

OPASTINHEHKULAMPPUJEN TESTAUSLAITTEISTO

Tarvemäärittäminen, testausprosessin suunnittelu ja laitteiston vaatimusmäärittely



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Riihimäki, 20.12.2016

Marko Lankinen

RIIHIMÄKI
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikenneverkot

Tekijä	Marko Lankinen	Vuosi 2016
Toimeksiantaja	Liikennevirasto	
Työn säilytyspaikka	HAMK, Riihimäki	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Liikennevirasto, jolle opinnäytetyön tuloksena luotu aineisto jää omistukseen. Työn tarkoituksena oli määritellä ja kehittää laite, jolla voitaisiin testata opastinlamppujen kestävyyttä. Kestävyys liittyy tässä tapauksessa opastinlamppujen valoa tuottavan sähköisen komponentin, hehkulangan, ominaisuuksiin, toki muutkin seikat huomioiden.

Työn teoriaosuutta varten kerättiin tietoa haastatteluin ja sähköposteilla, myös tekijän kokemus rautateiltä auttoi työn etenemisessä. Tutkittiin erityyppisiä opastinlamppuja ja niihin liittyviä ongelmakohtia, näistä siirryttiin pohtimaan vaihtoehtoja ja ratkaisuja ongelmiin.

Tutkimusten mukaan lamppuissa on ollut vikoja ja testauslaitetta ei ole olemassa näin ollen ratkaisuksi valikoitui opastinhehkulamppujen testauslaitteiston tarvemääritys, testausprosessin suunnittelu ja laitteiston vaatimusmäärittely. Opinnäytetyö antaa mahdollisuudet toteuttaa opastinlamppujen testaukseen tarvittava laite.

Asiasanat Opastinhehkulamppu, hehkulanka, opastin, turvalaitteet, testauslaitteisto.

Sivut 63 s. + liitteet 4 s.

RIIHIMÄKI

Degree Programme in Information technology

Author

Marko Lankinen

Year 2016

Subject of Bachelor's thesis

Finnish Transport Agency

Archives

HAMK, University of Applied Sciences, Riihimäki

ABSTRACT

This study was conducted to provide data and results for the Finnish Transport Agency. The purpose of this thesis was to define and develop a device that could test the durability of signal lamps. The durability in this case was associated to the light-generating electrical component of signal lamps, filament bulbs and taking also other factors into account.

For the theory part of this work, data was collected through interviews, emails and the author's own work experience with the railways. Different types of signal lamps and their problem areas were studied in this project along with different options and solutions.

According to earlier research, light bulbs have some problems and defects but there does not exist any device at the moment for testing them. This study thus determined the necessity of finding such a device for testing signal light bulbs, to design a testing process and to provide the specifications for the system. This thesis provides data and information as to the possibility of implementing a device required for testing signal lamps in the future.

Keywords Signal bulb, filament, signal, safety equipment, test equipment.

Pages 63 p. + appendices 4 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	10
2	OPASTIMET JA NIIDEN OPASTEET	11
2.1	Opastimet	11
2.2	Opastimen tarkoitus	13
2.3	Opasteet.....	15
2.3.1	Seis opaste	15
2.3.2	Aja 35 opaste	16
2.3.3	Aja opaste	16
2.3.4	Aja, odota seis opaste	16
2.3.5	Aja, odota aja 35 opaste.....	17
2.3.6	Aja, odota aja opaste.....	17
2.3.7	Odota seis opaste	18
2.3.8	Odota aja 35 opaste	18
2.3.9	Odota aja opaste	19
2.3.10	Lähesty varovasti opaste.....	19
2.3.11	Aja varovasti, junaliikenne opaste.....	19
2.3.12	Aja varovasti, vaihtotyö opaste	20
2.4	Opasteen tarkoitus.....	20
3	OPASTINLAMPUT.....	20
3.1	Opastinlampun virtapiiri	21
3.2	Käytössä olevat opastinhehkulampputyypit.....	21
3.2.1	Opastinlamppu lukit: 2360, 55V,25W.....	22
3.2.2	Opastinlamppu lukit: 236F, 12V 25W	23
3.2.3	Opastinlamppu lukit: 236O,12V, 25W.....	24
3.2.4	Opastinlamppu lukit: 278C, 12V, 20/20W.....	25
3.2.5	Opastinlamppu lukit:278D, 30V, 15/15W.....	26
3.2.6	Opastinlamppu lukit: 278E, 12-14V 15/15W.....	27
3.2.7	Opastinlamppu lukit: 278F, 24V, 25/25W	28
3.2.8	Opastinlamppu lukit: 278K, 12V 10/10W.....	29
3.3	Lamppujen valmistus	30
3.4	EU direktiivin vaikutus opastinlamppuihin	37
3.5	Junan kulunvalvonnan kehittyminen ja vaikutus opastinlamppuihin	37
3.5.1	ERTMS/ETCS-taso 1	37
3.5.2	ERTMS/ETCS-taso 2	37
3.6	Testilamppu kokeiluja.....	38
4	ONGELMAN KUVAUS.....	40
4.1	Lamppujen polttoiät	40
4.2	Vikatapauksia lamppuissa kunnossapitoalueella 2	40
4.3	Vikatapauksia lamppuissa muilla kunnossapitoalueilla.....	40
4.4	Lampun kannan pitimeen liittyviä ongelmia ja kokeiluja.....	41
4.5	Lampun vaihto vikatapauksessa.....	41
4.6	Yhteenvetona opastinhehkulamppujen käytön ongelmia.....	44
5	LED-VALOT	45

5.1	LED-valo ja hehkulamppu arkikäytössä	45
5.2	LED-opastinjärjestelmiä rautateilla.....	45
5.3	LED-vaihtoehtona	47
5.4	LED-käytännön kokemuksia.....	47
6	POHDINTAA ONGELMAN RATKAISUKSI	48
6.1	Opastinlamppujen laadun kehittäminen ja testauslaitteisto	48
6.2	Olemassa olevat testit.....	48
7	TARVEMÄÄRITYS	49
7.1	Työn rajaaminen.....	49
7.2	Tarvemääritys testauslaitteistolle	49
8	TESTAUSPROSESSIN SUUNNITTELU.....	50
8.1	Kehitettävän testitavan valinta	50
8.1.1	Mitä testejä suoritetaan?	50
8.1.2	Mitä mittauksia suoritetaan?.....	50
8.1.3	Milloin testit suoritetaan?	50
8.1.4	Miten testaus järjestetään?.....	51
8.1.5	Millaisia lopputuloksia odotetaan?.....	51
8.1.6	Testauksen lopettamiskriteerit?	51
8.2	Eräkohtainen otanta.....	51
8.3	Lampputestit.....	51
8.3.1	Lampputesti 1	52
8.3.2	Lampputesti 2	52
8.3.3	Lampputesti 3	52
8.3.4	Lampputesti 4...20	52
8.4	Testattavat lamppuerät	52
8.5	Testauksen raportointi.....	54
9	LAITTEISTON VAATIMUSMÄÄRITTELY	54
9.1	Testilaitteiston käyttötarkoitus	54
9.2	Testilaitteen yleiskuvaus	55
9.3	Testauslaitteiston toiminnot	55
9.4	Testauslaitteiston tekniset vaatimukset	55
9.5	Käyttötapauskaavio	57
9.6	Testauslaitteiston toiminnalliset vaatimukset	57
9.7	Testauslaitteiston ohjelman tekniset ja toiminnalliset vaatimukset	58
9.8	Suosituksia teknistä toteutusta varten	60
9.9	Ylläpidettävyys ja huollettavuus	60
9.10	Ehdotukset tämän työn jatkoksi	60
10	YHTEENVETO	61

- Liite 1 Komission asetus (EY) n:o 244/2009 – Ympärisäteilevät kotitalouslamput
- Liite 2 Testausraportti
- Liite 3 Testauslaitteiston tekniset vaatimukset
- Liite 4 Testauslaitteiston ohjelmalliset vaatimukset

TERMISTÖ

Airam

AIRAM ELECTRIC OY AB on yksityinen vakavarainen suomalainen yritys, joka on perinteisesti tunnettu kattavasta ja laajasta lamppuvalikoimastaan. Airamin tuotevalikoimaan kuuluvat valonlähteet, valaisimet, sähkötarvikkeet, koristevalot ja vapaa-ajan tuotteet. Airamilla on pitkät perinteet valon asiantuntijana – vuodesta 1921. ([http://www.airam.fi/airam/yritys/.](http://www.airam.fi/airam/yritys/))

Alueasetinlaite

Alueasetinlaite on asetinlaitejärjestelmä, jonka ala-asetat eivät toimi itsenäisinä asetinlaitteina. Kulkutiet varmistetaan alueasetinlaitteen keskusaseaman ohjaamana. Tässä RATOn osassa alueasetinlaitteen ala-asema rinnastetaan asetinlaitteeseen. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet, Liikennevirasto, 9.)

Asetinlaite

Asetinlaite on järjestelmä, jota käytetään kulkuteiden varmistamiseen. Asetinlaite varmistaa kulkutie-ehtojen täyttymisen kulkutietä asetettaessa ja toteuttaa kulkutien varmistamiseen liittyvät toimenpiteet. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet, Liikennevirasto, 9.)

ERTMS

European Rail Traffic Management System. (Suomen kansalliset ERTMS/ETCS-parametrit, Liikennevirasto, 4.)

ETCS

European Train Control System (Suomen kansalliset ERTMS/ETCS-parametrit, Liikennevirasto, 4.)

Ilmoitus ratatyön päättämisestä

Kysyttäessä lupaa ratatyöhön tarvitaan tarkka selkeäsanainen viesti joka sisältää seuraavat kohdat:

1. ratatyön tunnus
2. tieto siitä, millä alueella työ päätetään ja onko työalue liikennöitävissä samoin edellytyksin kuin ennen työtä tai työstä aiheutuneet liikennöinnin rajoitteet
3. ilmoitus ratatyön päättämisestä
4. viestin toistaminen
5. vahvistaminen sanalla ”oikein”

(Viestintä valtion rataverkolla, Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 8.)

JKV

Lyhenne tulee sanoista junien kulunvalvonta. JKV:n tarkoituksena on varmistaa, että juna ei ylitä suurinta sallittua nopeutta ja noudattaa opasteita ja merkkejä. JKV välittää veturinkuljettajalle tiedon opasteista ja rajoituksista sekä varmistaa näiden noudattamisen tarvittaessa pakottamalla junan jarruttamaan. (JKV-järjestelmän merkitys rautateiden turvallisuudelle ja kilpailun syntyiselle. Trafín julkaisu 1/2014, 1.)

Kirjautumisella

Ratatyöluvan yhteydessä kirjautumisella tarkoitetaan tehtävän mukaisen roolin, aktivoimista RAILI-verkkoon ja puhelimeen. (Liikenneviraston viestintäohje, Dnro 4008/100/2014, Liikennevirasto, 3.)

Kulkitie

Tässä RATOn osassa kulkutiellä tarkoitetaan turvalaitejärjestelmän varmistamaa reittiä kulkutien alku- ja päätepisteen välille. Kulkutiehen kuuluvat sillä olevat opastimet, vaihteet, pysäytyslaitteet, raiteensulut ja raideosuudet. Kulkutiehen liittyvät mahdolliset sivusuoja- ja ohiajovaraelementit. Kulkutie voidaan varmistaa juna- tai vaihtokulkutien ehdoin. Suojastusjärjestelmän varmistettu suojaväli rinnastetaan varmistettuun kulkutiehen. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet, Liikenneviraston ohjeita 7/2014, Liikennevirasto, 12.)

Liikennevirasto

Liikennevirasto on asiantuntijaorganisaatio, joka vastaa Suomen teistä, rautateistä ja vesiväylistä sekä liikennejärjestelmän kehittamisestä.

(<http://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia#.WFRbIfmLQuU>.)

Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi)

Trafi on liikenteen viranomainen ja liikennealan vahva asiantuntija, joka toimii rohkeasti vastuullisen liikenteen puolesta.

(<http://www.trafi.fi/>.)

Lupa ratatyöhön

Kysyttäessä lupaa ratatyöhön tarvitaan tarkka selkeäsanainen viesti joka sisältää seuraavat kohdat:

1. ratatyön tunnus
2. lupa ratatyöhön
3. viestin toistaminen
4. vahvistaminen sanalla ”oikein”

(Viestintä valtion rataverkolla, Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 8.)

Opaste

Opaste Tässä RATOn osassa opasteella tarkoitetaan opastimella annettua näkyvää opastetta. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet, Liikenneviraston ohjeita 7/2014, Liikennevirasto, 15.)

Opastin

Tässä RATOn osassa opastimella tarkoitetaan turvalaite-elementtiä, jolla voidaan välittää näkyvä opaste. Opastimeen kuuluu myös siihen liittyvä ohjauslogiikka.

(Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet, Liikenneviraston ohjeita 7/2014, Liikennevirasto, 15.)

Osram

Osram GmbH on vuonna 1919 perustettu saksalainen lamppujen ja valaisimien valmistaja.

