessa 1 radioaaltoähtetin (Power Amplifier) tuottaa radioaaltoja jotka ohjataan koaksiaalikaapelia pitkin resonaattoriin (Puck) jossa polttimo on kiinni. Vaiheessa 2 resonaattori luo seisovan aallon, joka rajoittuu sen seinämiin. Muodostunut sähkökenttä on vahvimmillaan polttimon keskellä. Vaiheessa 3 polttimon sisällä oleva jalokaasu tai niiden seos ja muut erilaiset yhdisteet reagoivat radioaaltojen luomaan sähkökenttään, jolloin ne ylikuumenevat ja tuottavat plasmavaloa. (Luxim 2009, 6.)



Kuvio 6. LEP toimintaperiaate (Luxim 2009, 6)

4.8 Valonlähteiden vertailu

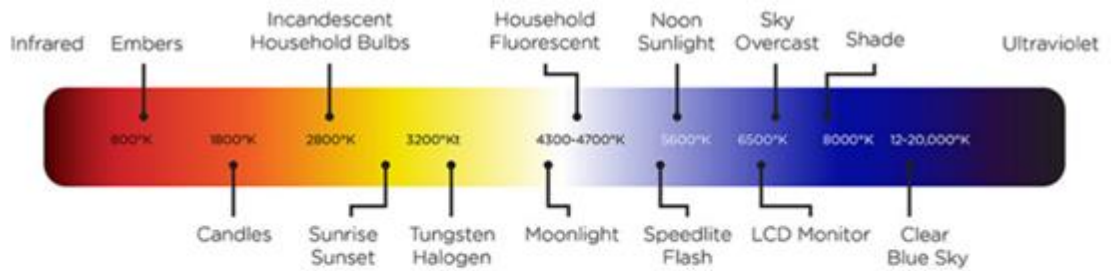
Taulukkoon 7 on koottu tiehallinnon, eri valaisinvalmistajien, ja valaisintekniikka kirjallisuuden tietojen perusteella ominaisuuksia erilaisista valonlähteistä. Taulukossa vertaillaan valotehokkuutta, värilämpötilaa, polttoikää, värintoistoindeksiä, säädettävyyttä ja syttymisaikoja toisiinsa. Valonlähteiden jatkuvan kehittymisen vuoksi ajankohtaiset tiedot on hankittava aina valmistajalta. Se millainen valaisin sopii omiin tarpeisiin, määritellään suunnitelmissa. Usein tavoitteena on täyttää valaistustekniset vaatimukset mahdollisimman taloudellisella tavalla. (Tiehallinto 2006b, 78.)

Taulukko 7. Valonlähteiden ominaisuuksia, arvot ovat min-max-arvoja (Alppilux 2016; Luxim 2009; Halonen & Lehtovaara 1992, 226-280)

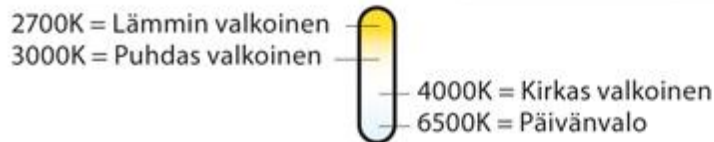
Valonlähde	Valotehokkuus	Väriämpötila	Värintoistoindeksi	Polttoikä
	lm/W	K	Ra	1000h
Suurpainenatriumlamppu	70-150	1900-2600	20-65	12-22
Pienpainenatriumlamppu	jopa 200	2700-3500	0	12-22
Loisteputkilamppu	60-100	2700-6500	70-90	11-40
Monimetallilamppu	75-164	3000-5000	60-95	5-12
LED	75-164	3000-9000	>90	15-50
LEP	50-150	3200-7650	68-95	12-26
Elohopeahöyrylamppu	40-60	3000-4500	40-70	12-16
Induktiolamppu	60-80	2700-4000	80	60
Valonlähde	Säädettävyys	Syttymisaika	Uudelleen-	Radioaalto lähettimen
		min	syttymisaika min	käyttöikä 1000h
Suurpainenatriumlamppu	Kyllä	3-4	1-3	-
Pienpainenatriumlamppu	Ei	12-22	1-3	-
Loisteputkilamppu	Kyllä	0-15	0-15	-
Monimetallilamppu	Kyllä	2-5	2-20	-
LED	Kyllä	< 1s	< 1s	-
LEP	Kyllä	< 1s	2	100
Elohopeahöyrylamppu	Kyllä	12-22	2-5	-
Induktiolamppu	Kyllä	11-40	?	-

Taulukosta 7 nähdään, että energiatehokkaimmat ja kokonaisuudessaan monikäyttöisimmät lamput ovat LED ja tulevaisuudessa myös LEP, joiden suunnittelussa ja kehitystyössä on erityisesti keskitytty ”vihreään” ajattelutapaan. Tämä näkyy osaltaan myös näiden valaisintyyppien korkeammassa hinnassa verrattuna vanhanaikaisempiin valonlähteisiin. Katu- ja tievalaistuksessa yleisimmin käytetyissä purkauslamputissa on kaikissa alhaisempi ja suurempi vaihtelu esimerkiksi värintoistokyvyssä verrattaessa LED- ja LEP-valaisimiin ja täten selvästi alhaisempi energiatehokkuus. Vertailussa tulee ottaa huomioon, että myös vanhanaikaisemmista valonlähteistä on kehitetty energiatehokkaampia versioita vastaamaan nykyisiä EU-direktiivien vaatimuksia. Taulukossa 7 on vertailtu myös polttoikää ja säädettävyyttä. Katuvalaistukseen ei ole järkevää valita valonlähettä, jonka polttoikä on lyhyt kuten halogeenilampulla. Väriämpötilan merkitystä voidaan tarkastella kuvion 7 avulla.

Kelvin Color Temperature Scale



2500 K	Iltahämärä	2700 K	Hehkulamppu
5500 K	Aurinko keskipäivällä	2700 – 6500 K	Energiansäästölamppu
7500 K	Kirkas kuutamo	2800 – 3200 K	Halogeenilamppu
9000 K	Kirkas taivas klo 12	2700 – 6500 K	LED-lamppu
		3000 – 4000 K	Monimetallilamppu



Kuvio 7. Värilämpötila (Giussani Oy 2014)

Kodin sisustukseen valitaan usein lamppu, joka antaa puhdasta valkoista valoa eli noin 3000 K. Erilaista tarkkuutta vaativiin toimiin esimerkiksi työtasoille kannattaa valita viileämpää kirkasta valkoista valoa, eli värilämpötilaltaan 4000 - 6500 K:n valonlähde. (Giussani Oy 2014.)

5 VALAISTUSSUUNNITELMA

5.1 Tarveselvitys

Tämä valaistussuunnitelma tehtiin, koska Lapin ammattikorkeakoulun sähkötekniikan henkilökunta katsoi tarpeelliseksi tällaisen opetustarkoitukseen tarkoitetun laitteiston suunnittelun ja hankinnan. Tämän valaistussuunnitelman perusteella hankittavien valaisimien avulla on tarkoitus tutustua laboratoriokokeiden aikana suuren valaistustehon aiheuttamiin vaikutuksiin sähköverkossa. Kokeiden aikana tutkitaan esimerkiksi sitä miten vaikutukset sähköverkkoon muuttuvat erityyppisiä valonlähteitä käytettäessä.

