



KATU- JA ULKOVALAISTUKSEN SANEERAUS ENERGIAA SÄÄSTÄVÄMMÄLLÄ VAIHTOEHDOLLA

Opinnäytetyö

Markku Eskelinen

**Sähkötekniikan koulutusohjelma
Energiahuolto**

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Markku Eskelinen

Työn nimi

Katu- ja ulkovalaistuksen saneeraus energiaa säästävämällä vaihtoehdolla

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Opinnäytetyö

25.5.2010

37 + 18

Työn valvoja

Yrityksen yhdyshenkilö

Lehtori Heikki Laininen Asennuspäällikkö Janne Valtonen

Yritys

Kuopion Energia

Tiivistelmä

Tämän insinöörityön aiheena oli tutkia katu- ja ulkovalaistuksen saneeraukseen tarvittavan liitäntälaitteen käyttökelpoisuutta vaihdettaviin valaisinkohteisiin.

Tavoitteen oli etsiä taloudellinen ja käyttövarma ratkaisu katu- ja ulkovalaistuksen saneeraukseen heikentämättä sähkö- ja valaistusteknillisiä ominaisuuksia tutkittujen valaisinkohteiden välillä.

Työ toteutettiin Savonia-ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön sähkölaboratoriossa. Mittauksissa keskityttiin sähkötekniisiin suureisiin, kuten tehoihin ja syttymisprosessiin. Työssä tarkasteltiin myös mekaanista yhteensopivuutta parhaan ratkaisun toteuttamiseksi.

Työssä suoritettujen mittausten ja tutkimusten perusteella voitiin valita hyvä ratkaisu katu- ja ulkovalaistuksessa käytettyjen elohopeahöyryvalaisimien saneeraukseen energiaa säästävämällä vaihtoehdolla EuP-direktiivin mukaisesti.

Avainsanat

katu- ja ulkovalaistus, saneeraus, Kuopion Energia, valaisin, energiansäästö

Luottamuksellisuus

Salainen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Electrical Engineering

Author

Markku Eskelinen

Title of Project

Restructuring of Street and Outdoor Lighting with More Energy Saving Alternative

Type of Project

Date

Pages

Final Project

25 May 2010

37 + 18

Academic Supervisor

Company Supervisor

Mr. Heikki Laininen, Lecturer

Mr. Janne Valtonen, Construction Manager

Company

Kuopion Energia

Abstract

The purpose of this thesis was to investigate the restructuring of the street and outdoor lighting. This thesis was made for Kuopion Energia.

The main aim was to find an economic and reliable solution to restructure street and outdoor lighting without weakening electrotechnical and lighting technical features.

Measurements were done at the Electrical Laboratories of Savonia University of Applied Sciences, Engineering. Measurements focused on electrotechnical quantities including power and the starting process. Mechanical compatibility was also investigated to find the best solution.

On the basis of measurements and investigation it was possible to choose mercury vapor lamps in the restructuring of street and outdoor lighting. They are the most energy saving solution of the tested ones.

street and outdoor lighting, restructuring, Kuopion Energia, lamp, energy saving

Confidentiality

Confidential

ALKUSANAT

Aiheen tähän työhön sain kesällä 2009, jolloin aloitin aineiston etsimisen ja kokoamisen. Sähköasentajan töiden lomassa suunnittelin sekä hahmottelin opinnäytetyön kokonaisuutta, mutta vuoden 2010 alkupuolella aloitin varsinaisen käytännön työn sekä sen raportoinnin. Mittausten ja tutkimusten perusteella saatiin hyvä ratkaisu katu- ja ulkovalaistuksen saneeraukseen toteuttamiseksi.

Haluan kiittää yhteistyöstä Kuopion Energian sähköverkon henkilöstöä, joka on opastanut ja auttanut katu- ja ulkovalaistukseen tarvittavien tietojen hankinnassa. Haluan kiittää myös Kuopion Energian yhdyshenkilöä asennuspäällikkö Janne Valtosta sekä lehtori Heikki Lainista yhteistyöstä opinnäytetyöni valmistumisen aikaansaamiseksi.

Kuopiossa 25.05.2010

Markku Eskelinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	7
1.1 Kuopion Energia	7
1.2 Työn tavoitteet	8
1.3 Saneerauksen valvonta ja vastuu.....	9
2 ULKOVALAISTUSVERKKO	10
2.1 Suomen ulkovalaistusverkko	10
2.2 Valaisimet	10
2.3 Katuvalokeskukset.....	10
2.4 Ulkovalaistusverkon komponenttien teknistaloudelliset käyttöiät	11
2.5 Yleisimmät ulko- ja katuvalaistuksen lampputyypit	11
2.5.1 Elohopeahöyrylamppu	12
2.5.2 Suurpainenatriumlamppu	14
2.5.3 Pienpainenatriumlamppu.....	16
2.5.4 Led-valaisin	16
3 ULKOVALAISTUKSEN VAATIMUKSET	18
3.1 Valaistusluokat.....	18
3.2 Tiehallinnon ulkovalaistusvaatimukset	19
4 KATU- JA ULKOVALAISTUKSEN SANEERAUS	20
4.1 Käytettävät komponentit.....	20
4.2 Vaihtoehdot saneerauksen toteutukseen	20
4.2.1 Valmistajan liitännälaite 1	20
4.2.2 Valmistajan liitännälaite 2	21
4.2.3 Tutkittava liitännälaite, versio 1	22
4.2.4 Tutkittava liitännälaite, versio 2	22
5 TYÖN TOTEUTUS.....	23

5.1 Laboratoriomittaukset.....	23
5.1.1 Sytyttimien tutkiminen	23
5.1.2 KytKentätilan tutkiminen sekä silmämääräinen tarkastelu	29
5.1.3 Kulutusmittaukset.....	31
5.1.4 Kuristimien tutkiminen	33
5.2 Käytetyt mittalaitteet	35
6 YHTEENVETO	36
LÄHTEET.....	37

LIITTEET

LIITE 1: Sytytin ZRM B201W:n datalehti

LIITE 2: Sytytin BSN L407-ITS:n datalehti

LIITE 3: Sytytin NI 400 LE 4K – TM 20:n datalehti

LIITE 4: Sytytin NI 70S 4K:n datalehti

LIITE 5: Valaisin Stara MiniCompact:n tuotekortti

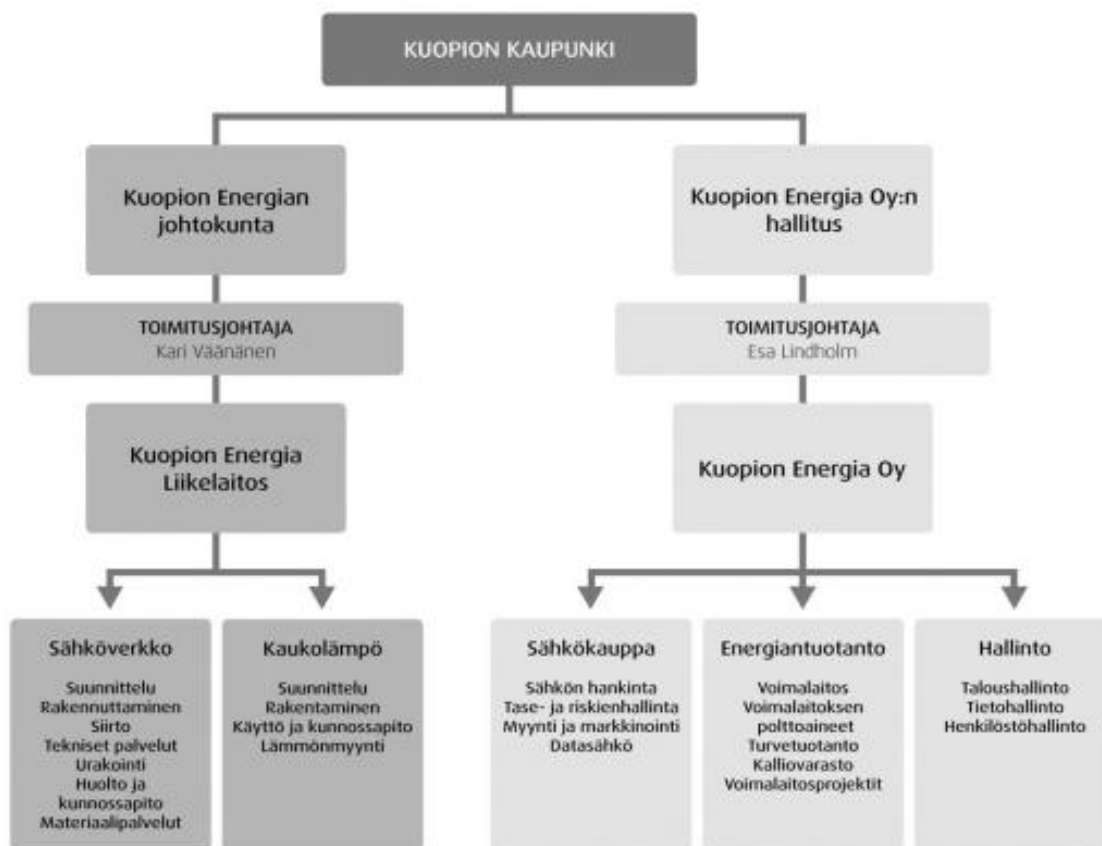
LIITE 6: Mittaustulokset, valaisimet

LIITE 7: Mittaustulokset, kuristimet

1 JOHDANTO

1.1 Kuopion Energia

Kuopion Energian muodostavat Kuopion Energia Oy sekä Kuopion Energia liikelaitos. Konsernin omistaa kokonaisuudessaan Kuopion kaupunki. Kuopion Energian organisaatiokaavio näkyy kuvassa 1.



Kuva 1. Kuopion Energian organisaatiokaavio. /3/

Kuopion Energia Oy tuottaa sähköä ja kaukolämpöä, myy sähköä sekä hoitaa koko konsernin hallintopalvelut. Sähkön ja kaukolämmön tuotanto on keskittynyt Haapaniemelle kahteen voimalaitokseen, joiden pääpolttoaine on turve sekä lämpökeskuksiin. Oman energiantuotannon lisäksi Kuopion Energia Oy käy sähkökauppaa Nord Poolin välityksellä. Henkilöstöä vuonna 2009 Kuopion Energia Oy:llä oli 117. /3/

Kuopion Energia liikelaitos siirtää sähköä ja toimittaa kaukolämpöä asiakkaille. Sähköverkkoa liikelaitoksella on noin 1 350 kilometriä sekä asiakkaita noin 50 000. /3/

Kuopion Energia liikelaitokset osaamisalueeseen kuuluu normaalin 0,4 kV pienjänniteverkon lisäksi 20 kV:n keskijännite- sekä 110 kV:n suurjänniteverkko ja niihin liittyvät työt. Henkilöstön lukumäärä vuonna 2009 Kuopion Energia liikelaitoksella oli 82. Kuopion Energian vuoden 2009 tunnusluvut näkyvät taulukossa 1 ja 2. /3/

Taulukko 1. Kuopion Energia Oy:n tunnusluvut vuonna 2009.

Liikevaihto	75 600 000 €
Liikevoitto	6 100 000 €
Liikevoittoprosentti	8,1
Oman pääoman tuottoprosentti	20,8
Sijoitetun pääoman tuottoprosentti	8,3
Omavaraisuusaste	16,1
Maksuvalmius	2,4
Henkilöstö	117

Taulukko 2. Kuopion Energia liikelaitoksen tunnusluvut vuonna 2009.

Liikevaihto	50 800 000 €
Käyttökateprosentti	22,0
Investointien omarahoitusprosentti	157,3
Käyttöomaisuuden poistoaika, v	7,1
Sijoitetun pääoman tuottoprosentti	8,6
Oman pääoman tuottoprosentti	18,7
Henkilöstö	82

1.2 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia katu- ja ulkovalaistuksen muutostöissä tarvittavien liitäntälaitteiden käyttövarmuutta, energiatehokkuutta sekä taloudellisuutta. Saatujen tuloksien perusteella voidaan valita Kuopion Energialle luotettavin ja taloudellisin ratkaisu ulkovaloverkoston uudistamiseen. Työssä ei tarkastella valaistusteknisiä perussuureita, koska lamppujen valmistajat ovat antaneet valmiiksi mitatut tiedot.

Ulkovalaistusverkon saneerauksen syynä on valaistukseen liittyvä EuP-direktiivi eli Energy using Products-direktiivi, joka on valaistuksen energiatehokkuutta koskeva määräys. Näin ollen EU-maissa ei saa myydä energiatehokkuudeltaan huonoja tuotteita kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. Tästä johtuu, että energiatehottomimmat lamput, kuten elohopeahöyrylamput poistuvat markkinoilta vuonna 2015. Vanhat lamput korvataan mm. suurpainenatriumlampuilla, ledeillä, monimetallilampuilla tai muilla vastaavilla. Tavoitteena on myös ympäristöystävällisyys, koska suurpainenatriumlampuissa on 90 % vähemmän elohopeaa. /5/

Maanlaajuisesti muutos on suuri, koska Suomessa arvioidaan olevan vuonna 2009 noin 800 000 elohopeahöyryvalaisinta. Nämä valaisimet on korvattava vuoteen 2019 mennessä. Valaisimen energiatehokkuus paranee elohopeahöyrylamput poistuttua jopa 250 W:sta 100 W:iin.