(<http://www.osram-group.de/en/sustainability/overview/history>.)

RAILI

(=Rautateiden integroitu liikenneviestintäjärjestelmä) on valtion rataverkolla suunniteltu GSM-R –pohjainen viestintäverkko, johon kuuluu myös LOV (Liikenteen Ohjauksen Viestintäverkko). (Rautatiejärjestelmän viestiohje Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 4.)

RAILI-puhelin

on GSM-R verkon ohjaamo- tai käsiradiopuhelin. (Rautatiejärjestelmän viestiohje Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 4.)

Ratatyöilmoitus

(Rt-ilmoitus) on liikenteenohjaukselle annettava kirjallinen ilmoitus ratatyöstä. (Rautatiejärjestelmän viestiohje Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 4.)

Ratatyö

On rataverkolla tai rataverkon läheisyydessä tehtävää työtä, joka voi vaikuttaa liikennöintiin. (Rautatiejärjestelmän viestiohje Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 4.)

Ratatyöstä vastaava

On henkilö, joka vastaa ratatyön liikenneturvallisuudesta, hankkii liikenteenohjauksen luvan ratatyöhön ja ilmoittaa ratatyön päättymisestä. (Rautatiejärjestelmän viestiohje Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 4.)

Ratatyön yksilöivä tunnus

Ratatyön yksilöivä tunnus on liikenteenohjauksen vastuualueen nimi ja vaihtuva RAILI-verkon ratatyön ryhmänumero. Yksilöivä tunnus on esimerkiksi "Saimaan työ 801". Yksilöivä tunnus on samalla myös ratatyöstä vastaavan rooli RAILI-verkossa. Ratatyöstä vastaava kirjautuu tätä tunnusta vastaavalla toimintanumerolla RAILI-verkkoon. Vaihtotyön ja ratatyön yksilöivät tunnuksot ovat RAILI-puhelinluettelossa. (Rautatiejärjestelmän viestiohje Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto, 9.)

Valotehokkuus

Valonlähteen valotehokkuus on saadun valovirran suhde käytettyyn sähkötehoon. Valotehokkuus kuvaa periaatteessa valonlähteen hyötysuhdetta. Yksikkö on lumen per watti (lm/W). (All about lighting, STARA. Suureet ja yksiköt. Elektroskandia.)

Väriämpötila

Valonlähteen värivaikutelma joka yleensä tunnustetaan lämpimäksi, kun $K < 4000$ ja kylmäksi kun $K > 4000K$. Yksikkö on kelvin (K). (All about lighting, STARA. Suureet ja yksiköt. Elektroskandia.)

Värintoistokyky

Ra-indeksin suurin arvo on 100. Indeksii kuvaa valonlähteen kykyä toistaa värejä tietyssä väriämpötilassa. Yksikkö on R_a – indeksi. (All about lighting, STARA. Suureet ja yksiköt. Elektroskandia.)

1 JOHDANTO

Suomen rataverkolla vaihdetaan vuosittain valtava määrä opastinhekkulamppuja Liikenneviraston huolto-ohjeiden mukaisesti, millä pyritään varmistamaan junaliikenteen sujuvuutta. Käytettävät opastinhekkulamput ovat yksilöllisiä ja ne valmistetaan käsityönä. Opastinhekkulamput ja niiden vaihto ovat kallista. Valmistus on kallista johtuen suhteellisen pienistä tilausmääristä ja suuresta käsityön määrästä. Vaihdon tekee kalliiksi tiuha huoltoväli sekä työn suorittaminen lupakäytäntöineen junaliikennettä häiritsemättä.

Mikäli opastinhekkulamput vikaantuisivat mahdollisimman harvoin, olisi se tietenkin Liikenneviraston ja junamatkustajien edun mukaista, näin ollen Liikennevirastossa on tahtotila kehittää tätäkin osa-aluetta parempaan suuntaan. Työ aloitettiin esittelemällä opastimia, opasteita, opastinlampputyyppejä sekä kerrottiin opastimen tarkoituksesta ja -virtapiiristä. Lampun valmistuksesta kerrottiin Airamien tehtaan kuvasarjassa.

Ongelman kuvauksessa pohdittiin hekkulamppukäytön ongelmia kerätyn materiaalin pohjalta. Tuotiin esille lamppujen polttoiat ja EU direktiivin vaikutus opastinlamppuihin. Junien kulunvalvonnan kehittymisen vaikutus opastinlamppuihin tuotiin myös esille. Lamppujen vikatapauksia käsiteltiin eri kunnossapitoalueiden osalta. Tuotiin esille testilamppu kokeiluja ja vikaantuneen lampun vaihtoa käsiteltiin omassa kuvasarjassa. Yhteenvedon pohdittiin ja listattiin ongelmia opastinhekkulamppujen käytössä.

Toimme esille LED-valojen käyttöä rautatie maailmassa ja muuallakin. Listattiin LED-valojen ominaisuuksia, joita vertailtiin hekkulamppuihin. Esiteltiin LED-opastinjärjestelmiä ja LED-valoista saatuja käytännön kokemuksia. Koska Liikenneviraston tahtotilana oli kehittää opastinlamppujen laatua, päädyttiin testilaitte tarpeeseen. Työ tarkentui tarvemääritykseen, testausprosessin suunnitteluun ja laitteiston vaatimusmäärittelyyn. Pohdittiin käytössä olevia testausmenetelmiä, jotka luettelointiin.

Suunnittelu käynnistyi tarvemäärityksellä, jossa kerrottiin miksi laitetta tarvitaan. Testausprosessi osassa käytiin läpi testauksen eri osavaiheita. Lampputesteiksi suunniteltiin kolme erilaista testiä ja testauksen raportoinnin eri osa-alueita pohdittiin, joista tehtiin liitteeksi pöytäkirja. Laitteiston vaativuusmäärittelyssä testilaitteiston käyttötarkoituksen ja yleiskuvauksen laadinnan jälkeen siirryttiin testauslaitteiston toimintoihin, jotka luettelointiin. Testauslaitteiston teknisiä vaatimuksia pohdittiin, luettelointiin ja joista laadittiin liitteeksi taulukko.

Pohdimme käyttötoimenpiteitä ja tiedonkulkua eri toimijoiden välillä, joista laadimme käyttötapauskaavion. Suunnittelimme toiminnallisia vaatimuksia ja laadimme toimintakaavion. Suunnittelimme testauslaitteiston ohjelman teknisiä ja toiminnallisia vaatimuksia, jotka luettelointiin ja joista laadittiin liitteeksi taulukko.

Työn loppupuolella teimme suosituksia tekniseen toteutukseen, ylläpidettävyyteen ja huollettavuuteen. Ehdotuksia työn jatkoksi mietimme voisiko laite soveltua myös Led testaukseen. Yhteenvedo tehtiin työn lopuksi.

2 OPASTIMET JA NIIDEN OPASTEET

Jotta saimme opastinlamppujen käyttötarkoituksista tarkemman kokonaiskuvan, tutkimme opastimia ja niiden opasteita erilaisten tehtävien mukaan.

2.1 Opastimet

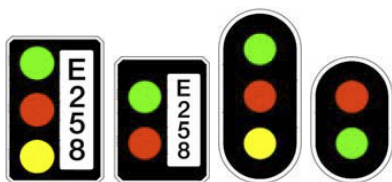
Opastimet ja niiden opasteet ovat tärkeä osa junakuljettajien saamaa informaatiota esim. pää- ja esiopastin (kuva 1).



Kuva 1. Pää- ja esiopastin

Pääopastin

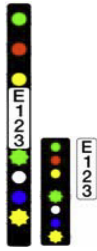
Pääopastimilla näytetään junien kuljettajille informaatiota, jonka perusteella tiedetään mitä kulkutietä pitkin junaa pitää ajaa tai juna pitää pysäyttää (kuva 2).



Kuva 2. Pääopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 21.)

Yhdistelmäopastin

Yhdistelmäopastimissa on koottu samaan runkoon pää-, esi- ja raideopastimet (kuva 3).



Kuva 3 Yhdistelmäopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 21.)

Suojastusopastin

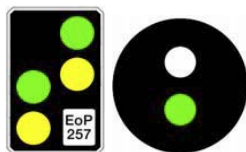
Linjoilla käytettävällä opastimella annetaan junakuljettajille informaatiota suojastusvälien tilasta (kuva 4).



Kuva 4. Suojastusopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 22.)

Esiopastin

Esiopastimella toistetaan junakuljettajalle edessäpäin olevan opastimen opasteet (kuva 5).

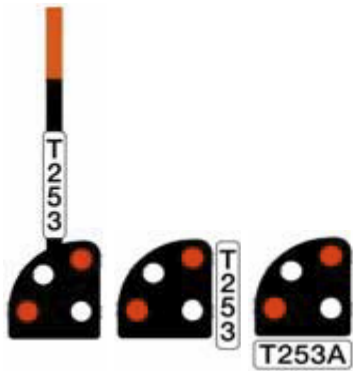


Kuva 5 Esiopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 22.)

Oikeanpuoleista esiopastinta käytetään vain Helsingin liikennepaikalla. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 22.)

Raideopastin

Raideopastimella opastetaan veturilla tehtävää vaihtotyötä sekä opastetaan junaliikennettä. Paikallislupien opastus tapahtuu myös raideopastimella (kuva 6).



Kuva 6. Raideopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 22.)

Tasoristeysopastin

Tasoristeysopasteita tuleville junille annetaan opasteita tasoristeysopastimilla (kuva 7).



Kuva 7. Tasoristeysopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 22.)

Lukitusopastin

Lukitusopastinta käytetään siltojen yhteydessä opastamaan junaliikennettä (kuva 8).



Kuva 8. Lukitusopastin. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 22.)

2.2 Opastimen tarkoitus

- Opastimella on näytettävä liikennöinnistä annettujen määräysten mukaisia opasteita.
- Opastimen lampun on oltava LED-yksikkö tai kaksoishehkulankalamppu.
- Opastimen lampun tilaa on valvottava.
(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 56.)

Kaksoishehkulankalampun valvonta on toteutettava seuraavien vaatimusten mukaisesti:

- Pää- ja varalangalla on oltava erillinen valvonta.
- Lamppuun ei saa syttyä havaittavaa valoa, jos langan valvonta tehdään lampun ollessa sammutettu.
- Lampun lamppuviasta on annettava ilmaisu, jos lampun pää- ja varalangalla havaitaan olevan vialla
(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 56.)

- Lampun lankaviasta on annettava ilmaisu, jos lampun pää- tai varalangan havaitaan olevan vialla.
- Seis-opasteen näyttämisen estävästä viasta on annettava lamppuvikailmaisu, joka eroaa ajon sallivan opasteen lamppuvikailmaisusta.
- Kaksoishehkulankalamppua käytettäessä päälangan rikkoutuessa jännitteen on kytkeydyttävä välittömästi varalangalle.

(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 56.)

LED-yksikön valvonta on toteutettava seuraavien vaatimusten mukaisesti:

- LED-yksikköön ei saa syttyä havaittavaa valoa, jos yksikön valvonta tehdään LED-yksikön ollessa sammutettu.
- LED-yksikön viasta, joka estää opasteen näyttämisen, on annettava ilmaisu lamppuviasta.
- LED-yksikön Seis-opasteen näyttämisen estävästä viasta on annettava lamppuvikailmaisu, joka eroaa ajon sallivan opasteen lamppuvikailmaisusta.

(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 56.)

Opastimen lampun ja LED-yksikön virtapiiri on valvottava siten, että havaitaan:

- virtapiirin virran kasvaminen tai jännitteen laskeminen, virtapiirin johtimen katkeaminen,
- oikosulku virtapiirissä tai kaksoishehkulankalamppun hehkulangassa,
- virtapiirin maavika, virtapiirin oikosulku ulkopuoliseen jännitteeseen ja virtapiirin johtimeen indusoitunut häiriöjännite.

(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 56.)

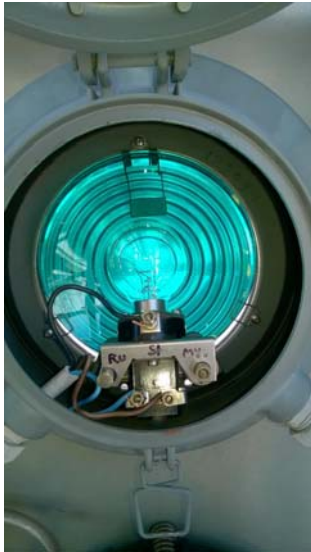
- Opastimen näyttämän opasteen lamppuja on valvottava jatkuvasti. Enintään 0,4 s väliajoin tapahtuva valvonta täyttää jatkuvasta valvonnasta esitetyn vaatimuksen.
- Opastin on ohjattava näyttämään Seis tai Odota seis -opastetta, jos opastimen ajon sallivan opasteen lamppussa havaitaan opasteen näyttämisen estävä vika.
- Pää- tai suojustusopastin, jossa on Seis-opasteen näyttämisen estävä vika, ei saa näyttää ajon sallivaa opastetta. Vaihtokulkutiehen kuuluva raideopastin, jossa on Seis-opasteen näyttämisen estävä vika, ei saa näyttää ajon sallivaa opastetta.