5.2 Yleissuunnitelma

Kohde sijaitsee Kemissä, Tietokatu 1:ssä. Valaisinpylväs sijoitetaan parkkialueella sijaitsevalle viheralueelle. Kuvassa 14 nähdään katujakokaappi JK101 ja sen vasemmalla puolen metallinen valaisinpylväs, jonka viereen noin 3 metrin päähän uusi valaisinpylväs asennetaan. Liitteessä 3 on sähköpiirustus asema-kaavasta, jossa kuvataan tarkemmin tässä opinnäytetyössä suunnitellun valaisinpylvään sijainti.



Kuva 14. Valaisinpylvään sijoituspaikka

5.3 Aluesuunnitelma

Työmaa-alue rajataan aidoin tai lippusiimalla viranomais määräysten mukaisesti, näin estetään ulkopuolisten henkilöiden vahingoittuminen. Työmaalle järjestetään jätteidenkeruupaikka rakennustöistä aiheutuvaa jätettä varten. Pylvään nostamista varten varataan nosturille tila valmiiksi ja varmistetaan maapohjan kantavuus nostotoimia varten. Rakennustarvikkeita varten järjestetään säilytystila sellaiseen paikkaan, jossa ne eivät tarpeettomasti haittaa muuta lähialueella tapahtuvaa toimintaa. Kaivantojen maa-ainesten sijoituspaikka osoitetaan ennalta. Ennen kaivuutöiden aloittamista selvitetään nykyinen kaapeliverkosto, ettei vahingossa tehdä vauriota jo olemassa oleville asennuksille. Katujakokaappi tehdään jännitteettömäksi kytkentätöiden ajaksi. Asennustyöntekijöiden tulee noudattaa yleisiä työturvallisuusmääräyksiä ja heille tulee tarvittaessa opastaa kaikki yleiset terveyteen ja hyvinvointiin liittyvät palvelut ja järjestelyt.

5.4 Rakennesuunnitelma

Valaisinpylväs toteutetaan SFS 2662-standardin mukaisella luokan 2 puupylväällä, koska se kestää enemmän kuormitusta kuin metallipylväs. Puupylväs on myös edullisin vaihtoehto. Kyseisenlainen pylväs voidaan hankkia esimerkiksi SLO:n internetsivujen kautta sähkönumerolla 5045207 (Kuva 15). (SLO 2016l.)

Perustiedot	
Sähkönumero	50 452 07
EAN-koodi	
Tuotenimi	Puupylväs-CU Scanpole
Lajimerkki	207, Lk2
Toimittaja	IIVARI MONONEN
Varastoitava	Ei
Noutotuote	Ei
Myyntihinta alv 0%	103.00 € / 1 KPL
Mittatiedot	
Yksikkö	KPL
Paino kg	130.233
Tilavuus dm ³	186.047
Täydentävät tiedot	
Vaihtoehtoinen tuote	

Kuva 15. Puupylväs - CU Scanpole 207, lk2, 7m (SLO 2016l)

Kuvan 15 mukaisia puupylväitä löytyy 7 – 9 metrin pituisina SLO:n internetsivustolta, hintaero on muutamia kymmeniä euroja. Puupylvään valitsemista puoltaa myös se, että sille ei tarvitse hankkia erillistä jalustaa, eikä sitä tarvitse maadoittaa koska puu ei johda sähköä. Näin säästöä tulee sekä pylvään hankinta- että asennuskustannuksissa. Puupylväs voidaan asentaa suoraan maahan, kunhan huolehditaan riittävästä asennussyvyydestä ja täyttömateriaalin sopivuudesta. Puupylvään elinikä vaihtelee 40 - 80 vuoden välillä riippuen sääolosuhteista, pylvään yksilöllisistä ominaisuuksista ja mahdollisista pylvääseen kohdistuvista mekaanisista vaurioista. Pylvääseen hankitaan tai rakennetaan esimerkiksi opiskelijoiden tuottamana alustat valaisimien asennusta varten. Kaapeleiden kiinnitys puupylvääseen voidaan hoitaa esimerkiksi ruuvien, pulttien ja erilaisten kiinnikkeiden avulla. (Scanpole 2016.)

5.5 Tarvittavat luvat

Valaisinpylvään pystyttämistä varten tulee hakea toimenpidelupa kunnan rakennusvalvonnalta (Liite 1). Toimenpidelupahakemuskaavake löytyy Kemlin kaupungin kotisivuilta kohdasta rakennus ja toimenpidelupahakemus. (Kemin kaupunki 2016)

Valaisinpylvään asentamisessa on noudatettava Liikenneviraston säädöksiä ja määräyksiä sekä yleisiä sähköturvallisuus- ja työturvallisuusohjeita. Valaisinpylväs on pystytettävä riittävälle etäisyydelle lähialueen asuintaloista, ja valaisimet suunnattava siten, että valaisimesta lähtevä valo keila ei yllä niiden pihalle asti. Valaisimien asennuskulma on noin 30 - 45 astetta.

6 VALAISINPYLVÄÄN SÄHKÖTEKNINEN MITOITUS

6.1 Valaisimet

Ulkovalaisimien valinnassa tulee ottaa huomioon, että ne soveltuvat ulkokäyttöön. Kotelon IP-luokituksen tulee olla vähintään IP44, myös valonlähteen tulee olla rakenteeltaan sopiva ulkokäyttöön. Suositus ulkovalaisimen IP-luokaksi on IP65. (Lampputieto 2016c.)

Suurpainepurkauslampuksi valitaan joko suurpainenatrium- tai monimetallilamppu, joista molemmista löytyy useampia vaihtoehtoja 1 kW tehon saamiseksi 1 lampun avulla. Seuraavissa luvuissa esitetään vaihtoehdot molemmista ratkaisuista. 500 W LED-valaisimesta esitetään vaihtoehto Sanpek Oy:n kautta saadun tarjouksen perusteella.

6.1.1 Toteutus suurpainepurkauslampulla

Suurpainenatrium- tai monimetallilamppua käytettäessä tarvitaan esimerkiksi kuvan 16 mukainen valonheitinkotelo. Kyseinen kotelo löytyy Taloon.com internet-sivustolta 535 € hintaan sisältäen 24 % alv:n. Samainen valonheitin löytyy myös SLO:n internetsivustolta sähkönumerolla 4581336 hintaan 1060 € 0 % alv. Valonheittimen IP-luokka on IP65. (Taloon.com 2016c.)



Kuva 16. Valonheitin SET 1000 ST (Taloon.com 2016c)

Kyseiseen valonheittimeen sopii valonlähteeksi esimerkiksi kuvan 17 mukainen suurpainenatriumlamppu, lamppu löytyy SLO:n internetsivustolta sähkönumerolla 4870161. Tuotteen hinta on 332 € 0 % alv. (SLO 2016n.)



Kuva 17. Suurpainenatriumlamppu ST 1000 W E40 (SLO 2016n)

Kuvan 17 mukaiselle suurpainenatriumlampulle tarvitaan lisäksi sytytin (Kuva 18). Kyseinen sytytin löytyy SLO:n internetsivulta sähkönumerolla 4012106. Tuotteen hinta on 52 € 0 % alv. Sytytin riittää 400 - 1000 W tehoalueelle ja on yhteensopiva sekä suurpainenatrium- että monimetallilampun kanssa. (SLO 2016o.)



Kuva 18. Sytytin purkauslampulle NI 1000 LE (SLO 2016o)

Suurpainenatriumlamppua varten tarvitaan myös kuristin. Se löytyy SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 4020468. Tuotteen hinta on noin 40 € (Kuva 19).



Kuva 19. Kuristin NK1000F/2 1000 W - Helvar (SLO 2016f)

Kuvan 16 valonheittimeen käy myös esimerkiksi Osram HQI - T 1000 W monimetallilamppu, joka löytyy SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 4834468. Tuotteen hinta on 288 € 0 % alv (Kuva 20).