Vanhojen valaisimien saneeraus kokonaan uusiksi ei ole taloudellisin ratkaisu pitkällä aikavälillä, koska markkinoille on tullut erilaisia kittejä. Kittipaketti sisältää lamput sekä tarvittavat liitäntälaitteet. Investointi on kallis, mutta energiatehokkuuden ansiosta takaisinmaksuaika on noin 3 - 4 vuotta. Kuopion alueella käytettävät elohopealamput on korvattava energiataloudellisimmilla suurpainenatriumlampuilla. Tekniikan kehittyessä saneeraukset on mahdollista toteuttaa edullisilla ledeillä.

1.3 Saneerauksen valvonta ja vastuu

Katu- ja ulkovalaistuksen saneerauksen valvonta ja vastuu on itse saneeraajalla. Kuitenkin halutessaan saneeraaja voi testauttaa muutetun sähkölaitteen SGS Fimkolla. Saneeratuista valaisimista on muutettava arvokilvet standardien mukaisiksi ja niissä tulee ilmetä muutospäivä ja uudet lamputiedot. /5/

Ennen lopullista valaisimen vaihtoa on päätettävä, korvataanko elohopeahöyrylamput monimetalli- vai suurpainenatriumlampuilla. Yleisesti ottaenärkevin ratkaisu on valaisin, joka sopii molempiin lamputyyppeihin. Kohtuullisen hankintahinnan vuoksi valitaan kyseisistä vaihtoehdoista suurpainenatriumlamppu. Kaikki tämä korvaaminen perustuu energiansäästöön.

2 ULKOVALAISTUSVERKKO

2.1 Suomen ulkovalaistusverkko

Suomessa valtio on vastuussa yleisten teiden valaistuksesta, jonka tienpitoviranomaisena toimii Tiehallinto. Tiehallinto omistaa valaistuksen valta- ja kantateillä. Seutu- ja yhdysteiden valaistuksen omistaa joko Tiehallinto tai kunta, riippuen siitä, pitääkö Tiehallinto valaistusta tarpeellisena vai ei. Työnjako tievalaistuksessa perustuu Suomen Kuntaliiton ja Tiehallinnon solmimaan sopimukseen.

Katu- ja ulkovalaistusverkko on toteutettu suuremmalti osin alumiinisilla maakaapeleilla, joista yleisin on muovivaippainen AXMK-maakaapeli. Kaapeli eroaa normaalisti sähköjakoverkossa käytettävästä AXMK-kaapelista vain harmaan ulkovaipan osalta.

Ulkovalaistusverkossa on vielä paljon ilmajohto-osuuksia, joita kuitenkin vähennetään mahdollisuuksien mukaan. Ilmajohtoina käytetään yleisesti AMKA-riippukierrekaapeleita.

2.2 Valaisimet

Valaisimen tehtävä on valon suuntaaminen lampusta ajoradalle ja sen lähiympäristöön. Valaisin suojaa lamppua erilaisilta rasituksilta kuten likaantumiselta, ilman epäpuhtauksilta, korroosiolta, värinältä sekä ilkeivallalta. Valaisimen tulee olla helposti huollettava ja valon suuntaamisen on tapahduttava hyvällä hyötysuhteella.

Lisäksi valaisimen on oltava muodoltaan sellainen, että tuulikuorma on mahdollisimman pieni. Katu- ja ulkovalaistusverkossa olevat valaisimet tai niiden komponentit uusitaan tarpeen mukaan mahdollisten ikääntymisestä ja korroosiosta johtuvien vikatilanteiden välttämiseksi. /7/

2.3 Katuvalokeskukset

Katuvalokeskukset ovat omalla sähköliittymällään varustettuja sähkökeskuksia, jotka hoitavat ulkovalaistusverkon sähköistämisen. Katuvalokeskukset sisältävät ainakin

energiamittarin sekä muutamia johtolähtöjä tarpeiden mukaan. Erilaisia katuvalokeskuksia sijaitsee mm seuraavissa paikoissa:

- muuntamossa
- jakokaapissa
- pylväässä.

Katuvalokeskusten komponenttien ikä vaihtelee uusista, aina 30 vuotta vanhoihin.

2.4 Ulkovalaistusverkon komponenttien teknistaloudelliset käyttöiät

Ulkovalaistusverkon eri laitteiden ja komponenttien käyttöiät vaihtelevat parista vuodesta aina useisiin kymmeneen vuosiin. Käyttöikään vaikuttaa käytön määrä sekä käyttöolosuhteet.

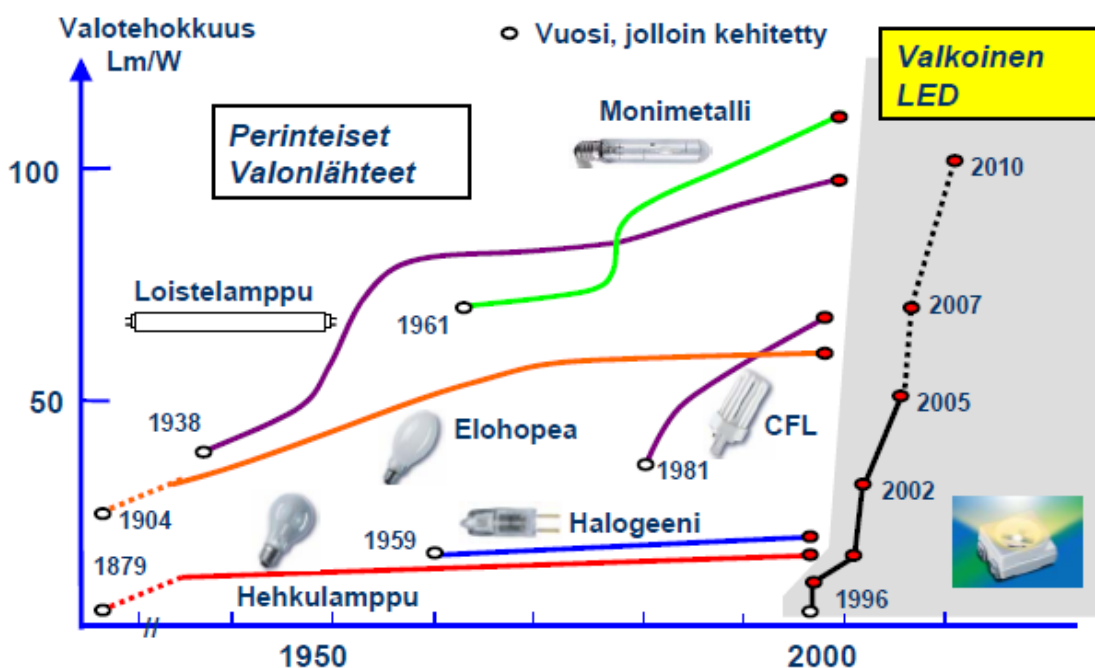
Kuopion ulkovalaistusverkon valaisimet ja katuvalokeskukset uusitaan sitä mukaan, kun tarvetta vaihtoon kunnossapitotöiden yhteydessä esiintyy. Niiden laskennallinen käyttöikä on 30 vuotta, mutta käytännössä valaisimet kestävät tätä pidempään käyttöolosuhteiden mukaan.

2.5 Yleisimmät ulko- ja katuvalaistuksen lampputyypit

Ulkovalaistuksen pääasiallisina valonlähteitä ovat kaasupurkaustekniikkaan perustuvat lamput, kuten elohopealamppu, suurpainenatriumlamppu, pienpainenatriumlamppu sekä sekavalolamppu. Käytettävien lamppujen elinikä niiden tyyppin mukaan jopa kuudesta kahdeksaan vuotta.

Valovoiman standardoitujen vaatimusten mukaan lamppujen valovoima ei saisi pudota suurpainenatriumlampuissa yli 5 %:a, eikä muissa lampputyypeissä yli 10 % :a lampun käyttöaikana.

Lamppujen tärkeimpiä ominaisuuksia valaistuksen kannalta ovat muun muassa valotehokkuus (valovirta/sähköteho) [lm/W], hyötypolttoikä (aika, jonka jälkeen lampun valaistusvoimakkuus on laskenut 30 %), valon väri ja värintoisto. Tämän lisäksi myös valon värille asetetaan vaatimuksia. Kuvassa 2 on esitetty perinteisten valonlähteiden valotehokkuuksien kehitystä. /4/



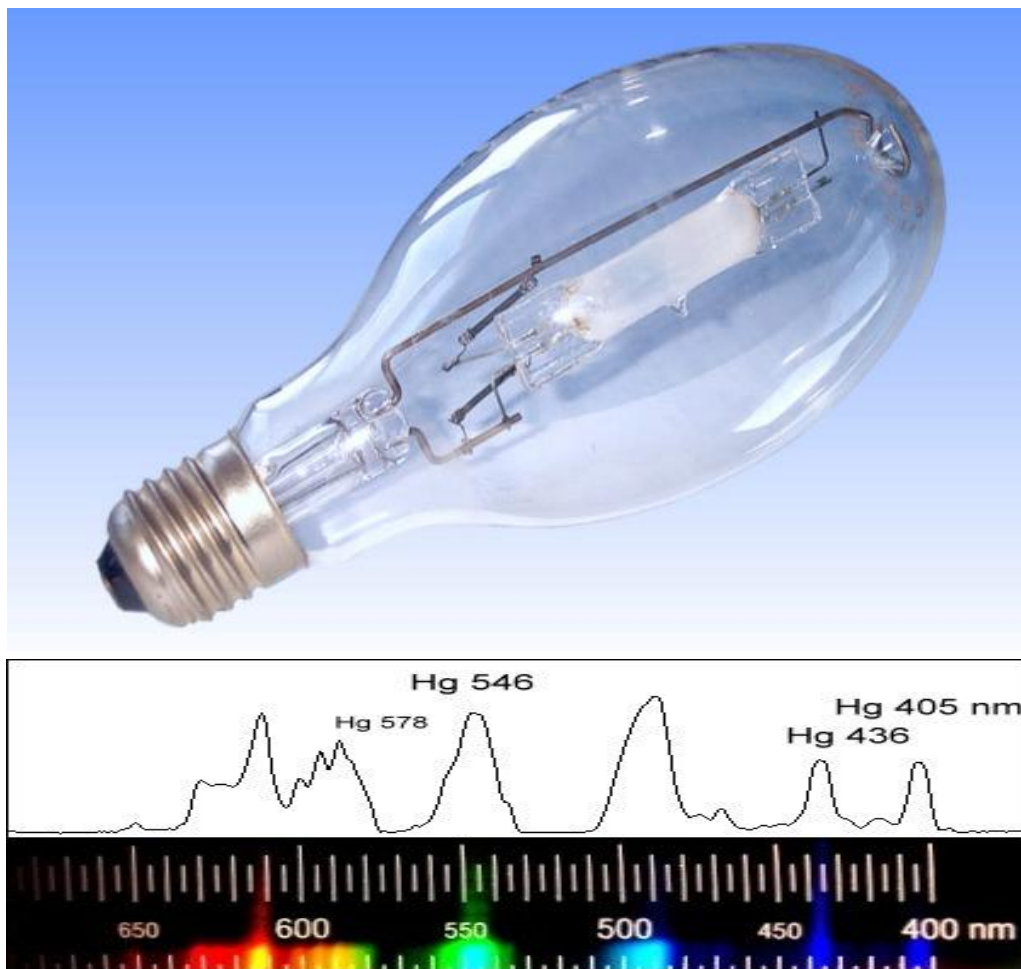
Kuva 2. Eri valonlähteiden valotehokkuuksien kehitys. /1/

2.5.1 Elohopeahöyrylamppu

Elohopeahöyrylamppu (kuva 3) on Suomen katuvalaistuksen yleisin lampputyyppi. Se on lampputyypeistä edullisin lampputyyppi, mutta samalla myös tehottomin ja eniten energiaa kuluttava. Elohopeahöyrylamppun valotehokkuus on noin 55 lm/W. Elohopeahöyrylamput menettävät myös merkittävästi valotehoaan elinkaarensa aikana ja ne tuottavat vaaleaa, lähes valkoista valoa. /2/

Elohopeahöyrylamppuja käytetään yleisesti:

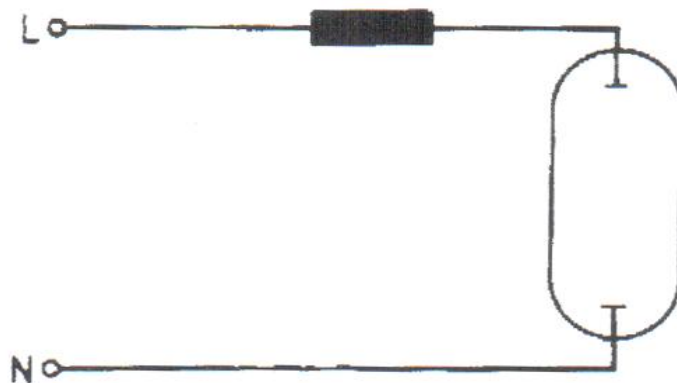
- alempiluokkaisilla teillä ja kaduilla
- kevyen liikenteen väylillä
- pysäköimis- ja levähdysalueilla
- kokooja- ja tonttikaduilla
- liikennemerkkien valaisemisessa
- puistoissa.