(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 56-57.)

- Kulkutien aloittava opastin on ohjattava näyttämään Seis-opastetta, jos kulkutien päättävässä opastimessa tai kulkutien päättävää opastinta tarkoittavassa esiopastimessa havaitaan Seis tai Odota seis -opasteen näyttämisen estävä vika.
- Opastimen lamppua on voitava käyttää päivä- ja yö jännitteellä. Opastimien virransyötön jännitettä on voitava ohjata päivä- ja yö jännitteelle komennolla tai automaattisesti hämäräkytkimen ohjaamana.
- JKV on voitava kytkeä pää-, suojustus-, esi- ja raideopastimen lampun virtapiiriin tai JKV:lle on voitava välittää tilatieto opastimen opasteesta. JKV:lle on voitava välittää fiktiivisten opasteiden ja ohjauslinjojen tilatiedot.

(Liikenneviraston ohjeita 7/2014 RATO 6 Turvalaitteet, 57.)

Opastimissa näkyvät värit saadaan aikaan valoyksiköihin asennetuilla värilaseilla esim. vihreä opaste (kuva 9).



Kuva 9. Opastimen valoyksikkö vihreällä värilasilla.

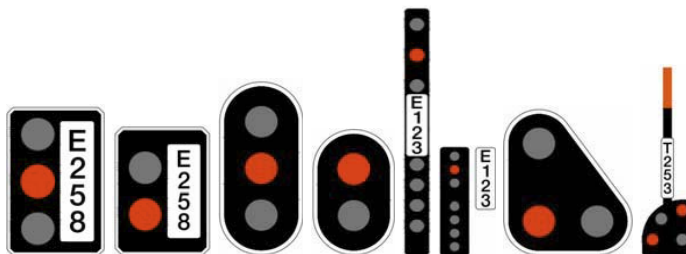
2.3 Opasteet

Opasteilla näytetään junakuljettajalle junan ohjaamiseen tarvittavaa tietoa. Junaliikenteenohjaaja ohjaa komentojen välityksellä reittiä junalle, joka näkyy opastimien opasteina junakuljettajalle.

2.3.1 Seis opaste

Junaliikenteessä ja vaihtotyössä kaikkien opastimien Seis-opastetta on pyrittävä noudattamaan, vaikka opaste annettaisiin ilman ennakkotietoa. Pää-, yhdistelmä-, suojastus-, raide-, ja lukitusopastin antaa Seis-opasteen, kun opastin on pimeä. Epäselvä opaste on Seis-opaste. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 23.)

Junaliikenne ja vaihtotyössä Seis voidaan antaa seuraavasti (kuva 10).



Kuva 10. Seis opaste. Seis tarkoittaa, että opastinta ei saa ohittaa ilman lupaa. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 23.)

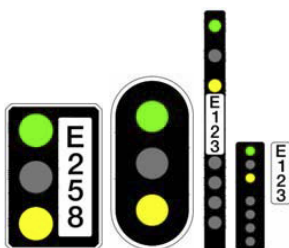
2.3.2 Aja 35 opaste

Aja 35 tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa, ja nopeus opastimen jälkeen saa olla enintään JKV-veturilaitteiden osoittama tai ensimmäisestä vaihteesta alkaen enintään 35 km/h. 35 km/h päättyy seuraavaan:

- pääopastimeen tai
- yhdistelmäopastimen opasteeseen:
- Aja 35 tai
- Aja 35, odota seis tai
- Aja 35, odota aja 35 tai
- Aja 35, odota aja tai
- Aja tai
- Aja, odota seis tai
- Aja, odota aja 35 tai
- Aja, odota aja tai
- liikennepaikka päättyy -merkkiin.

(Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 24.)

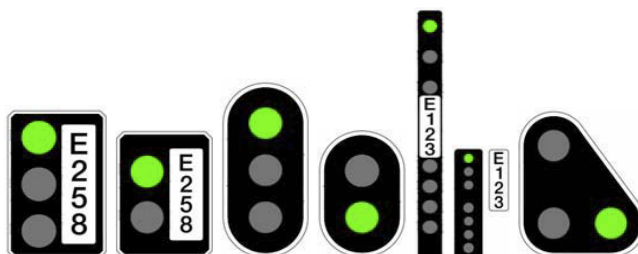
Junaliikenne ja vaihtotyössä Aja 35 voidaan antaa seuraavasti (kuva 11).



Kuva 11. Aja 35 opaste. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 24.)

2.3.3 Aja opaste

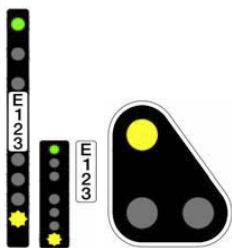
Junaliikenne ja vaihtotyössä annettava Aja tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa. Aja voidaan antaa seuraavasti (kuva 12).



Kuva 12. Aja opaste. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 28.)

2.3.4 Aja, odota seis opaste

Junaliikenne ja vaihtotyössä Aja, odota seis voidaan antaa seuraavasti (kuva 13).



Kuva 13. Aja, odota seis. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 28.)

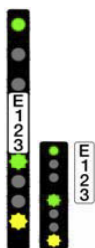
2.3.5 Aja, odota aja 35 opaste

Junaliikenne ja vaihtotyössä *Aja, odota aja 35* tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa, ja seuraava pääopastin näyttää *Aja 35* tai yhdistelmäopastin näyttää:

- *Aja 35* tai
- *Aja 35, odota seis* tai
- *Aja 35, odota aja 35* tai
- *Aja 35, odota aja*.

(Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 26.)

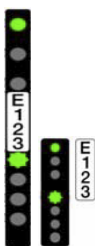
Aja, odota aja 35 voidaan antaa seuraavasti (kuva 14).



Kuva 14. *Aja, odota aja*. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 29.)

2.3.6 Aja, odota aja opaste

Junaliikenne ja vaihtotyössä *Aja, odota aja* tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa. *Aja, odota aja* voidaan antaa seuraavasti (kuva 15).

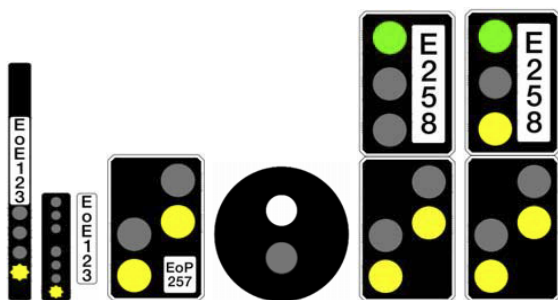


Kuva 15. *Aja, odota aja*. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, s.29.)

2.3.7 Odota seis opaste

Junaliikenteessä esiopastin, joka ei ole pääopastimen yhteydessä, antaa *Odota seis opasteen*, kun seuraava pääopastin on pimeä. *Odota seis* tarkoittaa, että seuraava pää-, yhdistelmä- tai suojustusopastin näyttää *Seis*. *Odota seis* yhdessä pääopastimen *Aja* tai *Aja 35* kanssa tarkoittaa, että seuraava pää-, yhdistelmä- tai suojustusopastin näyttää *Seis*-opastetta tai seuraava junakulkutien päätekohta -merkillä varustettu raideopastin näyttää *Seis* opastetta tai kulkutie päättyy junakulkutien päätekohtamerkkiin tai raidepuskimeen tai kulkutie on raiteelle, jolla ei ole pää-, yhdistelmä-, suojustus- tai raideopastinta eikä junakulkutien päätekohta -merkkiä. *Odota seis* yhdessä pääopastimen *Aja 35* kanssa voi myös tarkoittaa, että kulkutie voi olla varatulle raiteelle. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 30.)

Junaliikenne ja vaihtotyössä *Odota seis* voidaan antaa seuraavasti (kuva 16).



Kuva 16. *Odota seis*. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 30.)

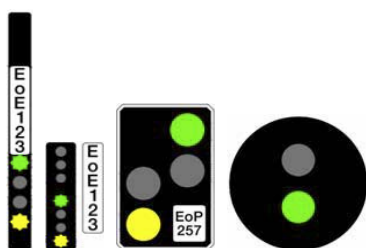
2.3.8 Odota aja 35 opaste

Junaliikenne ja vaihtotyössä *Odota aja 35* tarkoittaa, että seuraava pääopastin näyttää *Aja 35* tai yhdistelmäopastin näyttää:

- *Aja 35* tai
- *Aja 35, odota seis* tai
- *Aja 35, odota aja 35* tai
- *Aja 35, odota aja*.

(Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 31.)

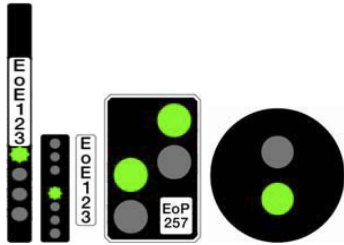
Odota aja 35 voidaan antaa seuraavasti (kuva 17).



Kuva 17. *Odota aja 35*. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 31.)

2.3.9 Odota aja opaste

Junaliikenteessä *Odota aja* tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa. *Odota aja* voidaan antaa seuraavasti (kuva 18).



Kuva 18. *Odota aja*. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 33.)

2.3.10 Lähesty varovasti opaste

Junaliikenne ja vaihtotyössä *Lähesty varovasti* tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa ja opastimen takana olevaan ensimmäiseen tasoristeykseen saavuttaessa nopeus saa olla enintään 10 km/h (kuva 19).



Kuva 19. Tasoristeysopastin antaa *Lähesty varovasti* opasteella. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 31.)

2.3.11 Aja varovasti, junaliikenne opaste

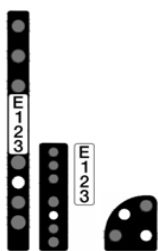
Junaliikenteellä *Aja varovasti* voidaan antaa raideopastimella, jossa on junakulkutien päätekohtamerkki. *Aja varovasti* tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa ja junalla on lähtölupa (kuva 20).



Kuva 20. *Aja, varovasti*. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 32.)

2.3.12 Aja varovasti, vaihtotyö opaste

Vaihtotyöllä Aja varovasti tarkoittaa, että opastimen saa ohittaa (kuva 21).



Kuva 21. Aja, varovasti. (Liikennöinti valtion rataverkolla, Liikenneviraston ohjeita 23/2015, 32.)

2.4 Opasteen tarkoitus

Opasteen tarkoitus esitetään liikennöinnistä annetuissa määräyksissä. Opasteen on täytettävä tässä kohdassa esitetyt vaatimukset. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6. Turvalaitteet. 2014, 26.)

Opastimen näyttämä opaste on valvottava. Pää-, suojustus- tai raideopastin on ohjattava näyttämään Seis-opastetta, jos opastimessa on ajon sallivan opasteen näyttämistä haittaava vika. Esiopastin on ohjattava näyttämään Odota seis -opastetta, jos opastimessa on Odota aja tai Odota aja 35 -opasteen näyttämistä haittaava vika pääopastimessa. Pää- ja esiopastimen yhdistelmän pääopastin on ohjattava näyttämään Seis-opastetta, jos yhdistelmän esiopastimessa on Odota seis -opasteen näyttämisen estävä vika tilanteessa, jossa esiopastimella olisi näytettävä Odota seis -opastetta. Kulkutien aloittava opastin ei saa näyttää ajon sallivaa opastetta, jos kulkutien päättävä opastin ei voi näyttää Seis-opastetta tai kulkutien päättävä opastin ei ole valvonnassa.

(Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6. Turvalaitteet. 2014, 26.)

Pää- ja suojustusopastin on ohjattava automaattisesti näyttämään Seis-opastetta hidastusajan jälkeen opastimen takana olevan raideosuuden varauduttua. Hidastusajan on oltava vähintään 2 s ja enintään 3 s. Opastin on voitava ohjata komennolla ilman hidastusaikaa näyttämään Seis-opastetta. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6. Turvalaitteet. 2014, 26.)

3 OPASTINLAMPUT

Käsittelimme opastinlampun virtapiiriä ja Suomen radoilla käytössä olevia opastinhehkulamppu tyyppisiä. Kävimme Airamien tehtaalla tutustumassa opastinlamppujen valmistukseen ja tulevaisuuden näkymiä pohdittiin direktiivien ja kulunvalvonnan näkökulmasta.