Kuva 20. Monimetallilamppu HQI - T 1000 W (SLO 2016h)

Kyseiselle monimetallilampulle käy sama sytytin kuin suurpainenatriumlampulle. Kuristimen tulee olla erilainen kuin suurpainenatriumlampulla. Kuristin löytyy SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 4020343. Tuotteen hinta on noin 40 € (Kuva 21).



Kuva 21. Kuristin H1000F/2 230/240 V - Helvar (SLO 2016e)

Perinteisen kuristimen ja sytyttimen yhdistelmän korvaava elektroninen liitäntälaite voidaan hankkia suurpainenatriumlampulle SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 4504213 (Kuva 22).



Kuva 22. Liitäntälaiteyksikkö ECP330 SON - T1000 W 230 - 240 V Philips (SLO 2016b)

Monimetallilampulle puolestaan voidaan hankkia elektroninen liitäntälaite SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 4504215 (Kuva 23).



Kuva 23. Liitäntälaiteyksikkö ECP330 MHN - FC1000 W 230 - 240V Philips (SLO 2016a)

Kyseiset liitäntäyksiköt on tarkoitettu käytettäväksi suuritehoisilla purkauslamputilla toimivien valonheittimien kanssa, joihin ei tilanpuutteen tai korkean lämpötilan vuoksi voida liittää sähkökomponentteja. Liitäntälaiteyksikkö sisältää kaikki tarvittavat sähkökomponentit (liitäntälaite, sytyttimet ja kondensaattorit), johdotuksen ja riviliittimet, jotka varmistavat lampun syttymisen ja toiminnan tasaisella

virralla. Elektronisten liitännälaitteiden avulla parannetaan energiatehokkuutta, pienennetään käyttökustannuksia ja saadaan pidennettyä lamppujen käyttöikää. Kyseisten liitännälaitteyksiköiden IP-luokka on IP65. (SLO 2016a.)

6.1.2 Toteutus LED-lampuilla

Tarkoituksena olisi saada LED-valaistuksella aikaan 500 W:n teho. Näin suuren tehon aikaansaaminen ledeillä tulee suhteellisesti melko kalliiksi. Kuvassa 24 näkyvä 560 W LED-valonheitin maksaisi yli 3000 € Sanpek Oy:n kautta tilattuna. 500 W LED-valaisimia on myös vähän ainakin Suomen markkinoilla tarjolla.



Kuva 24. Valonheitin LED - LS - HI IP65 560W (Sanpek Oy 2016a)

Hintaa voidaan saada hieman alemmaksi tilaamalla LED-lamput erillisinä ja kasaamalla niistä noin 500 W:n valaisin. Suurin osa LED-lampuista SLO:n ja Taloon.com internetsivuilta katsottuna on 3 - 20 W:n teholuokassa. Näiden tavallisten LED-lamppujen hinta vaihtelee paljon 5 - 50 €/kpl ominaisuuksista riippuen. Pienitehoiset ledit ovat halvimpia. 20 W:n LED-lamppuja tarvittaisiin 25 kappaletta ja niiden hinta on melko korkea, noin 50 € kappale. Tavalliset 5 - 10 W:n ledit maksavat noin 5 - 20 € kappale. Hinta-arvioita tarkasteltiin SLO:n ja Taloon.com internetsivuilta. Lisäksi tarvitaan liitinkappaleet joihin polttimot saadaan kiinni sekä tarvittavat liitännät lamppujen välille. Ongelmaksi tulisi myös jäähdytys, mikäli hankitaan useita LED-lamppuja ja kasataan niistä valaisin itse. Myös valaisinkotelon hankkiminen olisi ongelmallista tiukkojen ulkovalaisinten IP-luokitusvaatimusten vuoksi ja koteloon tarvittavien komponenttien määrästä johtuen. Helpoin ratkaisu olisikin hankkia esimerkiksi kuvan 24 mukainen LED-valonheitin.

6.2 Katujakokeskus

Lapin ammattikorkeakoulun parkkipaikalla oleva JK101 katujakokeskus on ABB MJS KOK5 mallinen (Kuva 25).



Kuva 25. ABB MJS KOK5 katujakokaappi JK101

Taulukosta 8 nähdään JK101 katujakokeskuksen mitat.

Taulukko 8. ABB MJS KOK5 (ABB 2008, 6)

Korkeus mm	Syvyys mm	Leveys mm	Moduulia à 7 mm	Lajimerkki	SSTL	Paino kg
1200	360	400	45	MJS K00K5	54 531 15	40
1200	360	600	73	MJS K0K5	54 531 16	49
1200	360	850	109	MJS K1K5	54 531 17	60
1200	360	1050	137	MJS K2K5	54 531 18	69
1200	360	1350	180	MJS K3K5	54 531 19	85

Katujakokeskuksessa on vapaana yksi jonovarokeytkin (Kuva 25 ja 26) eli kolminapainen varokeytkin, jossa sulakkeet on sijoitettu pystysuoraan jonoon. Tätä voidaan käyttää toisen valaisimen sähkönsyötölle, ellei tälle tilavaraukselle ole

muita suunnitelmia. Sulakkeina käytetään kahvasulakkeita. Jonovarokeytkin löytyy SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 3660464, hinta on 223 €. Yksi jonovarokeytkin hankitaan lisää toisen valaisimen sähkönsyöttöä varten. Sulakkeiksi valitaan 1000 W:n suurpainepurkauslampun syöttöä varten 16 A kahvasulake ja 500 W:n LED valaistussyöttöä varten 10 A kahvasulake. (ABB 2008, 8.)



Kuva 26. Jonovarokeytkin XLBM00 - 3PLZ - DCC (SLO 2016d)

6.3 Suojaukset

C-tyyppin johdonsuoja-automaatteja suositellaan valaistusta varten. Tätä tarkoitusta varten C-tyyppin johdonsuoja 5 sekunnin laukaisuajalla on sopiva, lampun sytyttämisen aiheuttaman virtapiikin vuoksi. C-tyyppin johdonsuoja on myös hitaampi kuin B-tyyppi ja kestää paremmin käynnistysvirtoja. Mikäli käytetään johdonsuoja-automaattia, tulisi käyttää sellaista, joka on suunniteltu elektroniselle

kuormalle. Johdonsuoja-automaatteja ja vikavirtasuojia käytettäessä niillä tulee olla riittävä viive ja niiden täytyy kestää syttymisvirtapiikki, jonka elektroniset liitännälaitteet (Kuva 22 ja 23) tuottavat. (Glamox 2016, 12.)

6.4 Kaapelointi

Suuritehoinen valaisin aiheuttaa paljon UV- ja lämpösäteilyä. Käytettävien syöttökaapeleiden tulee kestää kyseisen valaisimen aiheuttama suora lämpösäteily. Syöttökaapeli voidaan suojata esimerkiksi koteloimalla. (Glamox 2016, 12.)

Syöttö tuodaan maakaapelilla katujakokaapista valaisimelle. Molemmille valaisinalustoille tuodaan oma syöttökaapelinsa, jolloin ohjausten suorittaminen on helpompaa ja voidaan ohjata erityyppisiä valaisimia erikseen. Syöttökaapelina käytetään molemmille valaisimille Draka MCMK 3 x 2,5 + 2,5 kaapelia (Kuva 27). Hinta on Taloon.com sivustolla 2.16 €/metri. Kaapelia tarvitaan yhteensä noin 50 metriä, jolla saadaan oma syöttö tuotua molemmille valaisinalustoille ja jää vähän säätövaraakin valaisinpylvään sijoittelua varten.