Kuva 3. Elohopeahöyrylamppu sekä sen emittoivan valon spektri. Osram 125 W. /2/

Elohopeahöyrylamppun toiminta perustuu sen polttimossa höyrystyvän elohopean lähettämään ultraviolettisäteilyyn. Lampun ulkokuvun loisteainekerroksessa muutetaan UV-säteily näkyväksi valoksi. Loisteaineella voidaan myös muuttaa valon väriominaisuuksia.

Elohopealamppu ei saavuta heti täyttä valotehokkuuttaan, vaan sen syttymisaika on noin 5 min. Sammutettu elohopeahöyrylamppu ei myöskään syty välittömästi uudelleen, vaan vaatii muutaman minuutin jäähtytysajan. Elohopeahöyrylamppu liitetään verkkoon kuristimen avulla, mikä näkyy kuvassa 4. Kuristimen tehtävänä on rajoittaa lampulle tulevaa virtaa induktiivisen reaktanssin avulla.



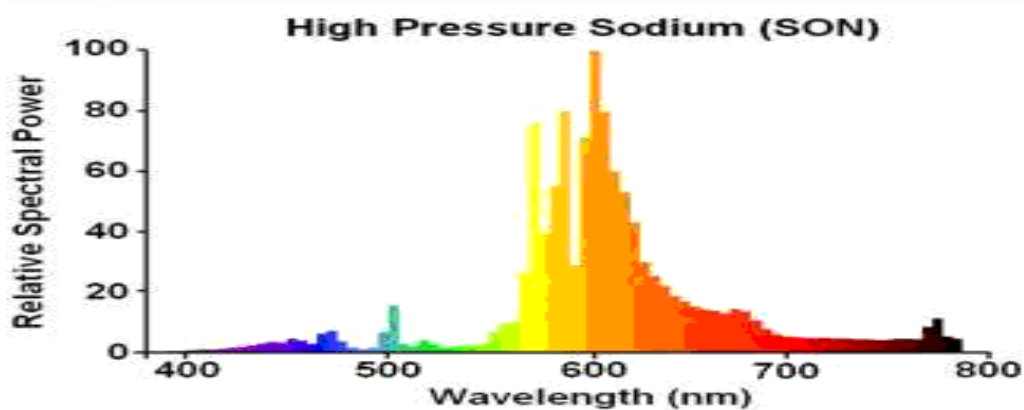
Kuva 4. Elohopeahöyrylamppun liittäminen verkkoon. /4/

Elohopeahöyrylamppun käyttöjännite on 230 V ja $\pm 10\%$. Käyttöjännitteen vaihtelu vaikuttaa vain vähän sen polttoikään. Lampun polttoikä on noin 20 000 tuntia, mutta käytännössä valovirran alenemisen vuoksi sitä voidaan käyttää noin 12 000 tuntia.

2.5.2 Suurpainenatriumlamppu

Suurpainenatriumlamppu (kuva 5) on hankintakustannuksiltaan kalliimpi kuin elohopeahöyrylamppu, mutta valaistusominaisuuksiltaan tehokkaampi ja energiaa säästävämpi vaihtoehto. Suurpainenatriumlampun valotehokkuus on noin 112 lm/W. Suurpainenatriumvalaisin tuottaa oranssinkeltaista valoa, joten sen värinvalaistusominaisuus on heikompi kuin elohopeahöyrylamppu. Pidemmällä ajanjaksolla suurpainenatriumteknikkaa pidetään kustannustehokkaimpana tievalaistuksen ratkaisuna. Suurpainenatriumvalaisimia käytetään yleisesti:

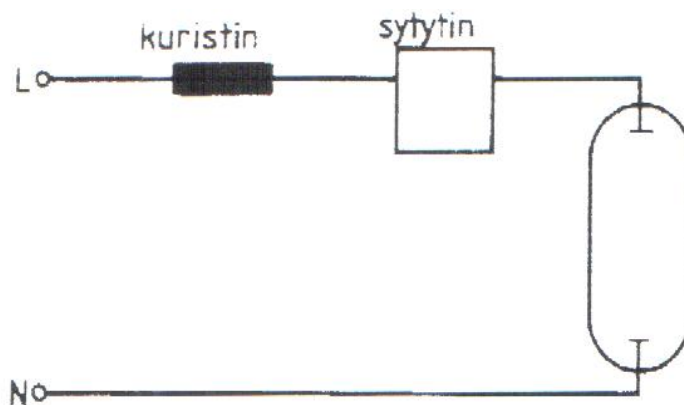
- yleisillä vilkasliikenteisillä teillä ja kaduilla
- eritasoliittymissä
- kevyen liikenteen väylillä
- sillanalusvalaistuksessa
- tunneleissa.



Kuva 5. Suurpainenatriumlamppu sekä sen emittoivan valon spektri. Philips. 150 W /2/

Suurpainenatriumlampun toiminta perustuu suureen virtatiheyteen, jonka ansiosta natriumhöyryn paine nousee korkeaksi (29...33 kPa). Suuripaineinen natriumhöyry lähettää tehokkaasti valoa, joten spektri ulottuu olennaisesti koko näkyvälle alueella. Suurpainenatriumlamppu kytketään verkkoon kuristimen ja sytyttimen avulla, mikä näkyy kuvassa 6. /4/

Elohopealamppu ei tarvitse erillistä sytytintä, koska se syttyy normaalilla käyttöjännitteellä, mutta suurpainenatriumlamppu tarvitsee erillisen jännitepulssin. Tämä jännitepulssi toteutetaan sytyttimellä. Jännitepulssin suuruus riippuu lampun tehon suuruudesta, mutta tyypillisesti se on 1 – 5 kV. /4/



Kuva 6. Suurpainenatriumlampun liittäminen verkkoon. /4/

Lampun polttimen lämpeneminen kestää 5...10 min, jona aikana lampun valovirta kasvaa maksimiin. Uudelleen syttyminen jännitekatkoksen jälkeen tapahtuu 1...2 min kuluttua eli nopeammin kuin elohopeahöyrylampun.

Suurpainenatriumlampun toiminta riippuu käyttöjännitteestä ja ulkoisista seikoista, kuten valaisimen liiallisesta lämpenemisestä. Suurpainenatriumlampun käyttöikä on tehon mukaan noin 12 000 – 16 000 tuntia. /4/

2.5.3 Pienpainenatriumlamppu

Pienpainenatriumlamppu on kaikista natriumlampputyypeistä harvinaisin. Ne ovat tehokkaimpia tievalaistuslamppuja; valotehokkuus on jopa 175 lm/W. Ne ovat huomattavasti kalliimpia kuin suurpainenatriumlamput ja värinnoistoltaan huonompia. Pienpainenatriumlamppujen koon ja vika-alttiuden vuoksi niiden käyttö on vähäisempää. /8/

2.5.4 Led-valaisin

Led-valaisin on uusi valaisintyyppi ja näin ollen niiden osuus valaistusmarkkinoilla lisääntyy. Led-tekniikan ansiosta valaisimen energian voidaan tulevaisuudessa säästää yhä enemmän. Kannattavan led-valaistuksen arvioidaan tulevan muutaman vuoden päästä, jolloin tekniikka on ja valaistusominaisuudet ovat kasvaneet halutulle tasolle. Led-valaisimien hankinta tulee nykyään vielä noin 50 % kalliimmaksi, kuin perinteisellä tekniikalla olevan valaisimen hankinta, mutta energiatehokkuuden ansiosta se

maksaa yhä nopeammin itsensä takaisin. Energiansäästön lisäksi ledit säästävät huoltokustannuksissa. Led-tievalaistuksen käyttöikä on 30 – 40 vuotta ja sen huoltotarve jää vain viidesosaan perinteiseen tievalaistukseen verrattuna. Näin ollen LED-valaistus on lähitulevaisuudessa erittäin kantaanotettava vaihtoehto valaistusmarkkinoilla.

3 ULKOVALAISTUKSEN VAATIMUKSET

Tie- ja ulkovalaistuksen tarkoituksena on ennaltaehkäistä onnettomuuksia ja parantaa liikenneturvallisuutta. Sopiva valaistus vähentää rikollisuutta ja lisää ulkonaliikkujien turvallisuudentunnetta sekä pienentää ajoneuvo- ja aikakustannuksia näkyvyyden ja nopeuden parantuessa.

3.1 Valaistusluokat

Tie- ja katuvalaistuksen liikenneturvallisuutta, viihtyvyyttä ja ympäristöä parantavat vaikutukset voidaan määrittää valaistusluokkien avulla. Kaikki valaistusluokat ja niiden määritelmät ovat esitetty Tiehallinnon julkaisussa ”Tievalaistuksen suunnittelu”. Valaistus pysyy luokassaan, kun valaistustekniset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vaatimukset ja ovat keskenään oikeassa suhteessa. Autoilijat arvostavat luminenssin tasaisuutta, keskimääräistä luminenssia ja häikäisyn rajoitusta.

Valaistusluokat valitaan tien pinnan sekä käyttöolosuhteiden perusteella. Esimerkkinä taulukossa 3 valaistusluokista yleisesti Suomessa käytetty AL-luokkataulukko, joka on tarkoitettu yleisille kuiville ja märille ajoteille. /7/

Taulukko 3. AL-luokat. /7/

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

Teknologian ja tietokoneohjelmien yleistyessä vanhat taulukkomallit ovat poistumassa valaistusluokkien valinnan epäkäytännöllisyyden sekä hitauden vuoksi.

3.2 Tiehallinnon ulkovalaistusvaatimukset

Tiehallinnolla on yleiset vaatimuksena ulko- ja katuvalaistukselle. Nämä on esitetty Tiehallinnon julkaisussa Tievalaistuksen suunnittelu, josta seuraava ote on lainattu.

”Valaistuksen on oltava tasoltaan sellainen, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa ajoradalla tai sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen, saa oikean käsityksen omasta asemastaan, liikkeestään ja nopeudestaan tiehen sekä muihin tien käyttäjiin verrattuna. Edelleen tienkäyttäjän tulee saada oikea kuva tiestä ja sen jatkuvuudesta. Toisaalta valaistus ei saa häiritä kulkijoita tai oleskelihoita. Kevyen liikenteen valaistusvaatimukseen kuuluu myös autoilijoiden tarve nähdä jalankulkijat ja pyöräilijät.

Ajoradalla tai sen vieressä olevan esteen tai esineen voi havaita silloin, kun taustan ja esteen välillä on riittävä luminenssikontrastiero. Ajoneuvojen valot valaisevat suoraan estettä, jolloin se erottuu vaaleana tummaa taustaa vasten. Tievalaistuksessa havaitsemistilanne vaihtelee, kohde erottuu joko vaaleana tummaa tai tummana vaaleata taustaa vasten.

Koska näkemisvaatimukset vaihtelevat erilaisissa liikenneolosuhteissa, on valaistustason muututtava samassa suhteessa. Käytännön suunnittelua varten valaistus jaetaan luokkiin, jotka määritellään valaistusteknillisten perusteiden avulla. Tällöin näitä luokkia voidaan käyttää sopivasti vaihdellen eritasoisilla teillä ja kaduilla.” /7/

Tiehallinnon omistamat ulkovalot sekä ulkovalokeskukset ovat rakennettu Tiehallinnon liikenneturvallisuutta koskevien standardien mukaan. Nämä standardit on esillä Tiehallinnon julkaisussa ”Tievalaistuksen suunnittelu”.

4 KATU- JA ULKOVALAISTUKSEN SANEERAUS

4.1 Käytettävät komponentit

Katu- ja ulkovalaistus toteutetaan yleisesti saneeraamalla koko valaisin; vanha elohopeavalaisin vaihdetaan uuteen suurpainenatriumvalaisimeen tai vastaavaan.

Toinen vaihtoehto on muuttaa elohopeavalaisin suurpainenatriumvalaisimeksi lisäämällä kytkentätilaan erillinen liitäntälaitte sekä vaihtamalla lamppu. Mittauksissa tutkitaan tätä vaihtoehtoa.

Komponenttien valinnassa on huomioitava ensisijaisesti valaisimen koko ja kytkentätila, jotta tarvittavat turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Näin ollen komponenttien mitat on syytä tarkistaa. Yleisesti myös liitäntälaitteiden valmistajat ilmoittavat, että tuotteen CE-merkintä on vain tuotekohtainen.

4.2 Vaihtoehdot saneerauksen toteutukseen

Katu- ja ulkovalaistuksen saneerausvaihtoehtoja on muutamia, kuten valaisimen korvaus uudella sekä liitäntälaitteen lisääminen vanhaan valaisimeen. Seuraavassa on esitelty eri vaihtoehtoja saneerauksen toteuttamiseksi muuttamalla elohopeahöyryvalaisin suurpainenatriumvalaisimeksi.