3.1 Opastinlampun virtapiiri

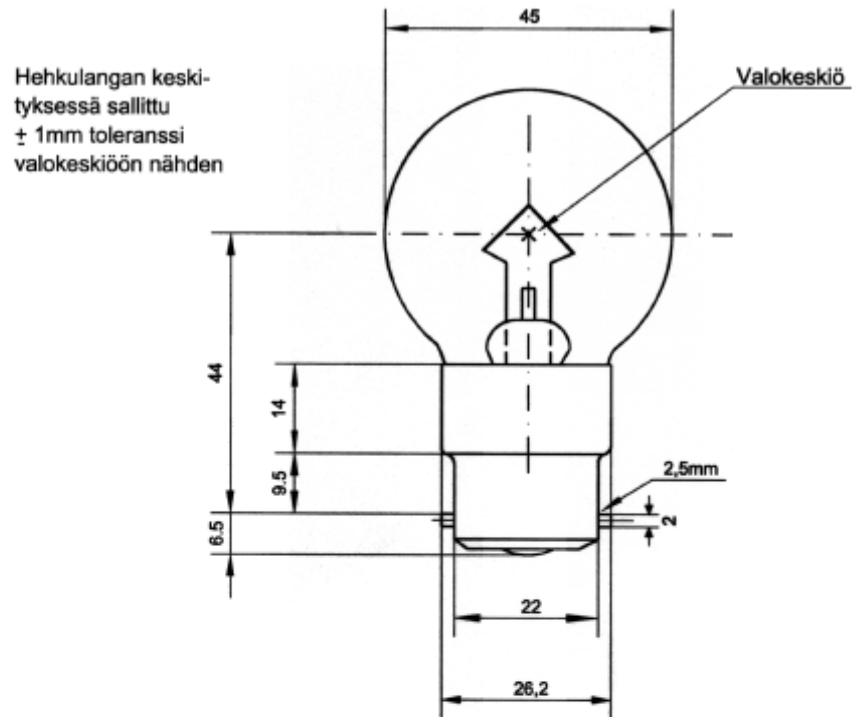
- Opastimen lampun virtapiirin jännite on voitava säätää erikseen päivä- ja yö käyttöä varten.
- Opastimen lampun tai ohjauslinjan virtapiiriin on voitava kytkeä JKV:n koodain.
- Opastimen lampun tai ohjauslinjan virtapiirissä, johon JKV:n koodain on kytketty, tehon on oltava yli 5 W opastimen lampun palaessa tai ohjauslinjan ollessa aktiivinen.
- JKV:n koodain on kytkettävä opastimen lampun virtapiiriin siten, että JKV:n koodain voidaan ohittaa oikosulkupaloja käyttämällä. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6. Turvalaitteet. 2014, 178.)
- Ajon sallivan opasteen ja ”Ei opasteita” -opasteen lampun virtapiiri on toteutettava siten, että lampun virtapiiriin johtimen oikosulku tai vieras jännite ei aiheuta tarkoituksetonta lampun syttymistä.
- Opastimen lampun on oltava kaksoishehkulankalamppu tai LED-yksikkö.
- Raideopastimen kaksoishehkulankalampun molempien hehkulankojen tehon on oltava 10 W ja muissa opastimissa vastaavasti tehon oltava 20 W.
- Kaksoishehkulankalampun kuvun on oltava kirkas.
- Opastimen lampun värilasin läpi tulevan valon ja LED-yksikön valon on oltava DIN-standardin 6163 mukainen /2/. (Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6. Turvalaitteet. 2014, 178.)

3.2 Käytössä olevat opastinhehkulamputyypit

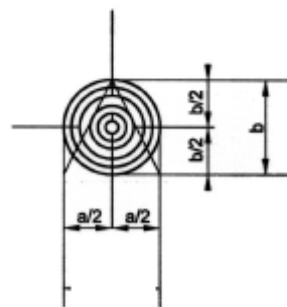
Lähes kaikki opastinhehkulamput ovat: Airammin valmistamia ja ovat yhdellä- tai kahdella hehkulangalla ja kantana on: BA 20d tai B 22D.

3.2.1 Opastinlamppu lukit: 2360, 55V,25W

Lukit: 2360 mallisia 55V/25W lamppuja (kuva 22) on käytössä erityiskoh-teissa esim. laskumäet joiden järjestelyopastimissa käytetään 2 x 55V lamppuja sarjassa. Näiden opasteita tarvitaan laskumäki työskentelyssä. Laskumäki asetinlaitejärjestelmiä löytyy rataverkolta mm. Tampereelta ja Kouvola, joissa on käytössä järjestelyopastimet kummassakin päässä laskumäkeä. Lisäksi 55V lamppuja on käytössä raideopastimissa mm. Varkaudessa Siemens DrS asetinlaitteessa.



Hehkulangan keskitys määrätään seuraavasti:



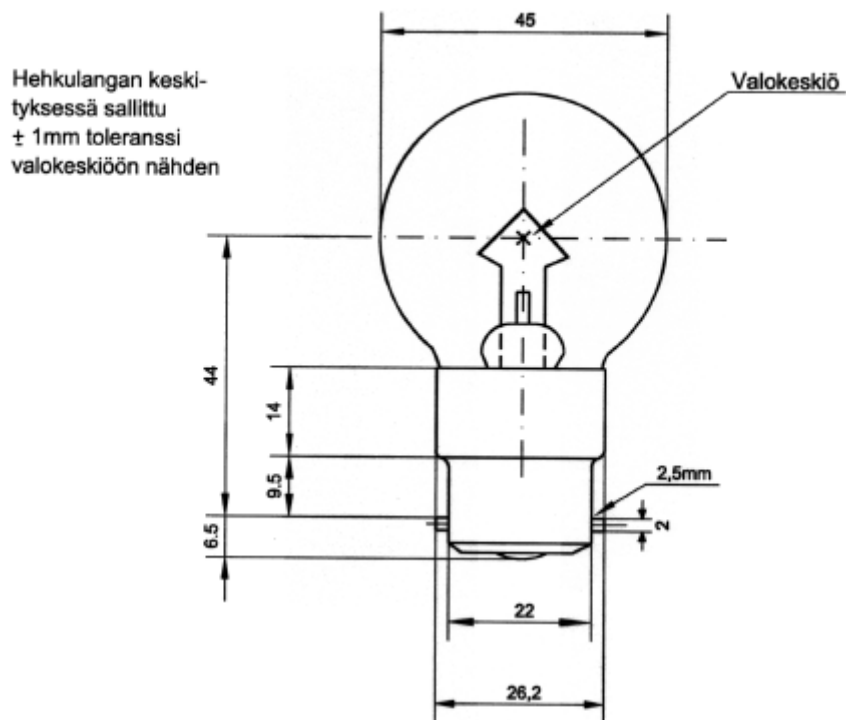
- 55V 25W himmeä
- sallittu tehovaihtelu max $\pm 3\%$
- Kanta: B 22D
- VR tav. nro 004753-0-0

a= 14mm ± 1 mm
b= 9mm ± 1 mm

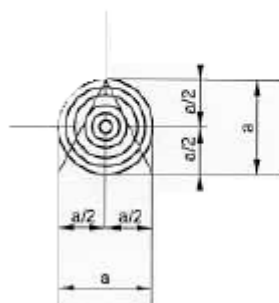
Kuva 22. Opastinlamppu, lukit: 2360, 55V, 25W.
(rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon_speksit_.pdf. 26.2.2001, 1.)

3.2.2 Opastinlamppu lukit: 236F, 12V 25W

Lukit: 236F, 12V 25W kirkkaita lamppuja (kuva 23) käytetään releasetinlaitteiden pää- ja esioastimissa, pois lukien punainen opaste, jossa on käytössä 12V, 20/20W lamppu. Rataosia asetinlaitteeseen, joissa on käytössä 12V/25W lamppu ovat: mm. Helsinki – Riihimäki, Kouvola, Tampere, Turku, (Oulu) – Ylivieska Siemens SpDr60 asetinlaitteilla. (Kouvola) – Kotka on Siemensin vapaakytkentäisellä asetinlaitteella. (Oulu) – Iisalmi, Iisalmi – Vartius, (Oulu) – Kontiomäki, Luumäki – Lappeenranta, Parikkala – Joensuu, Pieksämäki – Kuopio ja Inkeroinen ovat Siemens DrS asetinlaitteilla. Kotka ja Juurikorpi ovat Salama VR 76 ja Vainikkala on Venäläisellä asetinlaitteella.



Hehkulangan keskitys määrätään seuraavasti:



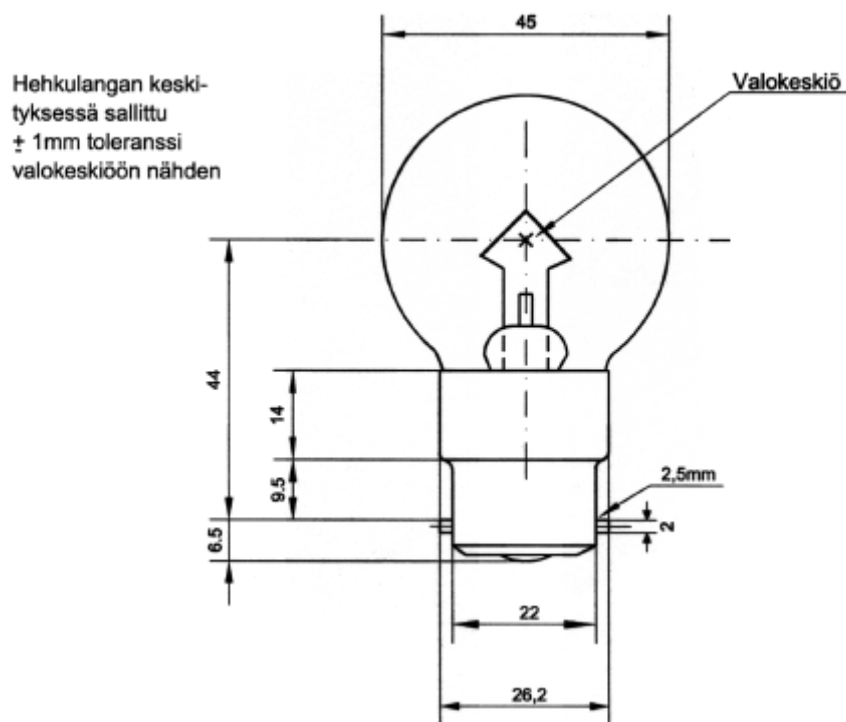
- 12V 25W kirkas
- sallittu tehovaihtelu max $\pm 3\%$
- Kanta: B 22D
- VR tav. nro 004755-5-0

$a = 6\text{mm} \pm 1\text{mm}$

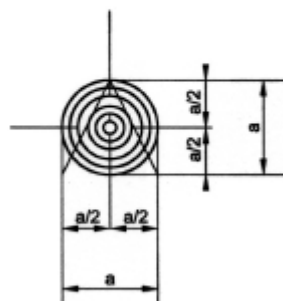
Kuva 23. Opastinlamppu, lukit: 236F, 12V 25W.
(rhk_opastinlampuut_rautatiekäyttöön_speksit_.pdf. 26.2.2001, 2.)

3.2.3 Opastinlamppu lukit: 236O,12V, 25W

Lukit: 236O,12V, 25W himmeitä lamppeja (kuva 24) on käytössä releasetinlaitteiden vaikutusalueella raideopastimissa. Lamput on kytketty sarjaan 2x12V/25W opasteen mukaan. Viime vuosina himmeän lampun on korvannut vastaava kirkas lamppu lukit:236F, 12V 25W. Rataosia joissa on käytössä 12V/25W lamppu ovat: mm. Helsinki – Riihimäki, Kouvola, Tampere ja Turku Siemensin SpDr60 asetinlaitteilla. Kuopio – (Siilijärvi) – Iisalmi ovat Ganz-asetinlaitteella. Pieksämäki – Joensuu, Siilijärvi – Viinijärvi, Huutokoski – Savonlinna, Parikkala – Savonlinna, Joensuu – Lieksa – Nurmes ja Säkäniemi – Niirala ovat Mipron asetinlaitteilla.



Hehkulangan keskitys määrätään seuraavasti:



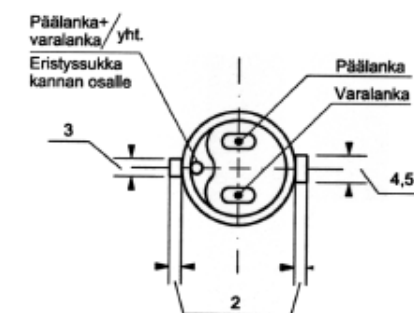
- 12V 25W himmeä
- sallittu tehovaihtelu max $\pm 3\%$
- Kanta: B 22D
- VR tav. nro 004759-7-0

a= 6mm ± 1 mm

Kuva 24. Opastinlamppu, lukit: 236O,12V, 25W.
(rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon_speksit_.pdf. 26.2.2001, 3.)