Kuva 27. MCMK 3 x 2,5 + 2,5 (Taloon.com 2016a)

6.5 Ohjaukset

Valaisinten ohjausjärjestelmien tehtävänä on sytyttää valaisin haluttuna ajankohdana. Periaate paikallisohjauksessa on, että saadaan ohjausjännite katujakokeskukselle, jossa kontaktori vetää ja sulkee apukoskettimensa. Etäohjauksen osalta tilanne on lähes samanlainen kuin paikallisohjauksessa. Ainoa ero on, ettei ohjauskaapeleita tarvita, vaan ohjaukaskäsky tulee langattomasti GSM, GPRS tai radioyhteyden kautta. Etäohjausta varten tarvitaan GSM ohjausmoduuli. Ohjauspiirustukset löytyvät liitteestä 2. Molempien valaisimien ohjaukset tehdään liitteen 2 mukaisesti.

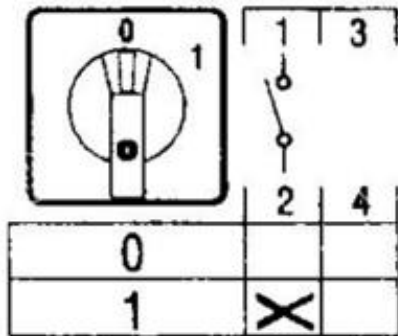
6.5.1 Paikallisojtaus

Valaisimien paikallisojtausta varten tarvitaan kytkin, esimerkiksi 0 - 1 nokkakytkin. Molemmille valaisinalustoille tarvitaan oma kytkimensä, jotta valaisimia voidaan halutessa käyttää yhdessä tai erikseen. Kuvan 28 nokkakytkin löytyy SLO:n internetsivustolta sähkönumerolla 3604401. Tuotteen hinta on 14,10 € kappale. Nokkakytkimet sijoitetaan esimerkiksi sähkövoimatekniikan laboratorioon. (SLO 2016j.)



Kuva 28. 0 - 1 Nokkakytkin A1/8ZM/F601 (SLO 2016j)

Kuviossa 8 esitetään kyseisen nokkakytkimen toimintakaavio.



Kuvio 8. Nokkakytkimen toimintakaavio (SLO 2016j)

Valaisimien ohjausta varten tarvitaan ohjauskaapeli kytkimien liittimiltä paikallisohjauksen kontaktoreiden A1 koskettimiin. Ohjauskaapelina voidaan käyttää kuvan 29 mukaista Reka MCMO 7 x 1,5 kaapelia, joka soveltuu myös maa-asennukseen. Kaapeli löytyy SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 0602922.

Perustiedot	
Sähkönumero	06 029 22
EAN-koodi	6410006029228
Tuotenimi	Ohjauskaapeli REKA
Lajimerkki	MCMO 7X1,5
Toimittaja	REKA
Varastoitava	Kyllä
Noutotuote	Ei
Myyntihinta alv 0%	459.00 € / 100 M
Mittatiedot	
Yksikkö	M
Paino kg	0.290
Tilavuus dm ³	0.310
Täydentävät tiedot	
Vaihtoehtoinen tuote	0601901



▼ [STK-tuotekortti](#)



Kuva 29. Ohjauskaapeli Reka MCMO 7 x 1,5 (SLO 2016k)

Kyseisellä ohjauskaapelilla voidaan hoitaa molempien nokkakytkimien kautta ohjausjännite molempien valaisimien paikallisohjauksen kontaktoreille. Loput 5 ohjauskaapelin johdinta jää muuhun käyttöön. Kontaktoreiden A2 liittimet viedään

maihin. Kaikki tarvittavat kontaktorit sijoitetaan katujakokeskukseen, jossa tehdään kytkennät niiden välille. Kontaktoriin tarvitaan vähintään 1 avautuva ja 1 sulkeutuva kosketin. Kontaktorina voidaan käyttää esimerkiksi kuvan 30 mukaista kontaktoria, joka löytyy Finnparttia internetsivuilta hintaan 8,40 €, joita tarvitaan 2 kappaletta.



Kuva 30. Kontaktori AEG 230 V (Finnparttia Sähkötukku 2016c)

6.5.2 Etäohjaus

Etäohjauksessa ohjaus suoritetaan GSM-signaalin avulla. Etäohjauksessa kontaktori vaatii GSM signaalin, jotta se sulkee koskettimensa ja päästää virran läpi ja saa lampun syttymään. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi kuvan 31 mukaista GSM ohjausyksikköä.



Kuva 31. GSM ohjausyksikkö (Finnparttia Sähkötukku 2016b)

Kyseinen GSM ohjausyksikkö vaatii toimiakseen 230 VAC / 50 Hz vaihtovirran. Siinä on 2 ohjattavaa 230 VAC - lähtöä, 2 optoerotettua sisääntuloa, 2 lämpötilanturin sisääntuloa ja 1 AD-sisääntulo. Tämän ohjausyksikön avulla voidaan kytkeä kaksi sähkövaihetta päälle ja pois päältä. Laitteen ohjaama verkkovirta saadaan kytkettyä matkapuhelimesta SMS-tekstiviestillä tai puhelinsoitolla. Laitteessa on liitännät myös ulkopuolisille antureille (DI/DO/AD), joten laite voidaan integroida osaksi kiinteistöautomaatiojärjestelmää. Kyseisen ohjausyksikön hinta on 198 €. (Finnparttia Sähkötukku 2016b.)

Ohjaus voitaisiin toteuttaa myös esimerkiksi kellokytkimen tai hämäräkytkimen avulla, jos halutaan että valaisin syttyy haluttuna ajankohtana tai valoisuuden mukaan automaattisesti.



Kuva 32. Hämäräkytkin Nightmatic 3000 (SLO 2016c)

Hämäräkytkimeksi voidaan valita kuvan 32 mukainen hämäräkytkin. Kyseisen laitteen maksimikytkentäteho on 1000 W, laite vaatii toimiakseen 230 - 240 V 50 Hz vaihtovirran. Hämäräkytkimen säätö tapahtuu nappia painamalla. Laitteen kotelointiluokka on IP54. Tuote löytyy SLO:n internetsivuilta sähkönumerolla 3514140 ja sen hinta on 53,50 €. (SLO 2016c.)

Hämäräkytkin kytketään sarjaan ja säädetään toiminaan halutulla tavalla. Toimintaa varten tulisi olla 3 asentoinen nokkakytkin esimerkiksi 0 - 1 - Auto, näin auto-

maattiasennon saisi hämäräkytkimelle. Hämäräkytkimen sulkiessa koskettimensa samassa sähköpiirissä oleva kontaktori vetää ja sulkee apukoskettimensa jolloin valaisin syttyy.

7 BUDJETTILASKELMA

Suojaustarvikkeita (sulakkeet, johdonsuojat, vvsk) ei oteta budjettilaskelmassa (Taulukko 9) huomioon. Asennuskustannuksia ei myöskään huomioida laskelmassa. Tarjouskyselyt tehdään valaisinpylvään hankinnan ollessa ajankohtaista. Mikäli päädytään ulkopuoliseen urakoitsijaan, tehdään tarjouspyynnöt muutamalle eri yritykselle valaisinpylvään hankinta- ja asennuskustannuksista. Asennustyöt on mahdollista tehdä joiltain osin myös opiskelijoiden työharjoittelun yhteydessä tai sisällyttää tehtävä opiskelijoiden projektitöihin.