4.2.1 Valmistajan liitäntälaitte 1

Yksi valmis vaihtoehto on valmis liitäntälaittepaketti, johon sisältyy pulssisytytin sekä suurpainenatriumlamppu. Liitäntälaitteen komponentit ovat malleiltaan TRIDONIC.ATCO ZRM 125/70 B201W-sytytin (kuva 7) sekä Auralight Sodinette SE 70 W-lamppu. Valmistajan antamat sytyttimen tekniset tiedot näkyvät liitteessä 1.

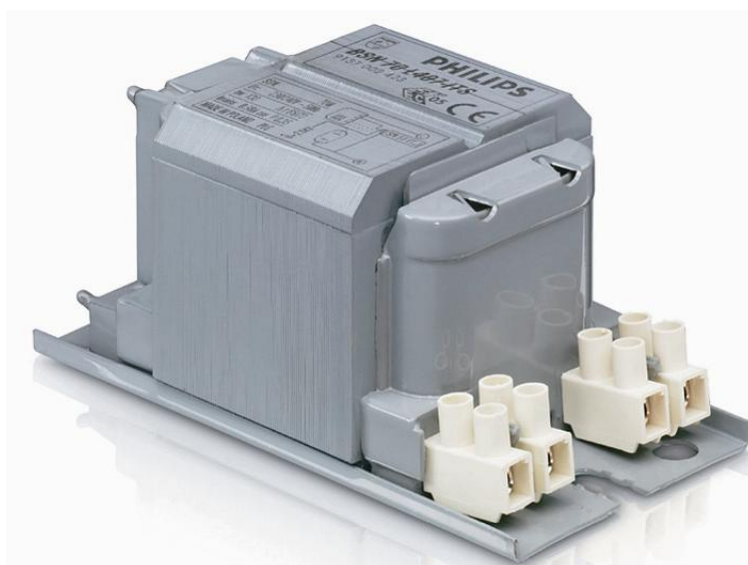


Kuva 7. ZRM 125/70 B201W-sytytin.

Sytyttimien toiminnot ja kytkennät näkyvät luvussa 5.1.1.

4.2.2 Valmistajan liitântälaite 2

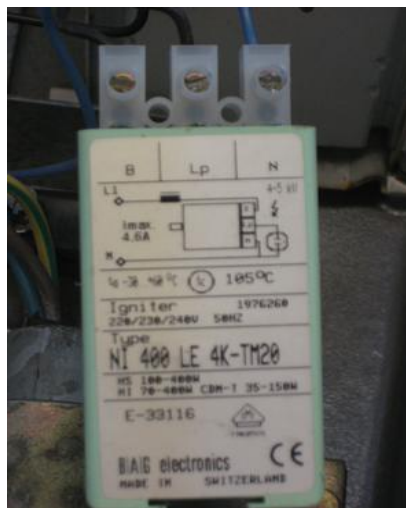
Toinen vaihtoehto on myös valmis liitântälaitepaketti, johon sisältyy pulssisytytin sekä suurpainenatriumlamppu. Komponentit ovat malleiltaan Philips BSN 70L 407-ITS-sytytin (kuva 8) ja Master CityWhite-suurpainenatriumlamppu. Valmistajan antamat sytyttimen tekniset tiedot näkyvät liitteessä 2.



Kuva 8. Philips BSN 70L 407-ITS-sytytin

4.2.3 Tutkittava liitântälaite, versio 1

Tutkittavana kohteena on liitântälaite, jonka käyttövarmuutta ja -tehokkuutta vertailaan eri valmistajien tuotteisiin. Liitântälaitteen sytytin on kuvan 9 mukainen.



Kuva 9. Tutkittava liitântälaite, versio 1.

Ensimmäiseksi vaihtoehdoksi valittiin sytytin sekä lamppu, jotka ovat mallia B.A.G electronics NI 400 LE 4K-TM20-sytytin sekä OSRAM SON-E 150 W-lamppu. Valmistajan antamat sytyttimen tekniset tiedot näkyvät liitteessä 3. Tarkastelemalla liitettä 3, voidaan huomata, että sytytin on tarkoitettu ainoastaan yli 100 W:n lampputehoille. Näin ollen se ei pystyisi tuottamaan ratkaisua tarpeisiin, koska tarkoituksena on löytää hyvä ratkaisu 70 W ja 50 W suurpainenaatriumlampuille.

Toinen vaihtoehto B.A.G electronicsilla olisi pienemmille valaisintehoille sytytin, joka on tarkoitettu 35 W – 70 W lamppuille. Sytytin olisi mallia B.A.G electronics NI 70S 4K-sytytin. Valmistajan antamat sytyttimen tekniset tiedot näkyvät liitteessä 4.

4.2.4 Tutkittava liitântälaite, versio 2

Toisena mahdollisuuksena tutkittavaksi liitântälaitteeksi on TRIDONIC.ATCO ZRM 125/70 B201W-sytytintä (kuva 7) sekä OSRAM SON-E 70W lamppua. Liitteessä 1 näkyvät sytyttimen tekniset tiedot, jonka perusteella se sopisi hyvin haluttuihin tarpeisiin.

5 TYÖN TOTEUTUS

Käytännön työssä keskityttiin tutkimaan liitäntälaitteiden teknisiä ja sähköisiä ominaisuuksia laboratorio-olosuhteissa. Mittaukset suoritettiin Savonia-ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön sähkölaboratoriossa. Saatujen tulosten perusteella haluttiin saada informaatiota liitäntälaitteen ja valaisimen teknisistä ominaisuuksista, yhteensopi- vuudesta sekä soveltuvuudesta tarvittaviin valaisinsaneerauksiin.

5.1 Laboratoriomittaukset

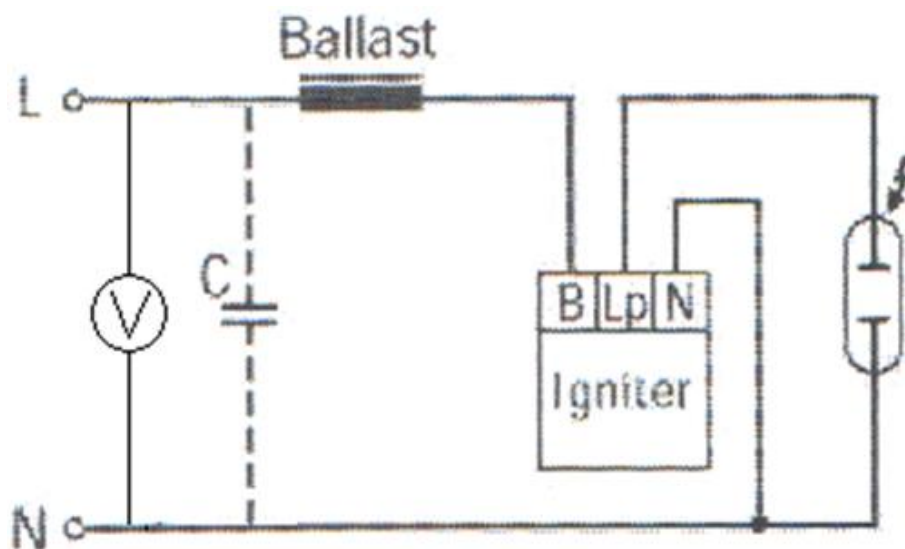
5.1.1 Sytyttimen tutkiminen

Normaalit suurpainenatriumlamput eivät syty kytkemällä niihin pelkkä verkkojännite, vaan niiden sytyttämiseen tarvitaan erillinen sytytinlaite. Sytytinlaitteen tehtävänä on tuottaa oikea-aikaisesti yksi tai useampi jännitepulssi, joka on luokkaa 1 - 5 kV.

Mittauksissa keskityttiin tutkimaan sytyttimen teknisiä ominaisuuksia, kuten:

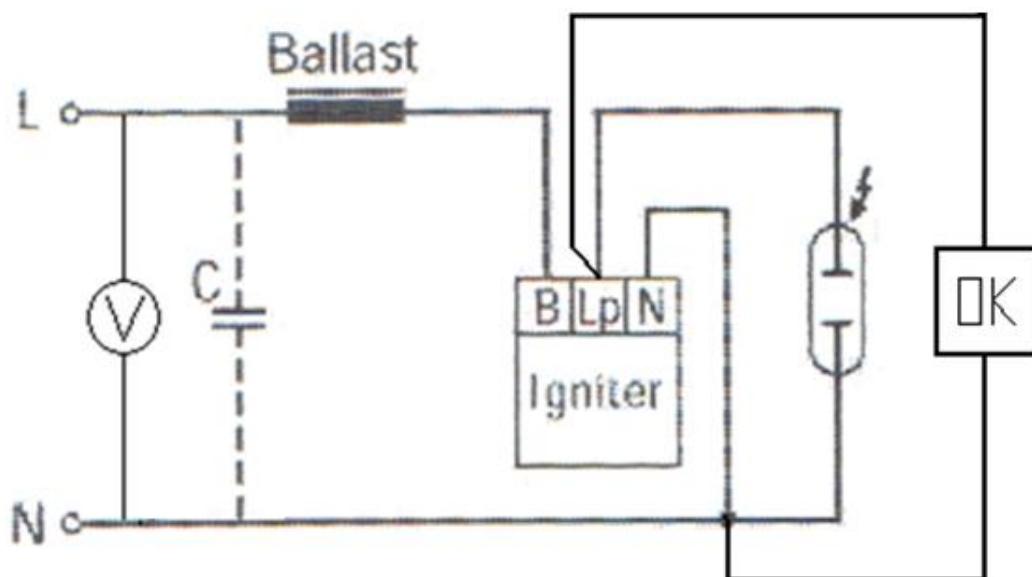
- syttymisjännitettä
- sammumisjännitettä
- sytytyspulssin suuruutta sekä muotoa.

Syttymis- ja sammumisjännitteen mittaus tapahtui kuvan 10 mukaisen kytkennän avulla.

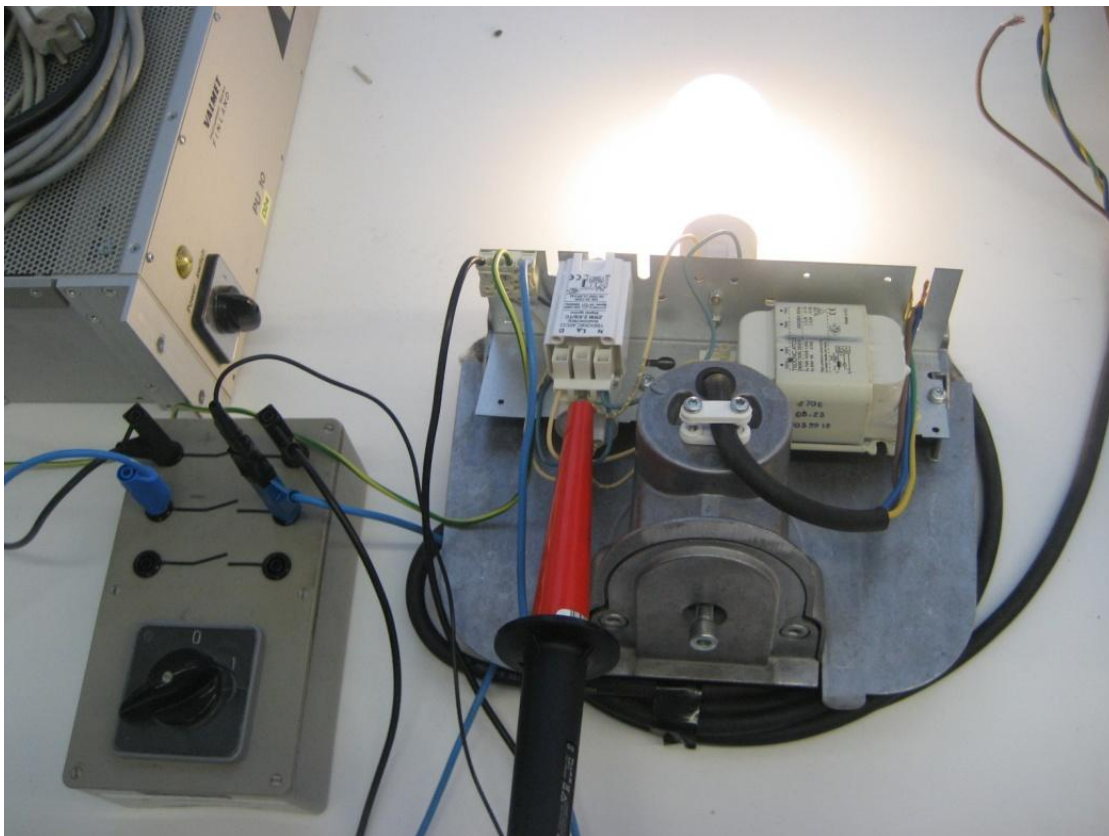


Kuva 10. Sytymis- ja sammumisjännitteen mittaus.

Sytymis- ja sammumisjännitteen mittauksissa käytettiin apuna säädettävää jännitelähdettä. Mittauksissa jouduttiin käyttämään erillisiä suurjännitemittapäitä, koska oskilloskooppi sekä muut herkäät mittalaitteet eivät kestäisi sytyttimien antamaan suurta hetkellistä jännitepulsssia. Mittausprosessin kytkentäkuva näkyy kuvassa 11 sekä itse mittausprosessi kuvassa 12.



Kuva 11. Sytytyspulsstin mittauskytkentä.