3.2.4 Opastinlamppu lukit: 278C, 12V, 20/20W

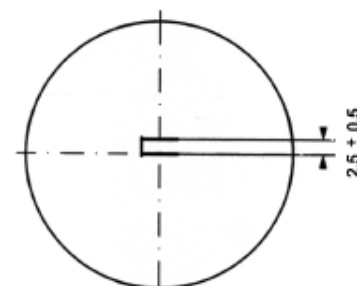
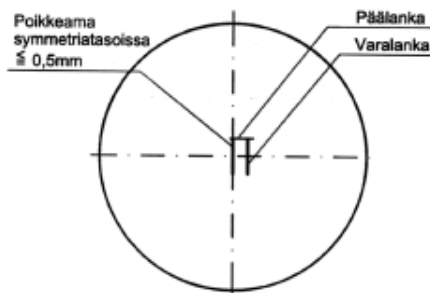
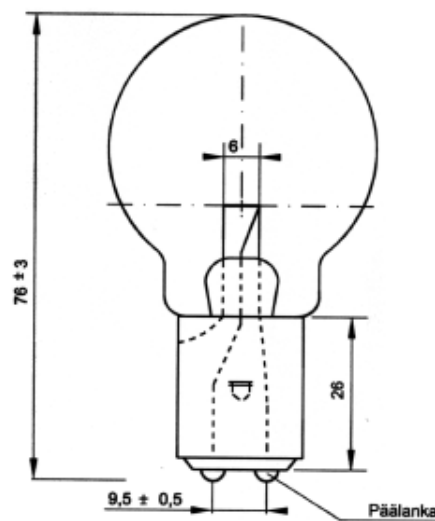
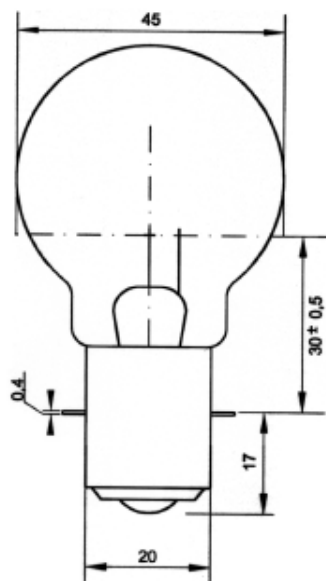
Lukit: 278C, 12V, 20/20W (kuva 25) on yleisin opastinlamppu, joka on käytössä tietokoneasetinlaitteiden pää- ja esiopastimissa sekä releasetinlaitteiden punaisissa yksiköissä. Rataosia, joissa käytetään 12V/20/20W lamppuja, ovat: mm. (Riihimäki) – Lahti, Lielähti – Pori, Luumäki – Lappeenranta, (Oulu) – Tornio ja Pieksämäki Siemens SIMIS C asetinlaitteilla. (Riihimäki) – (Tampere) – (Seinäjoki) välit ovat Bombardier EBILOCK 850 järjestelmällä. Kainuu – Lappi on Mipro JKV3:lla. Kerava – Sköldvik, Kouvola – Pieksämäki, Kouvola – Luumäki, Luumäki – Pula – Raippo, (Lappeenranta) – Parikkala ja (Kerava) – (Hakosilta) ovat Thales ESTW L90-5 asetinlaitteilla.



Kupu: Kirkas

Kanta: BA 20d; Kiinnityksen tulee kestää pitkäaikaista varastointia myös kosteahkoissa (ulkoilmaa vastaavissa) tiloissa.

Hehkulangat: 12V, 20W, 4000 polttotuntia /12V

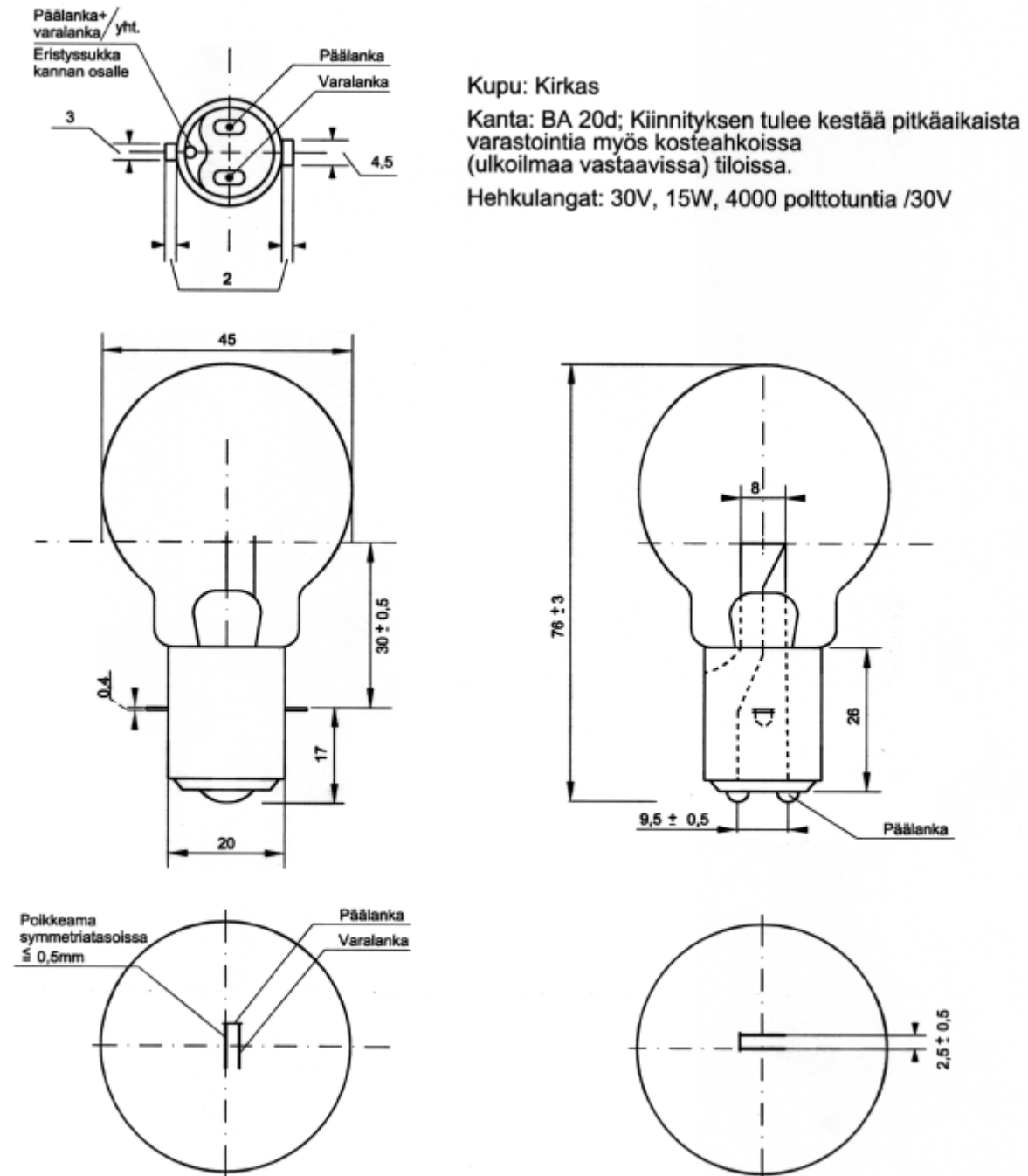


- VR tav. nro 004786-0-0

Kuva 25. Opastinlamppu, lukit: 278C, 12V, 20/20W.
(rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon_speksit_.pdf. 26.2.2001, 4.)

3.2.5 Opastinlamppu lukit:278D, 30V, 15/15W

Lukit: 278D, 30V, 15/15W (kuva 26) lamppuja on käytössä vanhoissa va-
paakytkentäisissä opastinturvalaitoksissa, joita käytetään vähäliikenteisillä
rataosilla.

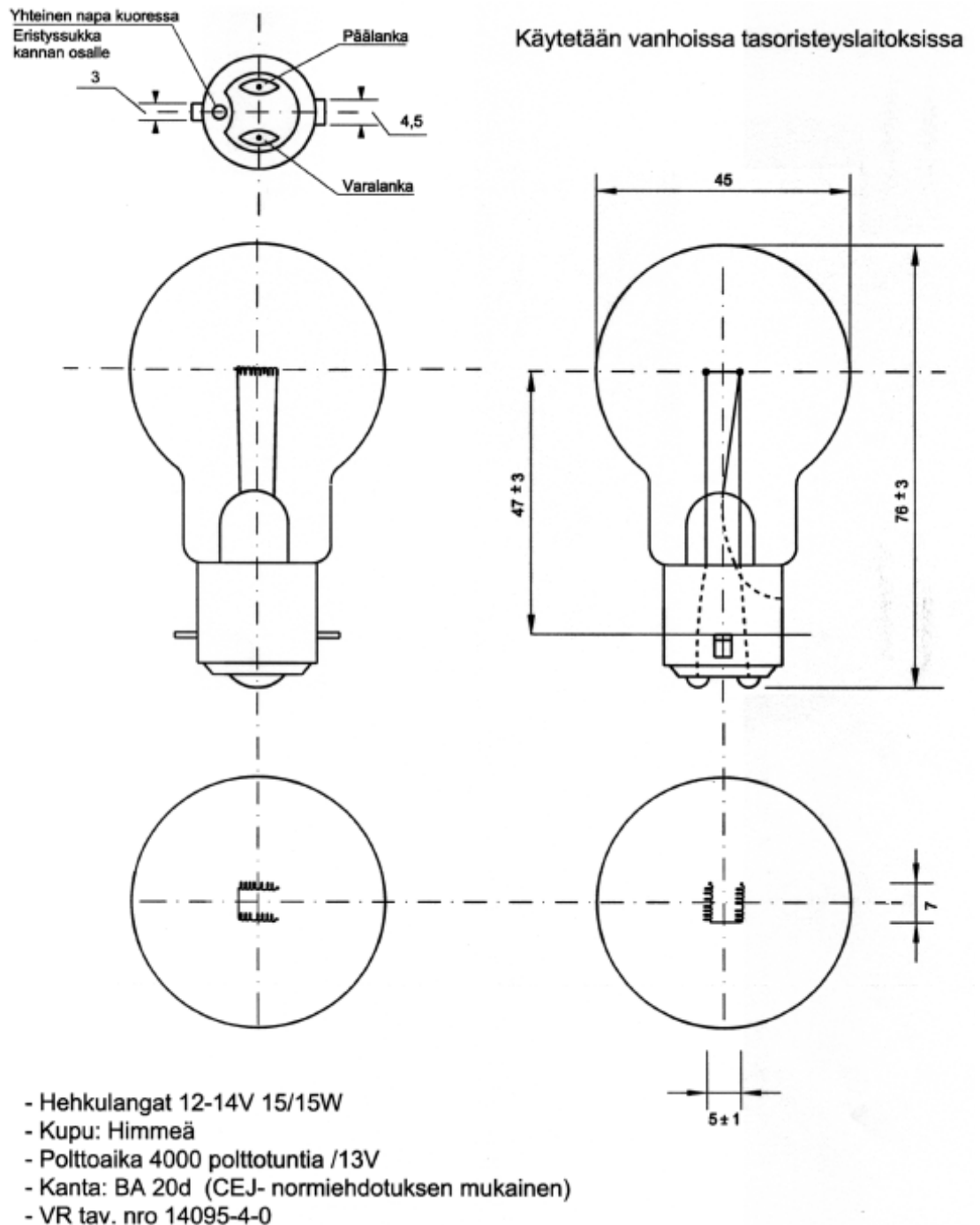


- VR tav. nro 004787-8-0

Kuva 26. Opastinlamppu, lukit: 278D, 30V, 15/15W.
(rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon_speksit_.pdf. 26.2.2001, 5.)