Taulukko 9. Budjettilaskelma

Tuotteen nimi	Lukumäärä	Hinta/kpl
Puupylväs - CU Scanpole 207, lk2, 7m (SLO, nro:5045207)	1	103 €
Valonheitin SET 1000 ST (Taloon.com)	1	535 €
Suurpainenatriumlamppu ST 1000 W E40 (SLO, nro: 4870161)	1	332 €
Monimetallilamppu HQI - T 1000 W (SLO, nro:4834468)	1	288 €
Valonheitin LED - LS - HI IP65 560 W (Sanpek Oy)	1	n. 3000 €
Sytytin purkauslampulle NI 1000 LE (SLO, nro: 4012106)	1	52 €
Kuristin NK1000F/2 1000 W - Suurpainenatriumlampulle (SLO, nro:4020468)	1	n.40 €
Kuristin H1000F/2 230/240 V - Monimetallilampulle (SLO, nro: 4020343)	1	n.40 €
Liitäntälaiteyksikkö ECP330 SON - T1000 W 230 - 240 V Philips Suurpainenatriumlampulle (SLO, nro:4504213)	1	hintaa ei löytynyt
Liitäntälaiteyksikkö ECP330 MHN - FC1000 W 230 - 240 V Philips Monimetallilampulle (SLO, nro: 4504215)	1	hintaa ei löytynyt
Syöttökaapeli MCMK 3 x 2,5 + 2,5 (Taloon.com)	n. 50 m	2,16 €/m
Ohjauskaapeli Reka MCMO 7 x 1,5 (SLO, nro: 0602922)	n. 100 m	459 €/100 m
0 - 1 Nokkakytkin A1/8ZM/F601 (SLO, nro: 3604401)	2	14,10 €
Kontaktori AEG 230 V (Finnparttia Sähkötukku)	2	8,40 €
GSM ohjausyksikkö (Finnparttia Sähkötukku)	1	198 €
Jonovarokeytkin XLBM00 - 3PL - Z - DCC (SLO, nro: 3660464)	1	223 €
Hämäräkytkin Nightmatic 3000 (SLO, nro: 3514140)	1	53,50 €
	YHTEENSÄ	n. 5250€

Ne tuotteet, joita ei nykyisistä opetustarvikkeista löydy hankitaan erikseen. Budjettilaskelmaan on kerätty kaikki valaistussuunnitelmassa mainitut tuotteet ja niiden yksikköhinnat. Yhteishinta on laskettu karkeasti pyöristäen, sillä osalle tuot-

teista ei löytynyt hintatietoja ja LED-valonheittimen osuus hinnasta on suhteellisen suuri. Lopulliset hankinnat määräytyvät Lapin ammattikorkeakoulun tarpeen mukaan.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella valaisinpylväs Lapin ammattikorkeakoulun parkkipaikalle yleisvalaisimeksi. Työssä tuli selvittää tarvittavat lupamennettelyt ja ohjeet kyseistä toimenpidettä varten. Työhön sisältyi valaisinpylvään mekaaninen ja sähkötekniinen suunnittelu, sekä erilaisten valonlähteiden vertailu. Työssä keskityttiin lähinnä tie-, katu- ja aluevalaistuksen eri ratkaisuihin ja mahdollisuuksiin.

Euroopan unionin määräykset energiatehokkuuteen liittyen ovat kiristyneet paljon viimeisten 25 vuoden aikana. Valonlähteitä kehitetään jatkuvasti, päämääränä kaikilla säädöksillä ja määräyksillä on saada aikaan energiasäästöjä ja kehittää ympäristönsuojelua. Tässä opinnäytetyössä suunnitellun valaisinpylvään avulla tehtävissä laboratorikokeissa voidaan tutkia valonlähteiden vaikutuksia sähköverkkoon. Selkeiden tuloksien saamiseksi valonlähteiden tehokkuudet mitoitettiin riittävän suuriksi. Opinnäytetyöhön kerätyn tiedon perusteella valittiin sellaiset valonlähteet, joiden energiatehokkuudessa on selkeä keskinäinen eroavaisuus. Näin päästään vertailemaan nykyaikaisia valonlähteitä vanhanaikaisiin valonlähteisiin käytännön kokeiden avulla.

Aloittaessani opinnäytetyötä tiesin valaistussuunnittelun perusperiaatteet, mutta näin tehokkaisiin valonlähteisiin en ollut ennen perehtynyt kuin ohimennen. Opinnäytetyön tekeminen oli kuitenkin melko sujuvaa, eikä suurempia ongelmia ollut työn rakenteen muodostamisen jälkeen. Haastavinta oli löytää täsmällistä tutkimustietoa valonlähteiden ominaisuuksista, jotta pystyttiin vertailemaan eri valonlähteiden ominaisuuksia mahdollisimman tarkasti. Sähkötekniinen suunnittelu oli myös hetkittäin haastavaa käytännön kokemuksen puutteesta johtuen. Aiheesta kuitenkin löytyi hyvin lähdemateriaalia, jonka perusteella sain kasattua kattavan paketin valaisinpylvään suunnittelusta. Suuritehoiset valonlähteet vaativat enemmän suunnittelua kuin esimerkiksi normaali sisävalaistus. Tämä johtuu hieman monimutkaisemmasta laitteiston kokoonpanosta. Työhön onnistuttiin kuitenkin keräämään kattavasti tietoa asennuksiin tarvittavista komponenteista, silloin kun

käytetään suuritehoisia valonlähteitä. Omakohtainen käytännön kokemus suuritehoisista valaisimista olisi ollut eduksi työn sähkötekni- sen suunnittelun yksityis- kohdissa ja helpottanut prosessin etenemistä.

Kaiken kaikkiaan olen tyytyväinen opinnäytetyöhön. Mielestäni sain kasattua riit- tävän laajasti tietoa erilaisista valaistusratkaisuista. Opinnäytetyön tuloksena teh- tyä valaisinsuunnitelmaa voidaan käyttää sellaisenaan valaisinpylvään kompo- nenttien hankinnassa. Työssä on esitetty erilaisia vaihtoehtoja valonlähteiksi ja suunnitelmat tarvittavista kytkennöistä. Tarvittaessa valonlähteitä voidaan vaih- taa erilaisiin, kunhan otetaan huomioon opinnäytetyössä mainitut valonlähteiden yksilölliset erot ja niiden vaatimat laitteiston kokoonpanomuutokset.

LÄHTEET

1000W LED Flashlight – Worlds brightest (90 000 Lumens) 2015. Videotalenne. Viitattu 28.3.2016. <https://www.youtube.com/watch?v=-JVqRy0sWWY>.

ABB 2008. Pienjännitekojeet. Viitattu 29.3.2016. <https://library.e.abb.com/public/8ffc63852131ac55c1257532005b3fff/1SCC320003C1801.pdf>.

Alppilux 2016. Valonlähteet. Viitattu 27.3.2016. <http://www.alppilux.fi/fi/valonlahteet/valonlahteet>.

Ensto 2009. LED. Viitattu 28.3.2016. <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojak-sot/0705016/1228387313247/1228387387439/1233229692599/1233229715150.html>.

ETN 2014. Uusi induktiolamppu haastaa ledilamput. Viitattu 27.3.2016. http://etn.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=1329:uusi-induktiolamppu-haastaa-ledilamput&catid=13:news&Itemid=119.

Finnparttia Sähkötukku 2016a. Elohopeahöyrylamppu EH1000. Viitattu 15.3.2016. http://www.finnparttia.fi/epages/finnparttia.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014102905/Products/EH1000.