Kuva 12. Sytytyspulssin mittausprosessi.

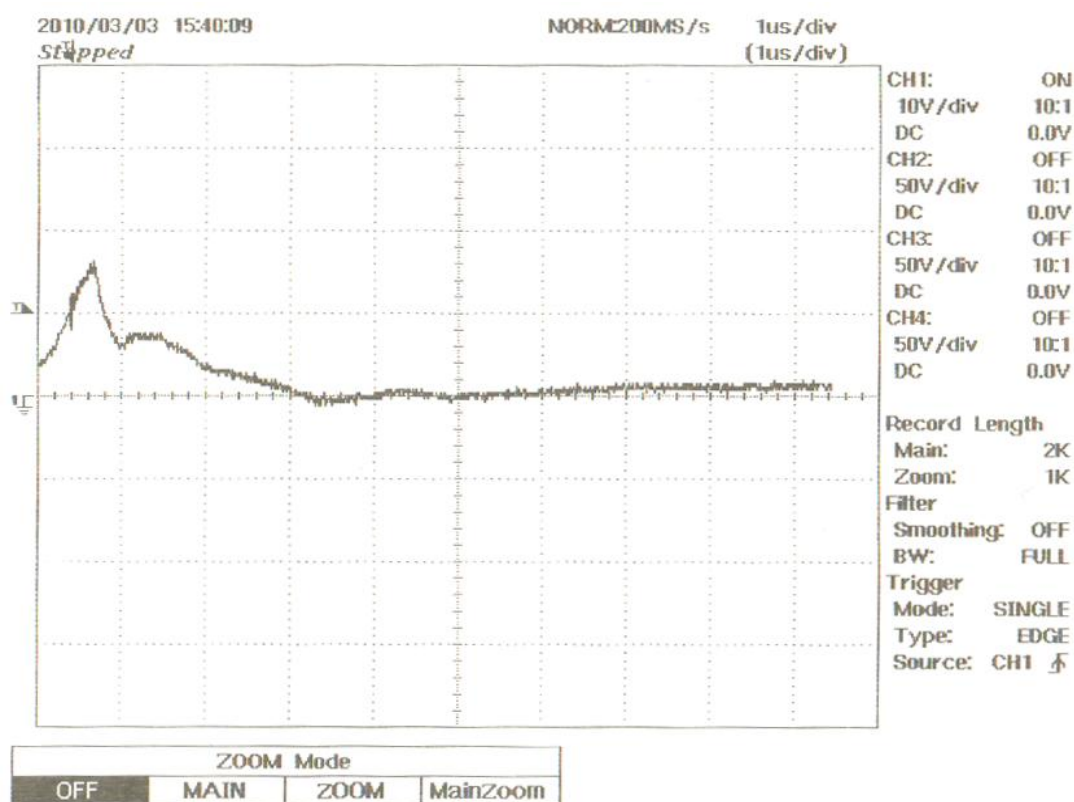
Kuvassa 12 näkyy erillinen kytkin, jolla saatiin valaisimelle jännite. Kuvassa näkyy myös käytetty suurjännitemittapää, jolla syttymisprosessi saatiin kuvattua oskilloskoopin avulla. Kytkintä käännettäessä sytytin saa normaalin 230 V:n verkkojännitteen, jonka avulla se antaa suuren jännitepulssin lampulle. Tämä prosessi kuvataan digitaalisella oskilloskoopilla. Mittaukset suoritettiin useita kertoja muutaman minuutin väliajoin, jotta tulokset olisivat luotettavia.

Valaisimen ja sytyttimen virtoja ja muita ominaisuuksia ei tarvinnut saada selville, koska valmistaja on antanut omassa datalehdissään kaikki tarvittavat sähköiset ja tekniset arvot.

Laboratoriomittauksissa keskityttiin lampun syttymis- ja sammumisprosesseihin. Ensimmäiseksi mitattiin version 1 liitäntälaitteen syttymis- ja sammumisominaisuuksia 150 W:n lampulla. Tulokset näkyvät seuraavassa:

- syttymisjännite = 183 V
- sammumisjännite = 104 V
- sytytysjännite = 1,6 kV.

Tulokset eivät ole tarkkoja arvoja, koska syttymisprosessi riippuu lampun lämpötilasta sekä siitä, milloin lamppu on sytytetty edellisen kerran. Sytytysjännitteen mittaus toistettiin useita kertoja tarpeeksi pitkällä aikavälillä, jotta olisi saatu luotettava tulos. Version 1 liitäntälaitteen sytytysjännitepulssi näkyy kuvassa 13.



Kuva 13. Syttymisprosessi version 1 liitäntälaitteen kanssa.

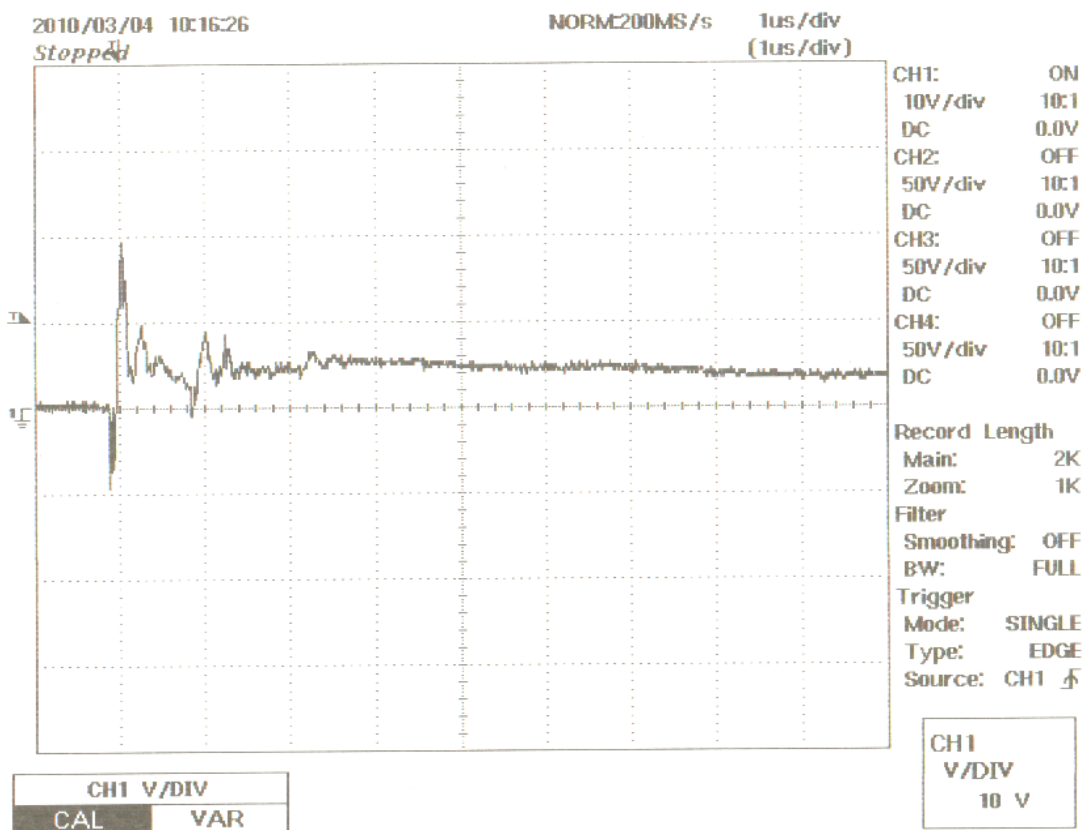
Käytetty aikaväli oli 1 μ s/div vaaka-akselissa sekä 10 V/div pystyakselissa. Mittauksissa käytettiin vaimentavaa mittapäätä suhteessa 1:1000, jolloin oskilloskoopin näytöllä oleva tulos on tuhatkertainen. Oskilloskoopin kuvasta näkyy, kuinka nopea sytytyspulssi on.

Kuvasta näkyy myös kuinka lampun syttymisen jälkeen jännite alkaa hiljalleen valua takaisin normaalia käyttöjännitettä, joka on sytyttimellä noin 50 V luokkaa. Syttymiseen vaikuttaa jännitteen vaihekulma, jossa syttyminen tapahtuu.

Seuraavaksi vertailukohteena käytettiin version 2 liitäntälaitetta sekä 70 W:n lampua. Teoriassa valmiilla kittipaketilla muutetun valaisimen sytytyspulssi on identtinen, kuin version 2 liitäntälaitteessa. Syttymis- ja sammumisjännitteeksi sekä syttymisprosessin suuruudeksi saatiin seuraavaa:

- syttymisjännite = 190 V
- sammumisjännite = 55 V
- sytytysjännite = 2,0 kV.

Sytytysjännitteen mittausta toistettiin jälleen useita kertoja tarpeeksi pitkällä aikavälillä, jotta saataisiin luotettava tulos. Sytytysjännitepulssi näkyy kuvassa 14.



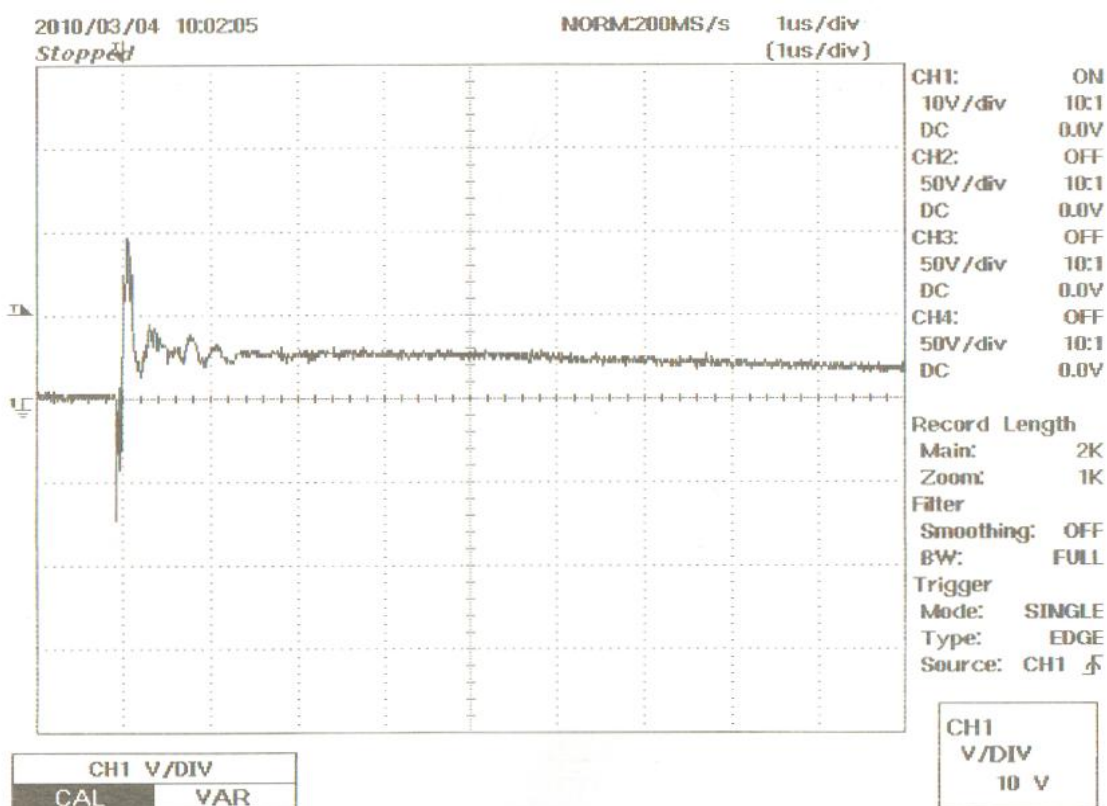
Kuva 14. Sytytysprosessi version 2 liitäntälaitteen kanssa.

Käytetty aikaväli oli 1 $\mu\text{s}/\text{div}$ vaaka-akselissa sekä 10 V/div pystyakselissa. Suurjännitemittapään vuoksi kuvassa näkyvä jännitteen suuruus on todellisuudessa tuhatkertainen/div.

Seuraavaksi tutkittiin, kuinka normaali suurpainenatriumvalaisin käyttäytyy syttymis-tilanteessa. Sytytin ja lamppu olivat tyyppiä ZRM 2-ES/CT-digitaalinen sytytin sekä OSRAM SON-E 70 W-lamppu. Syttymis- ja sammumisjännitteeksi sekä syttymisprosessin suuruudeksi saatiin seuraavaa:

- syttymisjännite = 175 V
- sammumisjännite = 50 V
- sytytysjännite = 2,0 kV.

Sytytysjännitteen mittaus toistettiin jälleen useita kertoja tarpeeksi pitkällä aikavälillä, jotta saataisiin luotettava tulos. Elektroscandian Stara Minicomcompact suurpainenatriumvalaisimen sytyttimen jännitepulssi näkyy kuvassa 15.



Kuva 15. Suurpainenatriumvalaisimen syttymisprosessi.