3.2.6 Opastinlamppu lukit: 278E, 12-14V 15/15W

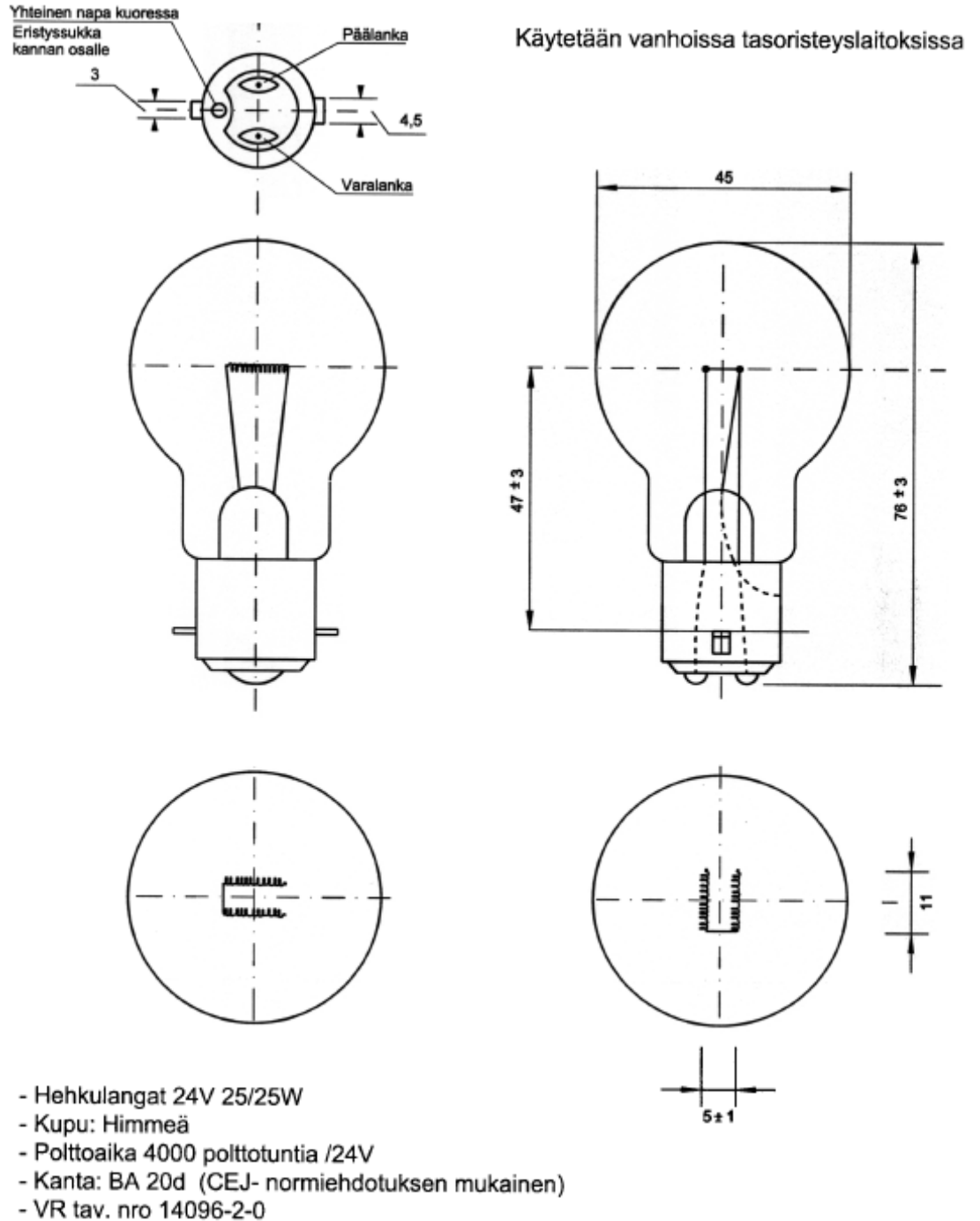
Lukit: 278E, 12-14V 15/15W (kuva 27) opastinlamppuja on käytössä vanhoissa tasoristeyslaitoksissa, joita käytetään vähäliikenteisillä rataosilla. Esim. 60-luvun alkupuolelta oleva Lokakylän tasoristeyslaitos, Äänekoski – Haapajärvi-rataosalla ja Itä-Suomessa neljä kappaletta n. 50 vuotta vanhaa tasoristeyslaitosta.



Kuva 27. Opastinlamppu, lukit: 278E, 12-14V 15/15W.
 (rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon_speksit_.pdf. 26.2.2001, 6.)

3.2.7 Opastinlamppu lukit: 278F, 24V, 25/25W

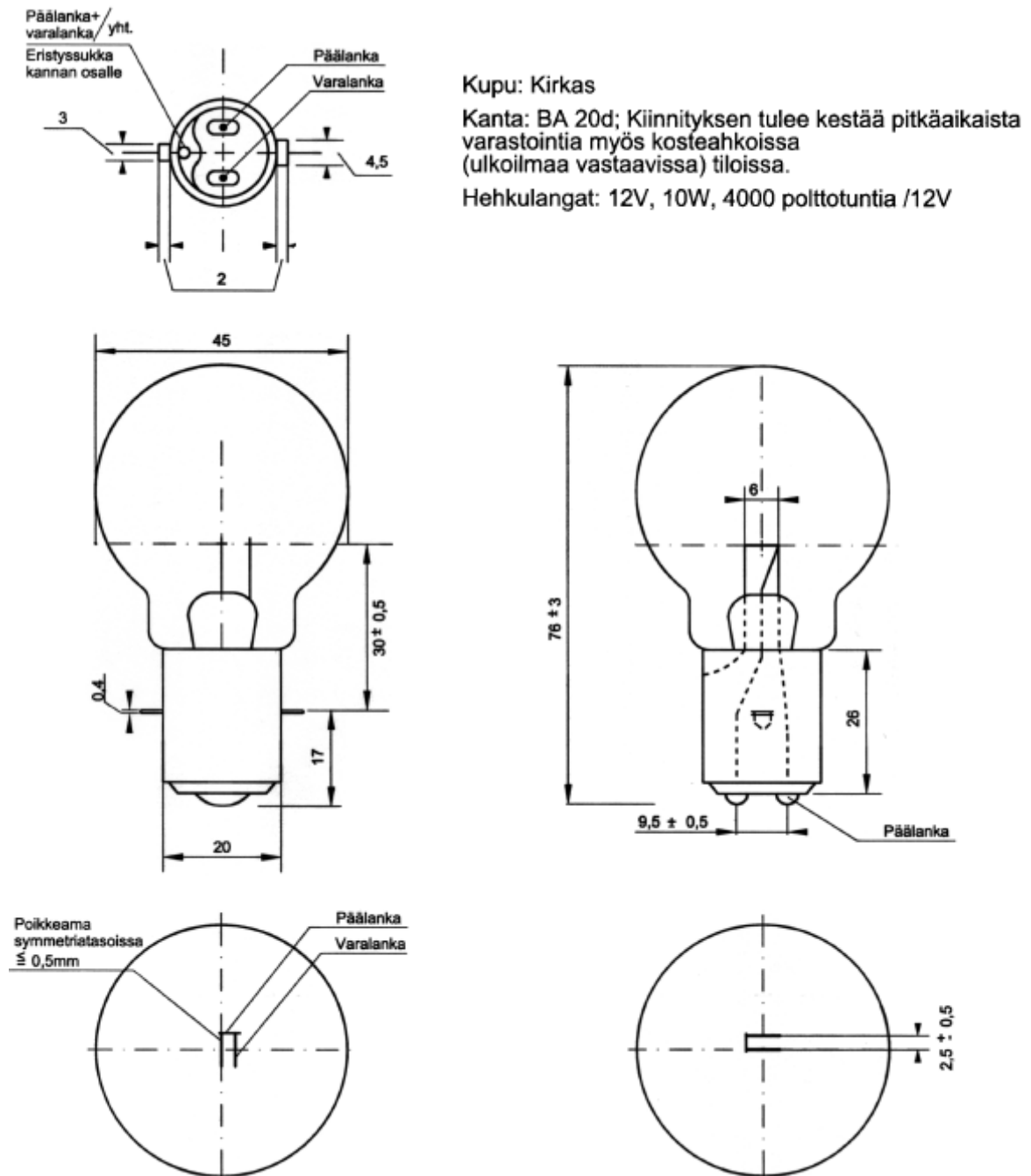
Lukit: 278F, 24V, 25/25W (kuva 28) on yleisin tasoristeyslaitoksien tieopastimissa käytössä oleva lamppu.



Kuva 28. Opastinlamppu, lukit: 278F, 24V, 25/25W.
(rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon_speksit_.pdf. 26.2.2001, 7.)

3.2.8 Opastinlamppu lukit: 278K, 12V 10/10W

Lukit: 278K, 12V 10/10W (kuva 29) opastinlamppuja on käytössä tietokoneastinlaitteiden vaikutusalueilla raideopastimissa. Rataosia joissa on käytössä 12V 10/10W opastinlamppuja: (Riihimäki) – Lahti ja Lielähti – Pori Siemens SIMIS C asetinlaitteilla. Kerava – Hakosilta väli Thales ESTW L90-5 asetinlaitteilla.



- VR tav. nro 104718-2-0

Kuva 29. Opastinlamppu, lukit: 278K, 12V 10/10W.
(rhk_opastinlamput_rautatiekäyttöön_speksit_.pdf. 26.2.2001, 8.)

3.3 Lamppujen valmistus

Opastinlamppuja valmistetaan Suomessa Airam Oy:llä, Helsingissä. Käsi-työnä valmistettavia lamppuja menee rautateiden lisäksi metro - ja laivaliikenteeseen. Airamin Liikennevirastolle toimittamien lamppujen kokonaisuusmäärä on ollut vuosina 2008–2015 n.22000-30000 kpl/vuosi.

Kolme suurimennekkisintä opastinlamppua v.2015 Liikennevirastolle:

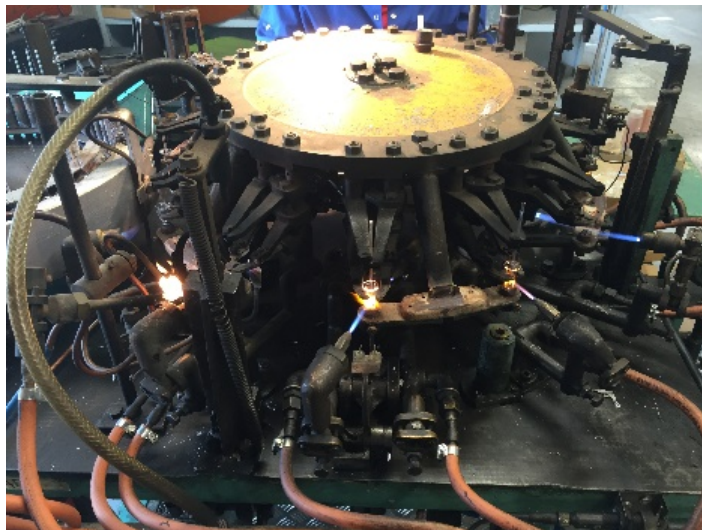
- n.18000 kpl 20/20W/12V
- n.9000 kpl 25W/12V
- n.3000 kpl 10/10W/12V

Opastinlamppujen kokonaisuusmääriä vuosilta 2008–2015 Liikennevirastolle:

- n.30 000 kpl yht. v.2015
- n.22 000 kpl yht. v.2014
- n.24 000 kpl yht. v.2013
- n.23 000 kpl yht. v.2012
- n.27 000 kpl yht. v.2011
- n.21 000 kpl yht. v.2010
- n.28 000 kpl yht. v.2009
- n.28 000 kpl yht. v.2008

(Tiedot, Airam, 2016.)

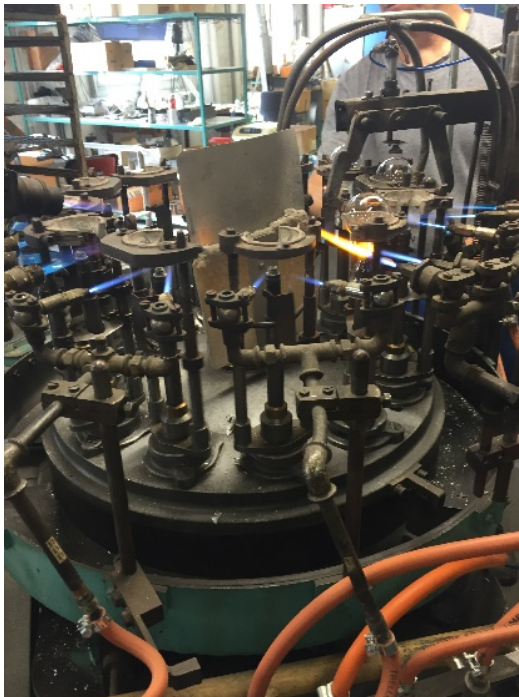
Hekkulampan valmistusprosessin vaiheita:



Kuva 30. Liitetään elektronit lankoineen lasikantaan.



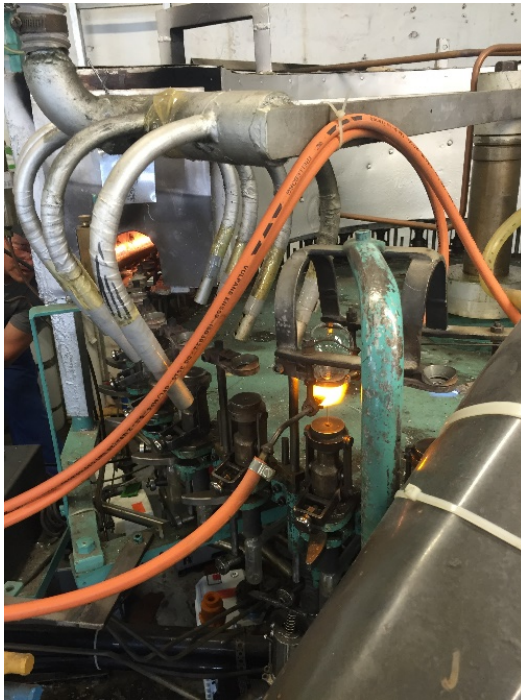
Kuva 31. Piste hitsataan elektrodit lankoineen ja tarkastetaan työn tulos.



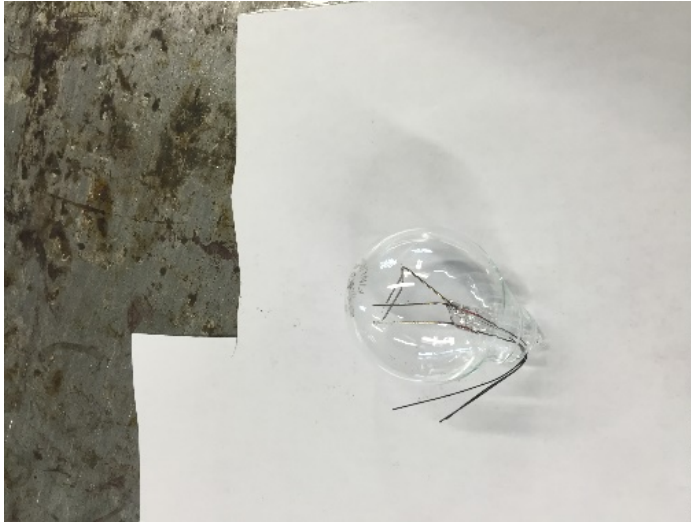
Kuva 32. Kuumennetaan elektrodipaketti kiinni lamppuun.