Finnparttia Sähkötukku 2016b. Kontaktorit: Kauko-ohjaus: ZZZ GSM DIN. Viitattu 13.4.2016. <http://www.finnparttia.fi/GSM-DIN>.

Finnparttia Sähkötukku 2016c. Minikontaktorit: MINI AV. Viitattu 14.4.2016. http://www.finnparttia.fi/epages/finnparttia.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014102905/Products/MINI.AV.

Giussani Oy 2014. Lamppuinfo. Viitattu 27.4.2016. <http://www.giussani.fi/tuotteet/valaisimet/led-valaisimet/lamppuinfo.html>.

Glamox 2016. Asennusohje. PDF-dokumentti. Installation and maintenance manual. Viitattu 14.4.2016. <http://glamox.com/fi/products/jet-1000>.

Halonen, L. & Lehtovaara, J. 1992. Valaistustekniikka. Jyväskylä: Otatieto Oy.

Innolux 2014. Valaistussuunniteluopas. Helsinki. Viitattu 30.3.2016. http://www.innolux.fi/sites/default/files/Valaistussuunnitteluopas_RGB.pdf.

Kemin kaupunki 2016. Kunnan rakennusvalvonnan luvat ja lomakkeet sekä ilmoitukset verottajalle: Rakennus- ja toimenpidelupahakemus. Viitattu 15.4.2016. <http://www.kemi.fi/asukkaaksi-kemiin/asuminen-ja-rakentaminen/rakennusvalvonta/rakennusvalvonnan-luvat/>.

Knuutila, K. 2010. Energiätehokas valaistus. Valaistus, lamput, ympäristö ja kestävä kehitys. Viitattu 15.3.2016. [http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/B0F19687D9639FD2C225780E004E0D1C/\\$file/Valaistuskoulu-tus_%2030.11.2010.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/B0F19687D9639FD2C225780E004E0D1C/$file/Valaistuskoulu-tus_%2030.11.2010.pdf).

Lampputieto 2016a. LED-lamput. Viitattu 28.3.2016. <http://www.lampputieto.fi/lamput/lampputyypit/led-lamput/>.

Lampputieto 2016b. Luksi - valaistusvoimakkuus. Viitattu 28.3.2016. <http://www.lampputieto.fi/lamput/lamppujen-ominaisuuksia/luksi-valaistusvoimakkuus/>.

Lampputieto 2016c. Valaisimien koteloituiluokat. Viitattu 12.4.2016. <http://www.lampputieto.fi/valaistussuunnittelu/turvallisuus/kotelointiluokat/>.

Lighting Research Center 2013. Plasma lighting systems. Viitattu 13.4.2016. <http://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightingAnswers/plasma/advantages.asp#>.

Liikennevirasto 2010. Liikenneviraston ohjeita. Tien valaisinpylväiden ja jalustojen laatuvaatimukset. Viitattu 14.3.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-14_tien_valaisinpylvaiden_web.pdf.

Luxim 2009. Light on the planet. Clean lighting solutions. Viitattu 5.4.2016. <http://luxim.resilient.lighting/downloads/lep-brochure.pdf>.

Motiva 2014. Elohopealamput poistuvat markkinoilta 2015 – mitä tilalle katuvalaistukseen. Helsinki. Viitattu 14.3.2016. http://www.motiva.fi/files/9499/Elohopealamput_poistuvat_markkinoilta_2015_Mita_tilalle_katuvalaistukseen.pdf.

Puuinfo 2016. Pohjoismaisen havupuun tekniset ominaisuudet Pohjois-Amerikan ja Japanin puulajeihin verrattuna. Viitattu 14.4.2016. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/pohjoismaisen-havupuun-tekniset-ominaisuudet-pohjois-amerikan-ja-japanin>.

Sanpek Oy 2016a. LED-teollisuusvalaisimet: LED-LS-HI IP65. Viitattu 28.3.2016. <http://www.sanpek.fi/led-lamput-ja-valaisimet/led-teollisuusvalaisimet/led-ls-hi-ip65/>.

Sanpek Oy 2015b. Mittausraportti. Asikkala. Viitattu 28.3.2016. <http://www.suomela.fi/wp-content/uploads/2016/01/Mittaus-raportti20151030120159-Asikkalan-Kunta.pdf>.

Scanpole 2016. Puupylvään edut. Viitattu 12.4.2016. <http://www.scanpole.com/fi/puupylvaan-edut/>.

SLO 2016a. Elektroninen liitäntälaite monimetallilampulle. Viitattu 13.4.2016. <http://www.sahkonumerot.fi/4504215/>.

SLO 2016b. Elektroninen liitäntälaitte suurpainenatriumlampulle. Viitattu 13.4.2016. <http://www.sahkonumerot.fi/4504213/>.

SLO 2016c. Hämäräkytkin. Viitattu 18.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=3514140.

SLO 2016d. Jonovarokeytkin. Viitattu 14.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=3660464.

SLO 2016e. Kuristin monimetallilampulle. Viitattu 13.4.2016. <http://www.sahkonumerot.fi/4020343/>.

SLO 2016f. Kuristin suurpainenatriumlampulle. Viitattu 13.4.2016. <http://www.sahkonumerot.fi/4020468/>.

SLO 2016g. LED-lamppu. Viitattu 26.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=4720125.

SLO 2016h. Monimetallilamppu HQI-T 1000W E40. Viitattu 12.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=4834468.

SLO 2016i. Monimetallilamppu HQI-T 2000W E40. Viitattu 28.3.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=4834605.

SLO 2016j. Nokkakytkin. Viitattu 13.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=3604401.

SLO 2016k. Ohjauskaapeli. Viitattu 14.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=0602922.

SLO 2016l. Puupylväs. Viitattu 12.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=5045207.

SLO 2016m. Suurpainenatriumlamppu NAV-E 1000W E40. Viitattu 28.3.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=4835591.

SLO 2016n. Suurpainenatriumlamppu Sodinette ST 1000W E40. Viitattu 12.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=4870161.

SLO 2016o. Sytytin. Viitattu 12.4.2016. https://www.slo.fi/slo/fi/products/_layouts/15/slo/productdetails.aspx?partno=4012106.

Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry:n ja Suomen Valotekninen Seura ry:n julkaisu 1998. Lamput ja valaisimet. Espoo: Gummerus kirjapaino Oy.

Suomen Valoteknillinen Seura 2009a. Komission asetus (EU) N:o 245/2009. Viitattu 14.3.2016. http://www.valosto.com/tiedostot/LexUriServ_245_fi.pdf.

Suomen Valoteknillinen Seura 2010b. Komission asetus (EU) N:o 347/2010. Viitattu 14.3.2016. http://www.valosto.com/tiedostot/Komission_asetus_347_2010_20100421.pdf.

Taloon.com 2016a. MCMK 3x2,5+2,5. Viitattu 13.4.2016. <http://www.taloon.com/tuotteet/maakaapeli-mcmk-3x2-5-2-5/S-0602153/dp?search=mcmk+3x2%2C5>.

Taloon.com 2016b. Valaisininfo. Viitattu 27.3.2016. <http://www.taloon.com/valaisininfo/10210/dg>.

Taloon.com 2016c. Valonheitin. Viitattu 12.4.2016. <http://www.taloon.com/valonheitin-set-1000-st-1000w-epasymmetrinen/S-4581336/dp?openGroup=5606>.

Tehomet 2016a. Tuotteet: Puupylväät: Vakiomallisto. Viitattu 27.3.2016. <http://www.tehomet.com/fi/tuotteet/ter%C3%A4spylv%C3%A4%C3%A4t/olakepylv%C3%A4%C3%A4t>.