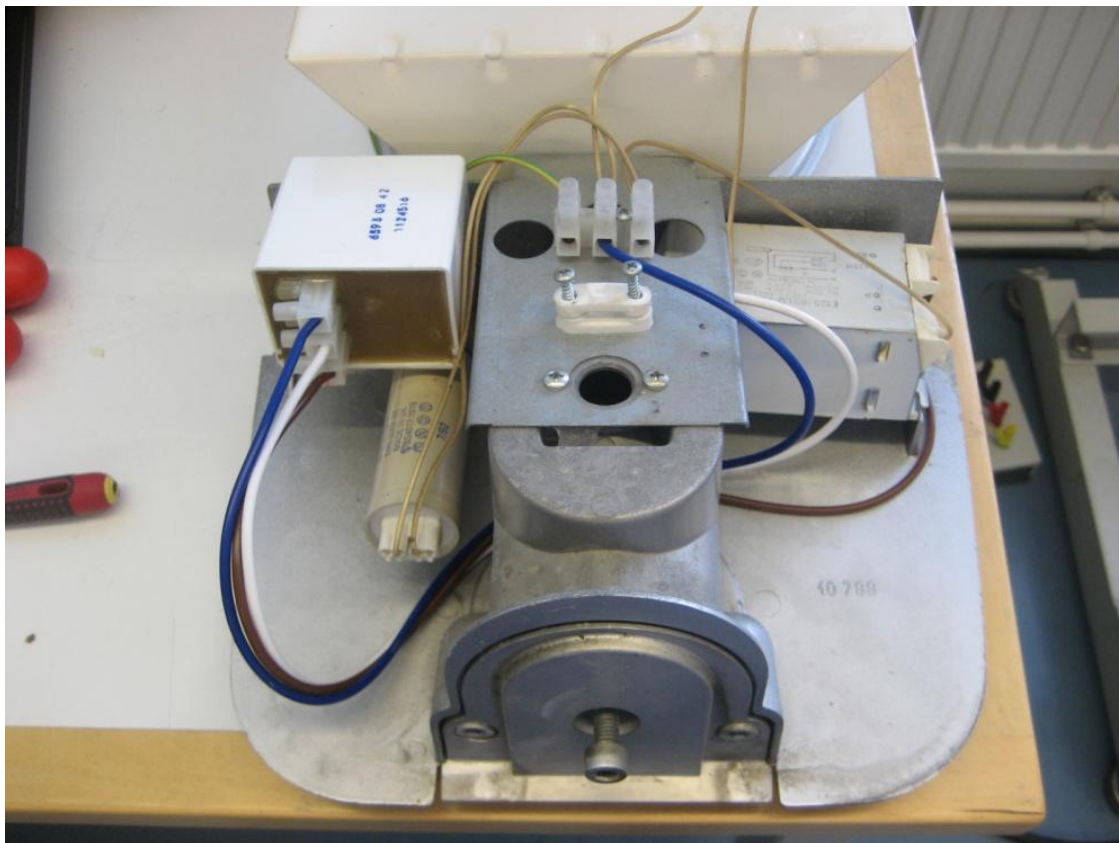
Tutkimalla eri valaisimien syttymisprosesseja, niissä ei esiinny merkittäviä eroja komponenttien lopulliseen valintaan. Syttymisprosessissa jännite nousee kaikissa tapauksissa noin kahteen kilovolttiin, jolloin käytettävät komponentit kestävät jännitepiikkiä.

5.1.2 KytKentätilan tutkiminen sekä silmämääräinen tarkastelu

Laboratoriotutkimuksissa keskityttiin myös kytkentätilaan, jotta sytytin mahtuisi kytkentätilaan standardien mukaisesti. KytKentätilan sopivuudessa piti ottaa huomioon mm. seuraavat asiat:

- mihin kohtaan sytytin asennettaisiin, jos sytytin ei sovi kytkentäalustaan, joudutaan kytkentäalusta valmistamaan erikseen
- sytytin ja kondensaattori sellaiseen paikkaan, jossa niihin kohdistuisi mahdollisimman vähän lämpöä
- kondensaattorin liitäntäpäähän 1,5 cm tilaa, jotta vioittuessaan sillä olisi tilaa laajeta
- standardien mukaiset johtotyypit sekä – värit
- modifiointia tulisi käyttää mahdollisimman vähän, jolloin alkuperäinen hyväksytty rakenne säilyisi.

Mittauksissa käytetty valaisin oli tyyppiä Elektroscandia Stara MiniCompact, jonka tuotekortti näkyy liitteessä 5. Kyseisessä valaisimessa ei ollut ongelmia uusien komponenttien sijoittelussa, joka näkyy kuvassa 16.



Kuva 16. Uusien komponenttien sijoittaminen vanhaan valaisimeen.

Kuten kuvasta 16 näkyy TRIDONIC.ATCO sytytin mahtui moitteettomasti vanhaan kytkentätilaan. Kiinnitys tapahtui mutterilla, joka oli sytyttimen päädyssä. Sytyttimen asennus ei tuottanut ongelmia Elektroscandia Stara MiniCompact-valaisimessa. Kytkentätilan hyväksyttämistä ei vaadita erikseen valtuutetulta laitokselta, vaan se jää rakennuttajan ja tuotteen myyjän vastuulle.

Laboratoriomittauksissa kiinnitettiin huomiota myös valaistuksen tasoon ja ominaisuuksiin käytettäessä valmistajan suurpainenatriumvalaisinta sekä elohopeahöyryvalaisimesta muutettua suurpainenatriumvalaisinta. Silmämääräisesti tarkasteltuna valaistuksessa ei näy huomattavia eroja (kuva 17).



Kuva 17. Valaisimien vertailu.

Kuvassa vasemmalla on valmistajan suurpainenatriumvalaisin ja oikealla suurpainenatriumvalaisimeksi muunnettu elohopeavalaisin. Lähtökohtana valaistusteknisissä ominaisuuksissa olisi se, että valaisinteho ei saisi ainakaan heikentyä muutettaessa vanha elohopeahöyryvalaisin suurpainenatriumvalaisimeksi.

5.1.3 Kulutusmittaukset

Seuraavaksi vertailtiin Elektroscandia Stara MiniCompact-suurpainenatriumvalaisinta ja versiolla 2 muutettua elohopeahöyryvalaisinta sekä valmista liitäntälaitte 1:stä. Lähemmin tarkasteltiin seuraavia sähköteknisiä ominaisuuksia:

- tehokerroin
- jännite
- virta
- pätöteho

- näennäisteho
- loisteho.

Vanhassa elohopeahöyryvalaisimessa kuristinta pystyttiin säätämään kahdelle eri teholla, jotka olivat 125 W sekä 80 W. Mittauksissa käytettiin FLUKE 434-verkkoanalysaattoria.



Kuva 18. Valaisimien vertailu ja mittausprosessi.

Mittauksissa keskityttiin lamppujen verkosta ottamiin sähkötekniisiin suureisiin 10 minuutin ajalta syttymisestä lähtien, jolloin lampun lämpö ja teho olivat nousseet maksimiin. Nämä seikat vaikuttavat mittaustuloksiin.

Valaisimien vertailussa saatiin erinomaisesti ilmi suurpainenatriumvalaisimen, valmiin kittipaketilla muutetun elohopeahöyryvalaisimen sekä opinnäytetyössä tutkitun version 2 liitännälaitteiden verkosta ottamien sähköisten suureiden erot. Taulukossa 4 näkyvät sähkötekniset mittaustulokset 10 minuutin paloajan jälkeen.

Taulukossa 4 näkyy vertailun vuoksi myös ensimmäisen version liitälaitteella muutetun valaisimen arvot, joka ei sopinut haluttuihin tarkoituksiin. Mittauksissa käytettiin 70 W:n suurpainenatriumlamppua sekä version 1 kanssa 150 W:n suurpainenatriumlamppua.

Taulukko 4. Valaisimien sähköisten suureiden vertailu.

Suure	MiniCompact SpNa 70 W	Valmistaja, 125W	Valmistaja, 80W	Versio 1	Versio 2, 125W	Versio 2, 80W
Tehokerroin / %	79	84	98	96	84	98
Jännite / V	230	230	230	230	230	230
Virta / A	0,52	0,46	0,28	1,18	0,44	0,41
Pätöteho / W	87	81	51	243	80	77
Näennäisteho / VA	112	97	51	255	95	91
Loisteho / VAR	68	52	9	72	49	7

Liittessä 6 näkyy MiniCompact-suurpainenatriumvalaisimen ja liitälaitteen versiol-la 2 muutetun elohopeavalaisimen sähköisten suureiden käyrämuodot koko 10 minuutin ajalta.

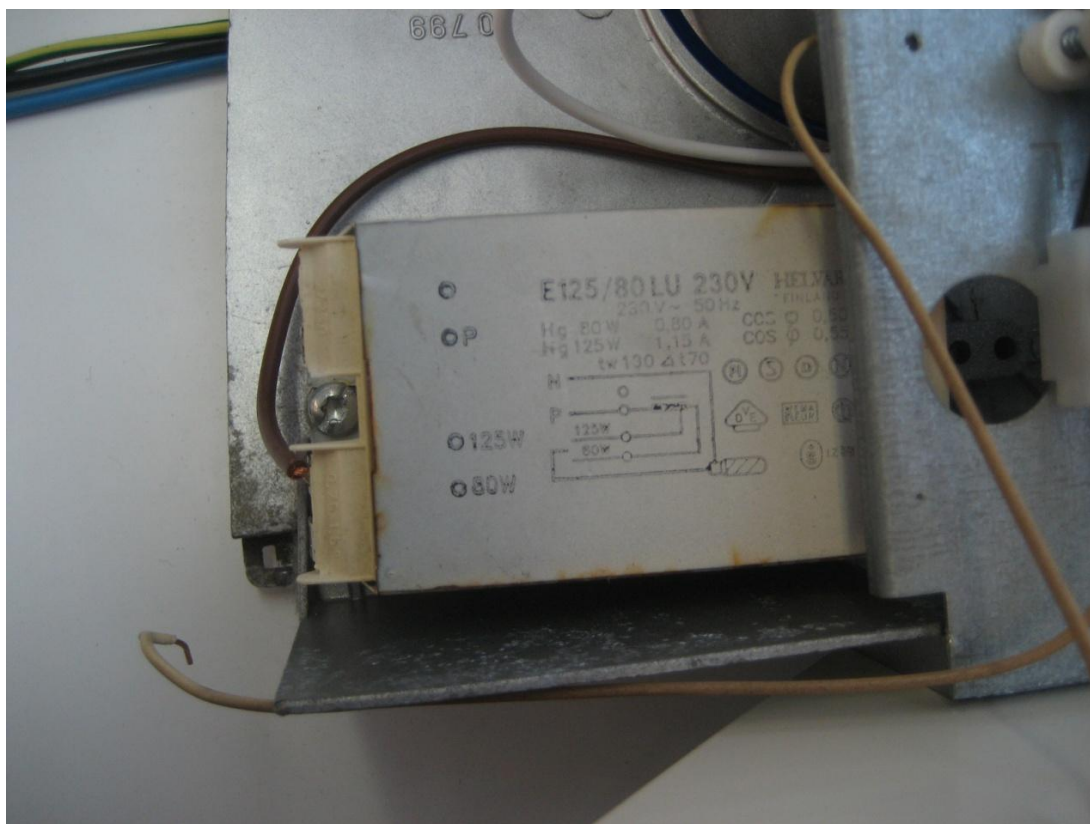
Taulukosta 4 näkyy, ettei Elektroscondian Stara MiniCompact-suurpainenatriumvalaisin eroa kovinkaan paljon suurpainenatriumiksi valmistajan kittipaketilla muutetusta sekä liitälaitteen version 2 elohopeahöyryvalaisimesta. Tämä pätee kuitenkin vain kuristimen silloin, kun kuristin tehoksi valitaan 125 W. Jos kuristimelle valittaisiin 80 W:n teho, valaisimen ottama teho putoaisi merkittävästi, jolloin myös lampun antama valoteho laskisi.

5.1.4 Kuristimien tutkiminen

Kaasupurkausvalaisimet tarvitsevat komponentin, joka rajoittaa virtaa. Tähän tarkoitukseen on olemassa valaisimessa käytetty komponentti nimeltä kuristin, joka on käytännössä suuri kela. Valaisimissa kuristin on tarkoitettu vain virran rajoittamiseen.

Kuristimen mittauksissa vertailtiin vaikutusta suurpainenatriumvalaisimen ja suurpainenatriumiksi muutetun elohopeahöyryvalaisimien välillä. Mittaus suoritettiin ennen ja jälkeen kuristinta, jolloin saatiin ilmi kuristimessa tapahtuvat erot ja sen vaiku-

tus valaisimiin sekä verkosta ottamiin sähköisiin suureisiin. Käytetty kuristin näkyy kuvassa 19.



Kuva 19. Käytetty kuristin.

Kuvassa 20 näkyy kaksi valittavaa tehoa, joiden vaikutusta molemmissa tapauksissa tutkittiin. Nämä tehot ovat 80 W ja 125 W. Taulukossa 5 näkyvät mitattujen suureiden erot suurpainenatriumvalaisimen sekä liitäntälaitteen versiolla 2 muutetun elohopeahöyryvalaisimen välillä. Mittaus suoritettiin kahdella eri kuristimen teholla. Taulukossa 5 näkyy myös version 1 muutetun valaisimen arvot 10 minuutin paloajan jälkeen.