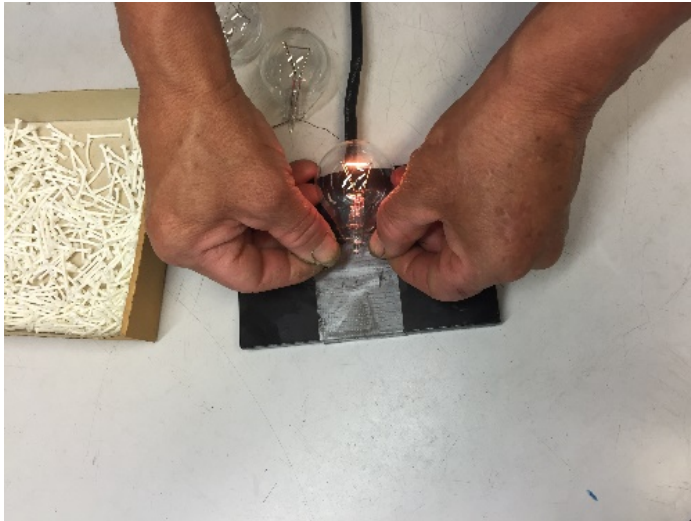
Kuva 33. Lampun kupu, elektrodit ja lasiputki valmiina kaasun täyttöön.



Kuva 34. Lampun sulkeminen tiiviiksi ja Argon-Krypton-seoksen puhallus lampuun.



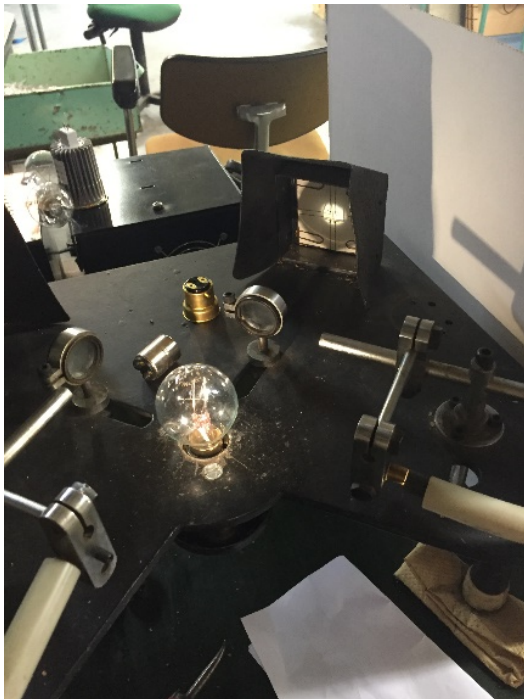
Kuva 35. Tulosta lampun sulkemisen jälkeen.



Kuva 36. Poltetaan fosforin avulla jäljelle jäänyt happi pois kuvusta.



Kuva 37. Lampun kannan liittäminen kitillä ja tarkastukset.



Kuva 38. Lampun toleranssien tarkastukset.



Kuva 39. Lampun tinaus kantaan.



Kuva 40. Tarkastelu lampun tinauksen jälkeen.



Kuva 41. Ylimääräiset tinat hiotaan pois.



Kuva 42. Lamppua testataan ennen paketointia kopauttamalla ja polttamalla.
(Tehdaskäynti, Oy Airam Electric Ab, 28.6.2016.)

3.4 EU direktiivin vaikutus opastinlampuihin

Tuotteiden ekosuunnitteludirektiivin (tunnetaan myös nimillä EuP-, ErP- ja ecodesign-direktiivi; 2009/125/EY) tavoitteena on vähentää tuotteiden ympäristövaikutuksia ja erityisesti parantaa energiatehokkuutta. (Ekosuunnittelu, 2013, Tukes.)

Ekosuunnitteludirektiivi on puitedirektiivi, jonka nojalla annetaan tuoter ryhmäkohtaisia täytäntöönpanotoimenpiteitä. Niissä määritellään tuoter ryhmäkohtaisesti tuotesuunnittelun ympäristövaatimukset. Asetuksia annetaan tuoter ryhmille, joilla on merkittävät ympäristövaikutukset, joita valmistetaan paljon ja joissa on paljon potentiaalia parannukseen. Tällä hetkellä asetuksia on annettu tai valmisteilla yli 30 tuoter yhmälle, kuten televisiot, kodin kylmäsäilytyslaitteet ja lamput sekä sähkömoottorit. (Ekosuunnittelu, 2013, Tukes.)

Miten EU ja direktiivit vaikuttavat opastinlamppujen käyttöön?
Airam Oy on selvittänyt, että opastinhehkulamppujen käyttö voi jatkua edelleen. Jatko-aikaa ovat saaneet: mm. uunilamppu, jääkaappilamppu, opastelamppu (Liite 1).

3.5 Junan kulunvalvonnan kehittyminen ja vaikutus opastinlampuihin

Junankulunvalvonnan kehittyessä (ETCS ERTMS) uudet eurooppalaiset järjestelmät ovat vasta Suomessa kokeiluvaiheessa, mutta edetessään ne tulisivat poistamaan opastimet kokonaan ja siten lamputkin jäisivät pois.

3.5.1 ERTMS/ETCS-taso 1

ERTMS/ETCS-taso 1 on hyvin saman tyyppinen nykyisin käytössä olevan JKV-tekniikan kanssa, joskin toiminnallisuudessa on joitakin eroja. Kyseessä on pistemäinen kulunvalvontajärjestelmä, jossa tiedonsiirto rata- ja veturilaitteiden välillä tapahtuu eurobaliisien kautta. (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 44/2014. Konkretiaa eurooppalaisen junien kulunvalvonnan käyttöönottoon rataverkolla ja vetävässä kalustossa. Liikennevirasto, 18.)
Tällä tasolla ei ole opastimia vähentävää vaikutusta.

3.5.2 ERTMS/ETCS-taso 2

ERTMS/ETCS-tason 2 rakentaminen käytännössä edellyttää asetinlaitteen uusimista, radiosuojastuskeskuksen (RBC, engl. Radio Block Centre) rakentamista, radioverkon rakentamista rautatieturvalaitteiden tiedonsiirron vaatimalle tasolle, kiinteiden baliisien asentamista rataan matkantarkastusta varten sekä kaapelointien asentamista eurobaliiseille. (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 44/2014. Konkretiaa eurooppalaisen junien kulunvalvonnan käyttöönottoon rataverkolla ja vetävässä kalustossa. Liikennevirasto, 30.)

Näkyviä opastimia ei tarvita ERTMS/ETCS-tasolla 2, mutta joitakin opastimia saattaa olla tarpeen jättää parempaa poikkeus- ja häiriötilanteiden hallintaa varten.

(Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 44/2014. Konkretiaa euroopalaisen junien kulunvalvonnan käyttöönottoon rataverkolla ja vetävässä kalustossa. Liikennevirasto, 30.)

Tämä kulunvalvonnan taso toteutuessaan poistaisi opastinlamput lähes kokonaan.

3.6 Testilamppu kokeiluja

Osram-tuotteista testissä on pitkäkestoinen hehkulamppu tyyppi: SIG 1820LL CL 20W 12V BA20D, LL = long life, 8800 tuntia. Pakkauskoko on 10 kpl ja kuvun koko poikkeaa Liikenneviraston aiemmin hyväksymistä.

Osramin opastinhehkulamppuja on lisätty koeluonteisesti seuraaville rataosille: (Turku)-Uusikaupunki Mipron asetinlaitejärjestelmällä, Rantaradalle eli Helsinki – Turku Ganz asetinlaitejärjestelmällä, (Turku) – (Toijala)-rataosalle Siemensin Simis-C asetinlaitejärjestelmällä.

Koekäytössä olevan Osramin opastinhehkulampun kokoverailua käytössä olevaan Airam lamppuun (kuvat 43 ja 44) ja lamppujen kanta vertailua (kuvat 45 ja 46). Lamppujen kannat ovat kummassakin lampussa BA 20d tyyppin mukaiset, eli sopivat samoihin lampunpitimiin.



Kuva 43. Opastinlamput rinnakkain: Airam, isompi ja Osram pienempi.



Kuva 44. Kuvissa näkyvät lampunkannan lukitukseen tarvittavat kielekkeet.



Kuva 45. Opastinlampunkanta Osramilla, tinajuotokset.



Kuva 46. Opastinlampunkanta Airamilla, tinajuotokset ja juotospastaa.

4 ONGELMAN KUVAUS

Ongelman kuvauksessa oli tarkoitus selvittää opastinlamppujen kestävyyttä, vikoja eri kunnossapitoalueilla ja kuvasarjalla esittää lampun vaihto vikatapauksessa. Samalla sivuttiin lampun kannan pitimen ongelmia. Lopuksi pohdittiin ja listattiin opastinhehkulamppujen käytön ongelmia.

4.1 Lamppujen polttoajat

Opastinlamppujen (Airam) nimellinen polttoikä 4000 h on mainittu seuraaville lampputypeille:

- Opastinlamppu lukit: 278C, 12V, 20/20W
- Opastinlamppu lukit: 278D, 30V, 15/15W
- Opastinlamppu lukit: 278E, 12-14V 15/15W
- Opastinlamppu lukit: 278F, 24V, 25/25W
- Opastinlamppu lukit: 278K, 12V 10/10W

Osram opastinlamppuissa keskimääräinen elinikä on 8800h. Keskimääräisellä eliniällä tarkoitetaan, että keskimäärin 50% lamppuista on jäljellä ilmoitetun polttoajan 8800 h jälkeen.

4.2 Vikatapauksia lamppuissa kunnossapitoalueella 2

Lamppuvikoja 2016 vuoden alkupuolella (tammi-helmikuu) oli 46 % kaikista turvalaitevioista koko kp2:n alueella. Kp2:n alueella on käytössä Ganzin, Mipron ja Siemensin järjestelmiä. Kp2:n alueen lamppuvikojen määrä on poikkeuksellisen suuri verrattuna kokonaisvikamassaan, syytä tähän ei ole vielä saatu selville. (Kuusisto Pekka. Työmaamestari, Kunnossapitoalue 2. VR-Track Oy. Sähköposti. 25.7.2016.)

Kunnossapitoalue 2 alue käsittää rataosat:

- (Kirkkonummi) – (Turku)
- (Turku) – Uusikaupunki – Hangonsaari
- (Turku) – (Toijala)
- (Hyvinkää) – (Karjaa)
- (Karjaa) – Hanko
- (Raisio) – Naantali
- Turun ratapiha
- Ihala – Viheriäinen

4.3 Vikatapauksia lamppuissa muilla kunnossapitoalueilla

Pohjois-Suomen turvalaiteisännöitsijän Janne Roivaisen haastattelussa tuli ilmi, että Pohjois-Suomessa on ollut ongelmia Airamin lamppuerien C4 ja C6 kanssa. Lamput jouduttiin vaihtamaan enneaikaisesti huhtitoukokuussa, aiempi lampunvaihto huolto oli ollut n. 6kk aiemmin, normaali vaihtoväli 12kk (perusasento) ja 24kk kaikki lamput). (Roivainen Janne. Turvalaitetekniikan asiantuntija, Pohjois-Suomi. Ramboll Oy. Haastattelu 25.7.2016.)

”Joskus on ollut maitolamppuja ja yhteisen langan hitseissä ongelmia, mutta tarkkoja määriä ei ollut tiedossa” (Korhonen Markku. Turvalaitetekniikan asiantuntija, Itä-Suomi. Ramboll Oy. Haastattelu 26.7.2016.)

Etelä-Suomen työmaamestarin Jarmo Isomaan mukaan Airamin hehkulamput on ollut muutama huono valmistuserä, jolloin ollaan turvauduttu isoon vaihto-operaatioon. Huonot valmistuserät ovat olleet usean kymmenen vuoden ajalla. (Isomaa Jarmo. Työmaamestari, Etelä-Suomen kunnossapitoalue. VR-Track Oy. Haastattelu 25.7.2016.)

4.4 Lampun kannan pitimeen liittyviä ongelmia ja kokeiluja

Bakeliittisessa lampun kannan pitimessä on sattunut lohkeamisia. Lohkeamisen syy liittyy toiseen lampun kannan jousista, joka on jäykempi ja asemoi lampun oikein. Ikääntyessään bakeliitti haurastuu ja ensimmäisenä merkinä tulee hiushalkeama. Bakeliittisen kannan uusintoja on jouduttu suorittamaan n. 20 kpl Pieksämäki – Kuopio-rataosalla. (Korhonen Markku. Turvalaitetekniikan asiantuntija, Itä-Suomi. Ramboll Oy. Haastattelu 26.7.2016.)