Tehomet 2016b. Tuotteet: Teräspylväät: Kartiopylväät. Viitattu 27.3.2016. <http://www.tehomet.com/fi/tuotteet/ter%C3%A4spylv%C3%A4%C3%A4t/kartiopylv%C3%A4%C3%A4t>.

Tehomet 2016c. Tuotteet: Teräspylväät: Olakepylväät. Viitattu 27.3.2016. <http://www.tehomet.com/fi/tuotteet/ter%C3%A4spylv%C3%A4%C3%A4t/olakepylv%C3%A4%C3%A4t>.

Tehopylväs 2016. Tuotteet: Taittuva valaisinpylväs. Viitattu 27.3.2016. <http://www.tehopylvas.fi/taittuva-valaisinpylvas/>.

Tiehallinto 2007a. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Tievalaistus. TIEH 2200048-v-07-2007. Helsinki. Viitattu 14.3.2016. http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200048-v-07-tylt_7510_tievalaistus.pdf.

Tiehallinto 2006b. Tievalaistuksen suunnittelu. Helsinki. Viitattu 15.3.2016. http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100034-v-06tievalaist_suunn.pdf.

Tukes 2013. CE-merkintä. Helsinki. Viitattu 14.3.2016. <http://www.tukes.fi/fi/toimialat/kuluttajaturvallisuus/ce-merkki/>

LIITTEET

- Liite 1. Toimenpidelupahakemus
- Liite 2. Ohjauskaavio
- Liite 3. Asemakaava

Liite 1 1(3),



Ympäristöjaosto/
Rakennustarkastaja

HAKEMUS

Tulosta

- RAKENNUSLUPA
 TOIMENPIDELUPA

Saapumispäivä	
Lupa nro	
Päätös pvm	§

Tulostetaan kahtena kappaleena

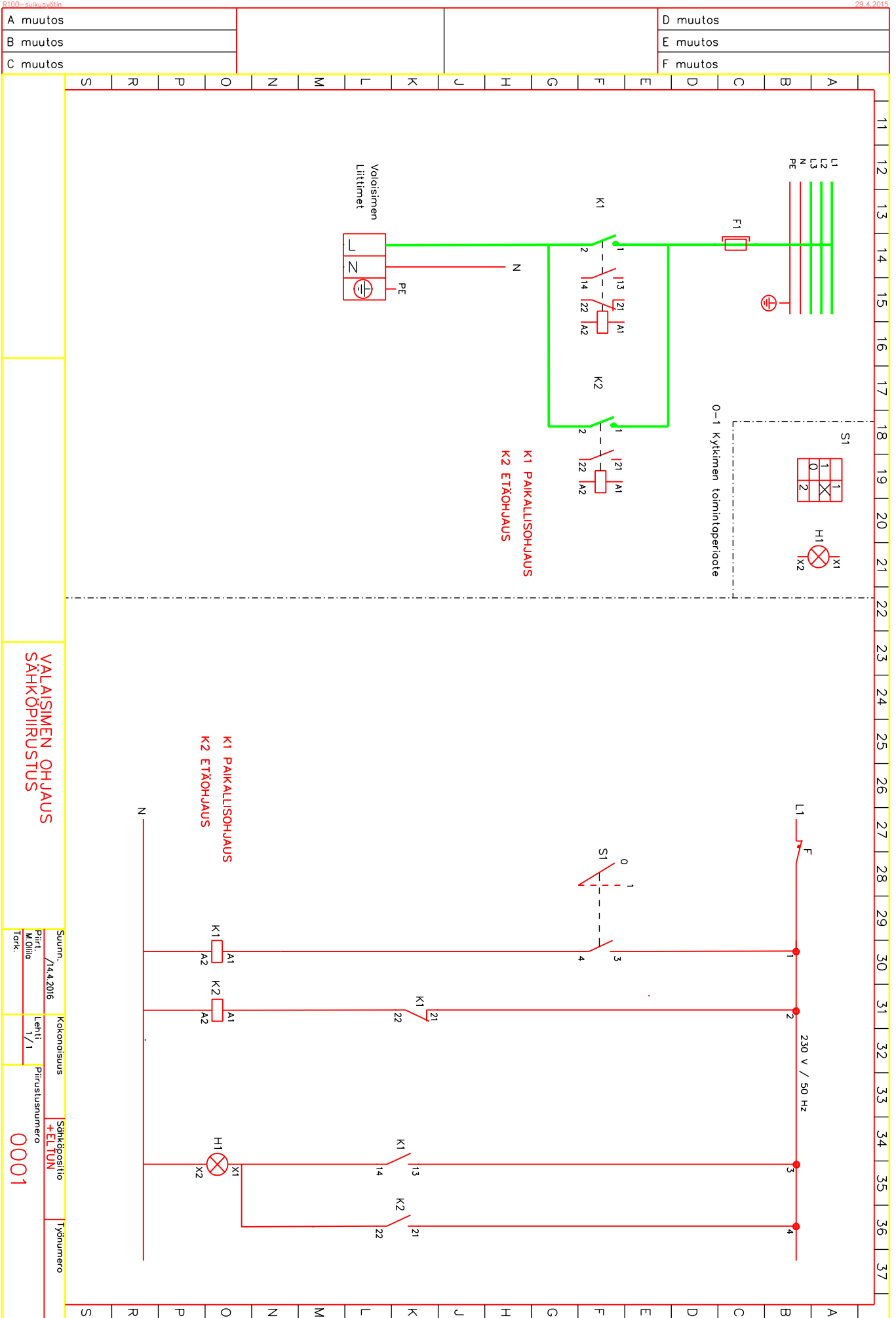
1. Rakennus- paikka	Kaupunginosa / Kylä	Kortteli / Tontti	Tila / RN:o
	Tontin tai rakennuspaikan osoite		Postinumero ja postitoimipaikka
	Tontti / Rakennuspaikka on <input type="checkbox"/> oma <input type="checkbox"/> vuokra	Käytetty rakennusoikeus k-m ²	Sallittu rakennusoikeus kerrosalaa m ²
	<input type="checkbox"/> Tontilla on purettavia rakennuksia	Purettava kerrosala m ²	Tontin / Rakennuspaikan pinta-ala m ²
2. Hakija (kaikki rakennus- paikan haltijat)	Nimi		
	Jakeluosoite		Y-tunnus
	Postinumero	Postitoimipaikka	Puhelin virka-aikana
3. Rakennus- hanke tai toimenpide	Lyhyt selostus rakennushankkeista tai toimenpiteistä:		
	Rakennushankkeen vaativuusluokka Suomen Rakennusmääräyskokoelman A 2:n mukaan		
	Tämä hakemus korvaa aikaisemman luvan, joka myönnettiin:		
	Päivämäärä	§	Lupa nro
	Rakennettava kerrosala m ²	Rakennettava kokonaisala m ²	Rakennettava huoneistoala m ²
Käytetty ja rakennettava kerrosala yht. m ²	Asuntoja kpl	Kerrosluku kpl	Rakennuksen paloluokka
4. Lisätietoja (Poikkeami- nen säännök- sistä määräyk- sistä peruste- luineen yms.)			

Liite 1 2(3).