Taulukko 5. Kuristimien sähköisten suureiden vertailu.

	Elektroscandia Mini-Compact		Liitántälaite ver. 2, 125W		Liitántälaite ver. 2, 80W		Liitántälaite ver. 1	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Mittauspiste								
Tehokerroin / %	42	97	40	73	34	71	57	95
Jännite / V	230	97	230	106	230	84	230	146
Virta / A	0,93	0,95	0,95	0,96	0,73	0,72	1,81	2,01
Pätöteho / W	89	75	87	69	57	40	235	243
Näennäisteho / VA	213	77	220	96	169	57	411	256
Loisteho / VAR	193	17	203	65	159	40	336	81

Liitteessä 7 näkyy, että valmiin suurpainenatriumvalaisimen kuristin sekä liitántälaiteella muutetun valaisimen ja sen vanhan kuristimen välillä eroja syntyy jonkin verran pätö- ja loistehojen tuotossa. Tämä ei kuitenkaan vaikuta merkittävästi valaisimen käyttöön.

5.2 Käytetyt mittalaitteet

Laboratoriomittauksissa käytettiin herkkiä ja teknisiä laitteita, joilla saatiin mitoitettua tarkasti valaisimien ja syyttimien teknisiä ominaisuuksia. Käytetyt mittalaitteet olivat:

- Yokogawa DL 1540CL digitaalinen oskilloskooppi
- GTP-100A vaimentava mittapää
- FLUKE 80K-6-suurjännitemittapää 1:1000
- FLUKE-digitaalinen yleismittari
- FLUKE 434-power quality analyzer.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutkittiin muutamia eri vaihtoehtoja saneerauksen toteuttamiseksi. Opinnäytetyö rajattiin vain teknisiin mittauksiin, kuten syttymisprosessiin, kulutusmittauksiin ja kytkentätilan riittävyteen. Perusteellisempi tutkimus voisi jatkua laajemmilla kenttämittauksilla, jolloin eri eri vaihtoehdot siirrettäisiin kadun varteen normaaleihin käyttöolosuhteisiin. Tällöin valaistusominaisuudet sekä mahdolliset vikatilanteet ja luotettavuus tulevat selville. Komponenttien valintaan vaikuttaa myös hankintahinta, jota ei ole työssä kuitenkaan selvitetty.

Työn tavoitteena oli katu- ja ulkovalaistuksen energian säästö, joka näyttää toteutuvan eri valmistajien valmiilla liitäntälaittepaketilla. Työssä tutkittujen vaihtoehtojen perusteella opinnäytetyön myös liitäntälaitte versio 2 (TRIDONIC.ATCO ZRM125/70 B201W-sytytin ja 70W OSRAM-lamppu) olisi hyvä ratkaisu saneerauksen toteuttamiseksi. Liitäntälaitte versio 2 ei ole kuitenkaan vielä asennuskelpoinen, koska liitäntälaitteesta tulisi tulla ilmi tuotekohtainen tyypitys.

Mittauksissa selvisi, ettei valaisimet teknisiltä ominaisuuksiltaan eronneet merkittävästi. Komponenttien sijoittelu onnistuu myös standardien mukaisesti. Hankintahinta valituilla komponenteilla saataisiin maksettua takaisin muutamassa vuodessa valaisimien energiansäästön vuoksi.

Tulevaisuudessa uuden teknologian yleistyessä on mahdollista, että katuvalaistus toteutetaan ledeillä, jolloin energiaa valaistukseen kuluu yhä vähemmän. Nykyteknologiassa tätä tavoitetta ei ole valaistusteknisistä syistä mahdollista toteuttaa.

Opinnäytetyön tutkimuksien ja selvitysten perusteella Kuopion Energian on helpompi valita käytettävä vaihtoehto katu- ja ulkovalaistuksen saneerauksen ja siinä käytettyjen valaisimien muutostöiden toteuttamiseksi.

LÄHTEET

1. Fagerroos Paula, Valonlähteet, Luminord-seminaari 6.2.2007.
2. Hooker J.D (2009). Museum of electric lamp technology.
<http://www.lamptech.co.uk>
3. Kuopion Energia Oy (2008). Yritystietoja.
http://www.kuopionenergia.fi/fi/yritys/tietoa_yrityksesta/?id=58
4. Markku Monni ja Adato Energia Oy (2001). *Sähkölaitosasentajan ammattioppi*
2. Katu- ja tievalaistustyöt. Helsinki. Adato energia.
5. Pulli Jouko, Elohopealamput poistuvat markkinoilta – sammuuko ulkovalaistus,
Esselloo-lehti 2/2009. s 22 - 25
6. Tekninen lautakunta. *Ulkovalaistuksen v. 2009 säästötoimenpiteet*. Asianro
3231 / 431 / 2009. 01.07.2009.
7. Tiehallinto (2006). *Tievalaistuksen suunnittelu* (TIEH 2100034-06).
8. Valkonen Markus (2008). *Tampereen ulkovalaistuksen ohjausjärjestelmän uusiminen*. Opinnäytetyö. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu, Sähkövoimatekniikka, Tampere.



Ignitors

Ignitors with supplementary impedance
ZRM A201W / ZRM B201W

- integrated reversible thermal cut-out
- integration of timeCONTROL ignitors with digital timer
- pre-mounted connecting cables, 3 x 1 mm² diameter, 8 mm bared wire with ferrule, 500 mm long, double isolated for protection class 2 applications
- suitable for protection class 2 applications with the use of terminal covers with strain-relief (e.g. ZE 001) or cable ties
- Pulse/pause ignition principle for:
 - shorter restart times (up to 30 %)
 - minimum downtime in ignition mode (up to 90 %)
- Prevention of the cycling effect due to three-start-counter
- auto reset function

figure 1

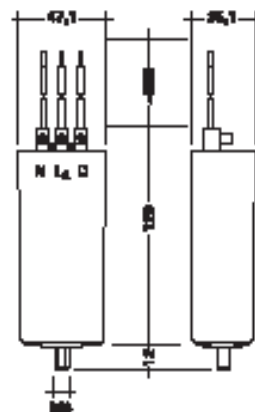
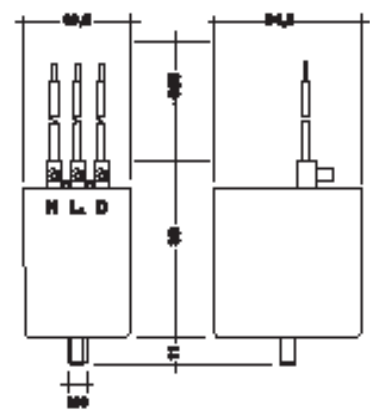


figure 2



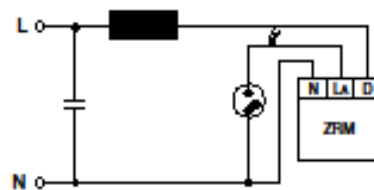
Packaging:

ZRM A201W:
25 pieces/carton
600 pieces/pallet

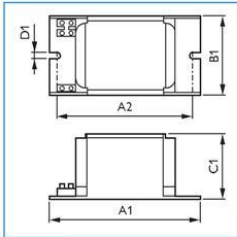
ZRM B201W:
30 pieces/carton
720 pieces/pallet

Certified:
EN 61347-2-1

Type		ZRM 50/35 A201W	ZRM 80/50 A201W	ZRM 80/50 B201W	ZRM 125/70 A201W	ZRM 125/70 B201W
article number		22175202	22175200	22175203	22175201	22175204
line voltage	V	198-264	198-264	198-264	198-264	198-264
mains frequency	Hz	50-60	50-60	50-60	50-60	50-60
ignition voltage	kVs	1.8-2.5	1.8-2.5	1.8-2.5	1.8-2.5	1.8-2.5
max. permissible lamp current I _B	A	0.53	0.76	0.76	1.0	1.0
temperature rise at I _B = 0.53 A	K	- 25	-	-	-	-
I _B = 0.76 A	K	-	- 19	- 20	-	-
I _B = 1.00 A	K	-	-	-	- 40	- 50
losses at I _B = 0.53 A	W	- 3.9	-	-	-	-
I _B = 0.76 A	W	-	- 3.6	- 3.6	-	-
I _B = 1.00 A	W	-	-	-	- 8.7	- 8.7
number of impulses per halfwave		3	3	3	3	3
maximum load capacitance	pF	300	300	300	300	300
maximum distance from lamp	m	4	4	4	4	4
maximum housing temperature	°C	105	105	105	105	105
minimum operating temperature	°C	-30	-30	-30	-30	-30
weight	kg	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
cut out time	min.	20	20	20	20	20
figure		1	1	2	1	2



HID ⇒ HID electromagnetic
HID-Basic BSN/BMH series for SON/CDO/MH/HPI



Dimensions (mm)

Dim. no.	A1 nom.	A2 nom.	B1 nom.	C1 nom.	D1 nom.
1	123.0	98.0	61.0	52.0	6.2
2	118.0	94.0	61.0	52.0	6.2
3	134.0	113.0	76.0	65.0	6.2
4	160.0	139.0	76.0	65.0	6.2

Product Description

- Impregnated electromagnetic copper/iron ballasts for use with an external series (superimposed) ignitor for CDO, MH, HPI (Plus) and SON lamps (no ignitor needed for SON-I lamps)

Features and Benefits

- Reinforced insulation for protection class II luminaire
- All ballasts are equipped with ThermoSwitch protection against end-of-lamp-life phenomena

- Compact dimensions and light weight with minimal watt losses, thanks to orthocyclic winding process
- Equipped as standard with screw terminal blocks; insert contact on request
- Earthing-while-mounting facility
- Ballasts for alternative mains voltages/frequencies on request

Applications

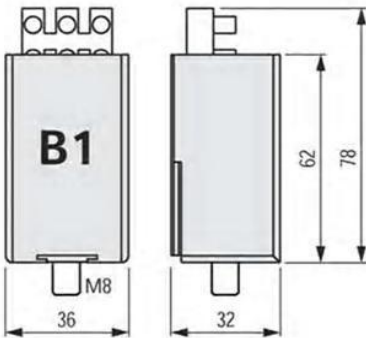
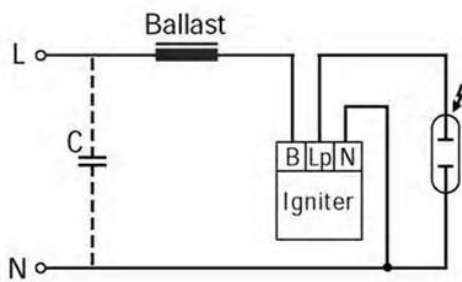


- Ideal for the following applications:
 - Recreational sports lighting, indoor and outdoor
 - Floodlighting of buildings and monuments
 - Area lighting, e.g. harbors, building sites
 - Canopy lighting, e.g. petrol stations
 - Road and residential lighting
- Climatic suitability: restricted to built-in situations where relative humidity is limited

Type	Voltage	Mains Frequency	Packing type	Packing configuration	Number of Lamps (piece)	Rated Ballast-Lamp Power (W)	Rated Lamptype	Dim. no.	Photo letter	Ordering number
BSN 100 L327-TS-R	230/240V		UNP	648	1	100	SON/CDO	1	A	8711500...
BSN 70 L327-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	720	1	70	SON/CDO	2	A	736246 40
BSN 150 L327-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	400	1	150	SON/MH/CDM/CDO	3	A	736161 40
BSN 250 L327-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	280	1	250	SON/HPI/CDM	4	A	736284 40
BMH 35 L307-TS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	35	CDM	2	B	736383 40
BMH 35 L327-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	720	1	35	CDM	2	B	919779 30
BMH 35 L307-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	6	1	35	CDM	2	B	736123 40
BSN 50/70 L301-TS	220V	60Hz	UNP	6	1	50/70	SON/CDO	2	A	063991 30
BSN 50 L200	220V	50Hz	UNP	6	1	50	SON	2	A	747631 30
BSN 50/70 L407	230/240V	50Hz	UNP	-	1	50/70	SON/CDO	2	A	920324 30
BSN 70 L202-TS	230V	50Hz	UNP	-	1	70	SON/CDO	2	A	920584 31
BSN 70 L307	230/240V	50Hz	UNP	6	1	70	SON/CDO	2	A	920225 31
BSN 70 L307-TS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	70	SON/CDO	2	A	919007 31
BSN 70 L307-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	6	1	70	SON/CDO	2	A	917171 31
BSN 70 L200	220V	50Hz	UNP	-	1	70	SON/CDO	2	A	736147 30
BSN 70 L202	230V	50Hz	UNP	6	1	70	SON/CDO	2	A	920218 31
BSN 100 L307-TS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	100	SON/CDO	2	A	920171 31
BSN 100 L307-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	6	1	100	SON/CDO	1	A	536501 30
BSN 100 L307	230/240V	50Hz	UNP	6	1	100	SON/CDO	1	A	736222 30
BSN 100 L407-ITS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	100	SON/CDO	1	A	919021 31
BSN 100 L322-ITS	230V	50Hz	UNP	6	1	100	SON/CDO	1	A	737731 30
BSN 100 L322-ITS	230V	50Hz	UNP	648	1	100	SON/CDO	1	A	737809 30
BSN 100 L427-ITS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	100	SON/CDO	1	A	737809 41
BSN 150 L307-TS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	150	SON/MH/CDM/CDO	3	A	737755 30
BSN 150 L307-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	6	1	150	SON/MH/CDM/CDO	3	A	739186 30
BSN 150 L307	230/240V	50Hz	UNP	6	1	150	SON/MH/CDM/CDO	3	A	736260 30
BSN 150 L322-ITS	230V	50Hz	UNP	6	1	150	SON/MH/CDM/CDO	3	A	738554 30
BSN 150 L322-ITS	230V	50Hz	UNP	415	1	150	SON/MH/CDM/CDO	3	A	737892 30
BSN 250 L307-TS	230/240V	50Hz	UNP	6	1	250	SON/MH/CDM/CDO	3	A	737892 41
BSN 250 L307-TS-R	230/240V	50Hz	UNP	6	1	250	SON/HPI/CDM	4	A	737311 30
BSN 250 L307	230/240V	50Hz	UNP	6	1	250	SON/HPI/CDM	4	A	736307 30
BSN 250 L322-ITS	230V	50Hz	UNP	6	1	250	SON/HPI/CDM	4	A	737717 30
BSN 250 L322-ITS	230V	50Hz	UNP	268	1	250	SON/HPI/CDM	4	A	737717 41
BSN 250 L307	230/240V	50Hz	UNP	6	1	250	SON/HPI/CDM	4	A	737281 30

HID ⇒ HID electromagnetic
HID-Basic BSN/BMH series for SON/CDO/MH/HPI

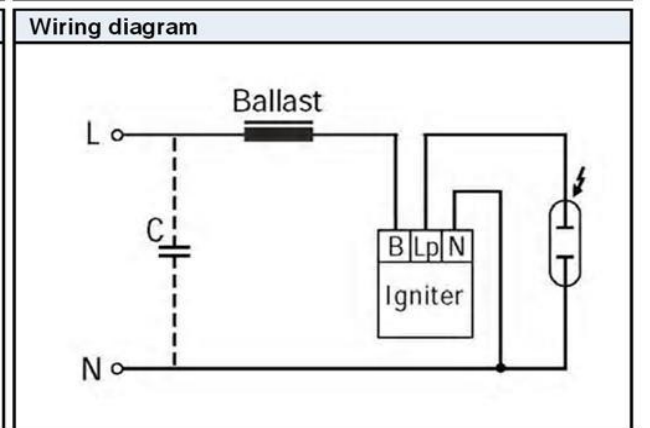
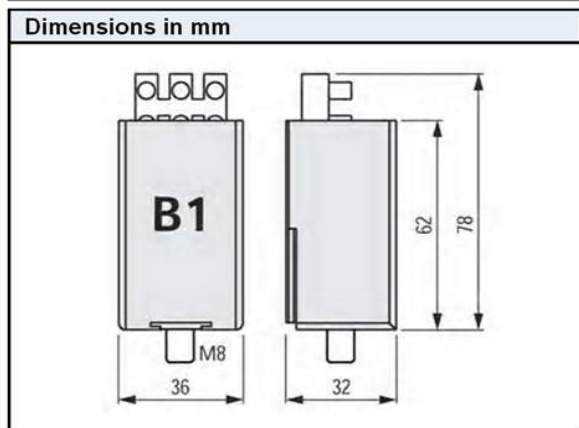
Additional technical data

Product name	Input Current with PF-correction (A)	Input Current w/o PF-correction (A)	Power losses Gear (W)
BSN 100 L327-TS-R 230/240V	0.62	1.2	13.5/14.1
BSN 70 L327-TS-R 230/240V 50Hz	0.45	0.98	12.7/13.1
BSN 150 L327-TS-R 230/240V 50Hz	0.9	1.8	17.4/17.9
BSN 250 L327-TS-R 230/240V 50Hz	1.5	3	22.7/23.3
BMH 35 L307-TS 230/240V 50Hz	0.24	0.53	7.6
BMH 35 L327-TS-R 230/240V 50Hz	0.24	0.53	7.8/8.2
BMH 35 L307-TS-R 230/240V	0.24	0.53	7.8/8.2
BSN 50/70 L301-TS 220V 60Hz	-	-	-
BSN 50 L200 220V 50Hz	0.3	0.76	10.9
BSN 50/70 L407 230/240V 50Hz	0.30/0.45	0.76/0.98	11.2/14.9
BSN 70 L202-TS 230V 50Hz	0.45	0.98	14.1
BSN 70 L307 230/240V 50Hz	0.45	0.98	14.4
BSN 70 L307-TS 230/240V 50Hz	0.45	0.98	14.1
BSN 70 L307-TS-R 230/240V 50Hz	0.4	0.98	12.7/13.1
BSN 70 L200 220V 50Hz	0.45	0.98	13.5
BSN 70 L202 230V 50Hz	0.45	0.98	14.4
BSN 100 L307-TS 230/240V 50Hz	0.6	1.2	15.9
BSN 100 L307-TS-R 230/240V 50Hz	0.62	1.2	13.5/14.1
BSN 100 L307 230/240V 50Hz	-	-	-
BSN 100 L407-ITS 230/240V 50Hz	0.6	1.2	14.1/14.7
BSN 100 L322-ITS 230V 50Hz	0.6	1.2	14.1
BSN 100 L427-ITS 230/240V 50Hz	0.6	1.2	14.1/14.7
BSN 150 L307-TS 230/240V 50Hz	0.85	1.8	17.4
BSN 150 L307-TS-R 230/240V 50Hz	0.9	1.8	17.4/17.9
BSN 150 L307 230/240V 50Hz	-	-	-
BSN 150 L322-ITS 230V 50Hz	0.85	1.8	18.3
BSN 250 L307-TS 230/240V 50Hz	1.4	3	22.7
BSN 250 L307-TS-R 230/240V 50Hz	1.5	3	22.7/23.3
BSN 250 L322-ITS 230V 50Hz	1.4	3	26.4
BSN 250 L307 230/240V 50Hz	-	-	-

Description	Technical data																					
<ul style="list-style-type: none"> Superimposed igniter for metal halide (HI) and high-pressure sodium vapour (HS) lamps <p>Product features:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ EIP – External Influence Protection Integrated protection circuit to protect the igniter in case of extreme current and voltage loads, e. g. when a lamp is started and at the end of lamp life. ➤ Softstart Ensures a flicker-free and preserving instant start of the lamp. For maximum lamp life and protection of the igniter, extreme voltage and current loads are prevented. ➤ Automatic switch-off Switch-off function to prevent further ignition trials when programmed time is finished or lamp is successfully ignited. 	Approved mains voltage	V 198 (207)...264																				
	Approved mains frequency	Hz 50 (60)																				
	Max. continuous lamp current	A 4.6																				
	Connecting terminals	mm ² 4																				
	Response / cut-out voltage	V ≤ 198 (207)/ ≥ 170																				
	Ignition voltage	kV 3.5...5.0																				
	Timer ignition time	s 1310 (1093)																				
	Phase position	°el 60...90 / 240...270																				
	Pulses per cycle	-- ≥ 6																				
	Approved load capacity	pF 20...100																				
<p style="background-color: #e0e0e0;">Dimensions in mm</p> 	Wiring diagram																					
																						
	Lamps		Compliances and markings																			
	<p>HI:</p> <table border="0"> <tr> <td>HI 70 W</td> <td>HI 100 W</td> </tr> <tr> <td>HI 150 W</td> <td>HI 250 W</td> </tr> <tr> <td>HI 400 W</td> <td></td> </tr> </table> <p>HI with ceramic burner:</p> <table border="0"> <tr> <td>HI-CE 35 W</td> <td>HI-CE 70 W</td> </tr> <tr> <td>HI-CE 100 W</td> <td>HI-CE 150 W</td> </tr> <tr> <td>HI-CE 250 W</td> <td></td> </tr> </table> <p>Note : not suitable for HI-CE 70 W/E27</p> <p>HS:</p> <table border="0"> <tr> <td>HST-DE 70W Super</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HS 100 W</td> <td>HS 150 W</td> </tr> <tr> <td>HS 250 W</td> <td>HS 400 W</td> </tr> </table>		HI 70 W	HI 100 W	HI 150 W	HI 250 W	HI 400 W		HI-CE 35 W	HI-CE 70 W	HI-CE 100 W	HI-CE 150 W	HI-CE 250 W		HST-DE 70W Super		HS 100 W	HS 150 W	HS 250 W	HS 400 W	<p>Conforms to: EN 61 347-1, EN 61 347-2-1</p>  	
	HI 70 W	HI 100 W																				
	HI 150 W	HI 250 W																				
	HI 400 W																					
	HI-CE 35 W	HI-CE 70 W																				
	HI-CE 100 W	HI-CE 150 W																				
	HI-CE 250 W																					
HST-DE 70W Super																						
HS 100 W	HS 150 W																					
HS 250 W	HS 400 W																					
<p>Errors excepted. We reserve the right to make alterations in the interest of improving our products.</p>		<p>Last revision: 06.03.2006</p>																				

NI 70 S 4K **Order no.: 10010510**

Description	Technical data	
<ul style="list-style-type: none"> Superimposed igniter for high-pressure sodium vapour (HS) lamps and some metal halide with ceramic burner with socket E27 (HI-CE) 	Approved mains voltage	V 198...264
	Approved mains frequency	Hz 50 / 60
	Max. continuous lamp current	A 1.2
	Connecting terminals	mm ² 4
	Response / cut-out voltage	V ≤ 198 / ≥ 170
	Ignition voltage	kV 1.9...2.5
	Timer ignition time	s –
	Phase position	°el 60...90 / 240...270
	Pulses per cycle	-- ≥ 6
	Approved load capacity	pF 20...200
	Internal losses at 25°C ambient temperature	W < 1 (1.0 A)
	Rise in temperature at 25°C ambient temperature	K < 10 (1.0 A)
	Max. housing temperature t _{c+x}	°C 105 + 0
	Approved ambient temperature t _a	°C - 30...+ 90 (1.0 A)
	Weight	kg 0.14



Lamps


HS:
 HS 35 W
 HS 50 W
 HS 70 W

Note: Not suitable for HST-DE 70 W SUPER

HI-CE:
 CDO... 70 W/E27 (Philips)
 RCI... 70 W/E27 (Radium)

Compliances and markings

Conforms to:
 EN 61 347-1, EN 61 347-2-1
 EN 60 927





Minicomact

Minicomact on tievalaisin pienemmille teille, asutokaduille, kevyen liikenteen väylille ja kuntoradoille. Yhdistelmäkiinnike mahdollistaa asennuksen sekä suoran pylvään päähän että valaisinvarteen.

Kotelointiluokka: IP 44. ▽
Suojaluokka I.

Asennus: 2-asentoinen kiinnitysosa; pylvään päähän Ø 60 mm tai valaisinvarteen Ø 48-60 mm. Seinäkiinnikkeellä myös seinään. Valaisimen tuulipinta 0,09 m².

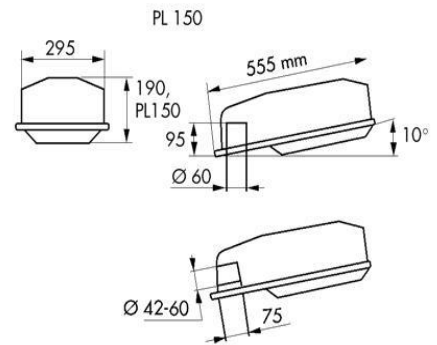
Rakenne: Runko alumiinivalua, vaippa alumiinilevyä, molemmat polttomaalattu vaaleanharmaaksi. Kupu iskunkestävää, lievästi kuvioitua akryylimuovia tai tasolasi, lisämerkintä PL.
Heijastimet kiiltoeloksoitua alumiinia. Kuvun kiinnityssalvat ruostumatonta terästä.

Valonlähde: HME 80-125W, HSE/HST 50/70W, HIE/HIT 70W, 100W.

Sähköinen asennus: Kuristin valaisimessa. Valaisin kompensoitu. Suurpainenaatriumvalaisimet varustettu katkosytymällä. Lämpimenevä (-o-) 3x2,5 mm².

Jännite: 230 V, 50 Hz.

Lisätietoja: Suositeltava asennuskorkeus 6-10 m. Valonjako säädettävissä.



	H mm	Leveys mm	H mm
8418C	550	295	190
8418C/PL	550	295	150

Tyyppi	Teho W		Kanta	Sähkönumero
8418C/kupu	70	HSE/HST/ HIE/HIT	E27	45 200 21
8418C/tasolasi	70	PL/HST	E27	45 200 20
8418C/kupu	100	HSE/HIE	E27	45 200 71
8418C/tasolasi	100	HST/HIT	E27	45 200 73
8418C/kupu	125/80	HME	E27	45 200 24
8418C/tasolasi	125/80	HME	E27	45 200 19

Varaosat

Akryylikupu	45 200 12
Tasolasi	45 200 13
Seinäkiinnikkeet	
Seinäkiinnike 53E/48-200	46 097 72
Seinäkiinnike 53E/48-500	46 097 73
Seinäkiinnike 53E/60-200	46 097 75
Seinäkiinnike 53E/60-500	46 097 77