5. Tekninen huolto	Veden hankintatapa	
	<input type="checkbox"/> yleinen <u>vesijotoverkko</u> <input type="checkbox"/> oma kaivo <input type="checkbox"/> muu, mikä ENTINEN	
	Jäteveden johtamistapa	
	<input type="checkbox"/> yleinen viemärijohtoverkosto <input type="checkbox"/> talousvedet imeytetään, wc-vedet umpisäiliöön <input type="checkbox"/> kaikki jätevedet käsitellään rakennuspaikalla (maapuhdistamo), vaatii erillisen luvan <input type="checkbox"/> muu, mikä ENTINEN	
	Sade- ja perustusten kuivatusvesien johtamistapa	
6. <u>Pääsuunnit- telija</u>	Nimi ja ammatti	
	Pätevyysluokka Suomen Rakentamismääräyskokoelman A 2:n mukaan	
	Osoite	
	Pääsuunnittelijan allekirjoitus	Puhelin virka-aikana
	Lämmitystapa	
7. Rakennus- <u>suunnittelija</u>	Nimi ja ammatti	
	Pätevyysluokka Suomen Rakentamismääräyskokoelman A 2:n mukaan	
	Osoite	Puhelin virka-aikana
8. Asiamies	Lisätietoja antaa tarvittaessa alla nimetty asiamies, jolla on oikeus täydentää ja korjata asiakirjoja. Milloin on kysymys erityissuunnitelmista, on kullekin asianomaisella tähän rakennustoimenpiteeseen liittyvien erityissuunnitelmien <u>laajalla oikeus</u> esittää suunnitelmansa viranomaisen hyväksyttäväksi ja täydentää, muuttaa ja korjata niihin kuuluvia piirustuksia ja muita asiakirjoja.	
	Asiamiehen nimi ja ammatti	
	Osoite	Puhelin virka-aikana

Liite 1 3(3).

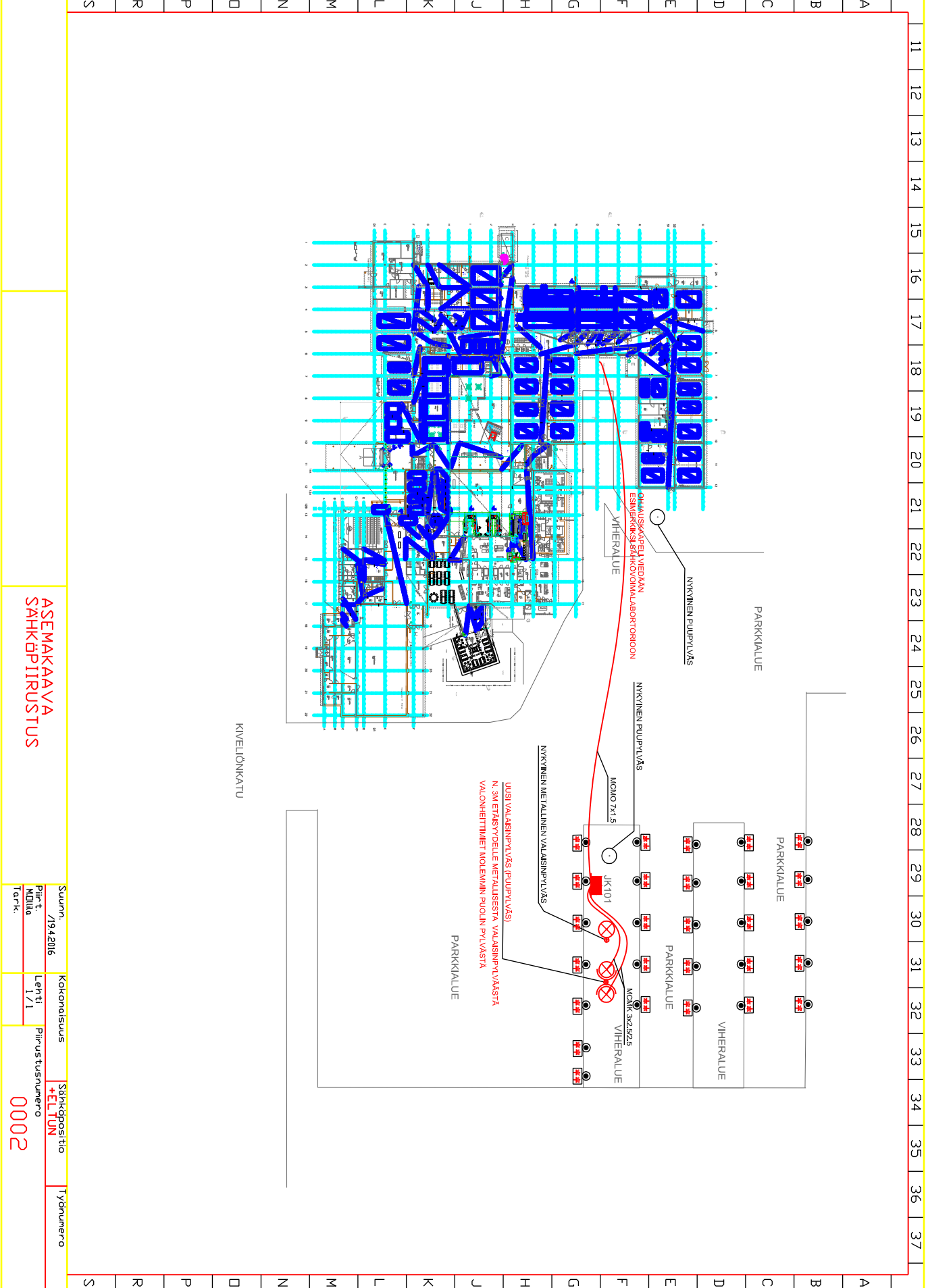
9. Liitteet	<input type="checkbox"/> 1. Selvitys rakennuspaikan omistus- ja hallintasuhteista <input type="checkbox"/> 2a. Ote peruskartasta <input type="checkbox"/> 2b. Ote asema-, rakennus- tai rantakaavasta <input type="checkbox"/> 3. Kiinteistörekisteriote <input type="checkbox"/> 4. Tonttikartta <input type="checkbox"/> 5. Pääpiirustukset <input type="checkbox"/> 6. Väestörekisterikeskuksen rakennushankeilmoitus lisälehtineen <input type="checkbox"/> 7. Valtakirja <input type="checkbox"/> 8. Ilmoitus väestösuojasta ja luettelointipiirustus <input type="checkbox"/> 9. Sijoituspaikkalupa <input type="checkbox"/> 10. Poikkeuslupapäätös <input type="checkbox"/> 11. Naapurin kuuleminen ____ kpl <input type="checkbox"/> 12. Hakemus rakennuttajavalvonnan/asiantuntijatarkastuksen suorittamisesta <input type="checkbox"/> 13. Hakemus vastaavaksi työnjohtajaksi <input type="checkbox"/> 14. Hakemus KVV-työnjohtajaksi <input type="checkbox"/> 15. Hakemus IV-työnjohtajaksi Muut mahdolliset liitteet:		
10. Rakennus- valvonta- maksun suorittaja (ellei hakija)	Nimi	Puhelin virka-aikana	
11. Päätöksen toimitus	Jakeluosoite	Postinumero	Postitoimipaikka
12. Allekirjoitus (Kaikki hakijat allekirjoittavat)	Päivämäärä _____ Hakijan tai hänen valtuuttamansa allekirjoitus _____ _____		
Rakennuskatselmusmiehet puoltavat luvan myöntämistä: _____ _____			



R100-sulkusyötin

29.4.2015

A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos



KIVELIÖNKATU

ASEMAKAAVA
SÄHKÖPIIRUSTUS

Suunn. /19.4.2016	Kokonaisuus	Sähköpostio +ELTUN	Työnumero
Piir. t. M. D. Tark.	Lehti 1 / 1	PIIRUSTUSNUMERO	0002