Lampunkanta kokeiluja on valkeasta nylonista 3d-tulostimella tehty kokeiluerä. Näissä ongelmaksi saattaisi tulla nylonin kosteutta keräävä ominaisuus. Kosteus voisi aiheuttaa lampun ja kannan hapettumia, jotka taas vaikuttaisivat lampun virtapiiriin valvontaan. Ongelmat ilmenisivät lähinnä tietokonepohjaisissa asetinlaitteissa, joissa virtapohjaisesti valvotaan kaapelin kunto ja hehkulamput lanka. Thales asetinlaitteissa valvotaan virtaa, jota ohjataan lamppuvirta kortilta. Simis-C asetinlaitteilla on siconjännite, jolla valvotaan kaapelin ja lampun kuntoa. Oikosulun tullessa lamppuun opastinkäsite putoaa. (Korhonen Markku. Turvalaitetekniikan asiantuntija, Itä-Suomi. Ramboll Oy. Haastattelu 26.7.2016.)

4.5 Lampun vaihto vikatapauksessa

Osallistuimme viallisen lampun vaihtoon Riihimäki-Lahti välillä. Lampun päälanka oli palanut eli varalanka paloi vielä. Liikenteenohjaajan näkökulmasta junien ohjaaminen onnistui vielä ongelmitta. Lampun vaihto edellytti melkoisen määrän asioita, joiden piti olla kunnossa ennen varsinaista työtä:

- Koulutukset ja -perehdytykset oli oltava käytnä ja voimassa.
- Suojavaatetuksen ja turvavarusteiden oli oltava määräysten mukaiset.
- Ratatyölupalomake piti olla täytettynä/lähetettynä liikenteenohjaajalle.
- Raili puhelin tarvittiin ja ohje kirjautumiseen.
- Lisäksi tarvittavat työkalut ja tietenkin lamput.

Vikapaikalle saavuttuamme otimme yhteyden junaliikenteenohjaajaan, jolta pyydettiin ratatyöyksilöivää tunnusta. Yksilöivällä tunnuksella kirjaututtiin Raili-puhelimeen ja soitettiin takaisin liikenteenohjaajalle. Liikenteenohjaaja arvioi junaliikennetilanteen ja kysyi työhön menevää aikaa. Näiden jälkeen sovittiin aikaväli, jossa työ oli tarkoitus suorittaa. Sopivan aikavälin löydyttyä päästiin kysymään **lupaa ratatyöhön**. Lopuksi liiken-

teenohjaaja suojasi työalueen ohjelmallisesti ajonestoin ja antoi ratatyöluvan työn aloitukseen.



Kuva 47. Pääopastin E116, jossa AJA-opaste ja alapuolella esiopastin EoyE116, jossa ODOTA-AJA-opaste.



Kuva 48. Näkymä opastinsillalta opastimien vinssiin ja liukuihin.



Kuva 49. Opastimien ylös veivaamiseen tarvittava kambi lähikuvassa.



Kuva 50. Kammella veivattiin opastimet ylös.



Kuva 51. Vaihdettiin lamppu opastimen valoyksikköön



Kuva 52. Viallisessa lampussa näkyy mustaa palojälkeä kuvussa.

Kun työ saatiin valmiiksi, otettiin uudestaan yhteys Raili-puhelimella liikenteenohjaajaan käyttäen ratatyönyksilöivää tunnusta. Liikenteenohjaajan kanssa tarkastettiin opastimen toiminta testaamalla opasteet. Työ päätettiin **ilmoittamalla ratatyön päättymisestä**.

4.6 Yhteenvetona opastinhehkulamppujen käytön ongelmia

- Rajattu käyttöikä, Airam 4000h ja Osram 8800h hehkulampana, joka on lyhyempi kuin vaikkapa led-lampana.

- Marginaalinen joukko opastinlamppuvalmistajia lähinnä vain Airam. Osramilta on tullut uutena toimittajana lamppuja koekäyttöön vähäliikenteisille rataosuuksille.
- Lamppujen rajalliset valmistusmäärät ja pienet valmistuserät saattavat aiheuttaa kilpailun puutetta.
- Tuotekehitykseen satsaaminen voi olla valmistajille kannattamatonta pienillä toimitusmäärillä.
- Lamppuja huollettaessa vaihdetaan suuria määriä ehjiä lamppuja uusiin lamppuihin.
- Radanturvalaitteisiin ja junien täsmällisyyteen liittyvät tarkat huolto-ohjelmat, jonka myötä tiukat lampunvaihtovälit ja siten korkeat huoltokustannukset.

5 LED-VALOT

Led-valot ovat kehittyneet voimakkaasti viime vuosina ja niitä on käytössä ja suunnitteilla Suomen rataverkolla. Toimme esille yleisellä tasolla ledien ominaisuuksia. Esittelimme led-käyttöä rautatiemaailmassa. Pohdimme ja listasimme syitä, milloin, mihin ja miksi LED-opastimia olisi hyvä käyttää rataverkolla. Lopuksi kävimme käytännön esimerkkejä led-käytöstä rautateilla.

5.1 LED-valo ja hehkulamppu arkikäytössä

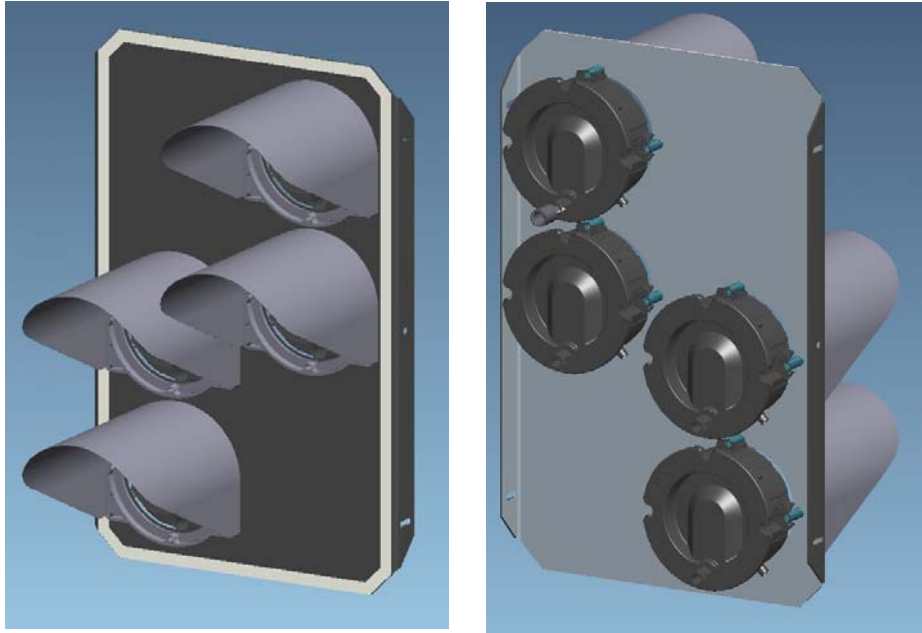
Arkipäivässä kotona, työpaikoilla ja liikenteessä, muualla kuin rautateilla käytetään enenevässä määrin LED-valoja. Kotona saattaa olla LED-valoja joissa värilämpötila on 4000k, joka vastaa päivänvaloa. Hehkulampan värilämpötilana on 2700k, jonka kellertävä valo sopii tunnelman antamiseen. Tuomme esiin muualla kuin rautatiemaailmassa LED-valon ja hehkulampan ominaisuuksia (Taulukko 1).

Valonlähde	Valotehokkuus (lm/w)	Käyttöikä (h)	Värilämpötila (k)	Värintoistokyky (Ra-indeksi 0–100)
Hehkulamppu:	11	1000 – 4000	2700	100
LED	60–150	40000–100000	3000–6500	90

Taulukko 1. Vertailua LED-valo vs. hehkulamppu.

5.2 LED-opastinjärjestelmiä rautateilla

Seuraavassa nähdään LED-tekniikalla toteutetuista opastimista Thalesin (kuva 53) ja Liikenneviraston (kuva 54) mallit.



Kuva 53. Thales Led-esiopastin etu- ja takapuolelta. Käytössä esim. (Lahti) – (Kouvola)-rataosalla. (Ari Karhu Thales PD-FISL__3JA_17546_AAAA_DEAFQ_.doc, 8.)



Kuva 54. Liikenneviraston yhdistelmäopastin, jolla voidaan näyttää pää-, esi- ja raideopastimen opastinkäsitteet.

5.3 LED-vaihtoehtona

Ledien ominaisuuksia arvioidaan seuraavaksi (\pm) tasolla:

Tarkoitus on pohtia, mitkä vaihtoehdot ovat järkeviä ja kustannustehokkaita. Tällä hetkellä LED-opastimet saattavat olla vielä kallis investointi. Samalla kun uusitaan elinkaarensa päähän tulleita turvalaitejärjestelmiä olisi mielekästä varustaa ne uusin LED-opastimin. LED-opastimet ovat tulevaisuutta ja jossain vaiheessa ne todennäköisesti ottavat paikkansa hehkulamppujen korvaajina, ellei kehitetä vielä jotain parempaa teknologiaa.

Pohdittiin ja vertailtiin LED-valoyksiköitä hehkulamppuihin:

Hyviä asioita LED- valoyksiköissä:

- + Parempi valovoima, jolloin näkyvyys junankuljettajille on parempi.
- + Kymmen-/monikymmenkertainen kestävyys, jolloin säästyttäisiin vuosittaisista lampunvaihtoista.
- + Voimakkaammat valotehot vastaavilla tehoilla kuin hehkulamppuissa.
- + On erittäin todennäköistä, että LED-tekniikan tuotekehitykseen panostetaan voimakkaasti jatkossakin valmistajien toimesta.
- + Oletettavasti LED-vaihtoehdot lisääntyvät tulevaisuudessa, jolloin kilpailun kiristyessä hinnat saattaisivat kääntyä laskuun.
- + Alhainen kuumentuminen (joka voi olla myös negatiivinen asia esim. talvella opastimessa, koska linssin lumi ei sula).
- + Kokonaisuutena LED-opastimet tulevat todennäköisesti halvemmaksi pitkällä aikavälillä, kun huomioidaan huollossa vaihdettavat isot vuosittaiset hehkulamppuerät.
- + Led tekniikka sopii parhaiten uusiin turvalaitejärjestelmiin, missä rataosan koko turvalaitejärjestelmä on tullut elinkaarensa päähän ja uusitaan.

Ongelmakohtia LED-opastimissa:

- LED-yksiköiden hinnat ovat useimmilla valmistajilla korkeat, joten valmiiden järjestelmien korvaaminen tuo kalliita lisäkustannuksia.
- Vaikka lamppujen vaihto jäisi pois niin opastinrakenteet vaativat huoltoa kuitenkin, joten lisäsäästö työn osalta ei ehkä olisi kuitenkaan suuri.
- Talvella LED-opastimien linssit tukkeutuvat helpommin lumesta, joka tietää lisäkustannuksia viankorjaukseen. Hehkulamppulla olevan valoyksikön kuumuus pitää linssin lämpöisenä ja sulattaa lumen.
- Ylivoimaisesti suurin osa turvalaitejärjestelmiä on toteutettu opastinhehkulamppuilla ja jälkeenpäin on kallista uusia vain tätä osaa turvalaitejärjestelmästä.

5.4 LED-käytännön kokemuksia

EMC

Italialaisen valmistajan Liikenneviraston tyyppihyväksytyjä EMC-merkkisiä LED-yksiköitä on koekäytössä 40 kpl: mm. Kempeleellä, Pieksämäki – Kuopio-rataosalla, Kymissä, Pieksämäki – Kuopio-rataosalla ja Haapakoski – Markkala-rataosalla. LED-yksiköt voidaan asentaa suoraan

vanhaan opastimeen ja vikoja yksiköissä ei ole ilmennyt. (Pohjois-Suomen turvalaitetekniikan asiantuntija Janne Roivainen, 25.7.2016, Ramboll Oy.)

Thales

Uudessa Thales turvalaitejärjestelmässä LED-yksiköitä jouduttiin vaihtamaan 50 kpl Lahti – Kouvola-rataosalla, näissä vikoina oli pimeitä ledejä. Uuden version LED-yksiköiden vaihdon jälkeen toiminta on ollut normaalia. (Itä-Suomen turvalaitetekniikan asiantuntija Markku Korhonen, 26.7.2016, Ramboll Oy.)

SABIK, Itä-Suomessa

SABIK LED-yksiköitä on käytössä Siilinjärvi – Iisalmi-rataosalla. Uusissa yksiköissä on ollut maadoitus puutteita, josta johtuen 30 kpl on hajonnut ukkosella. Yksikköjen maadoitukset on sittemmin korjattu. Opastimien kaapit ovat omassa maapotentiaalissaan, joten tätä kautta saattaa tulla vielä ongelmia. (Itä-Suomen turvalaitetekniikan asiantuntija Markku Korhonen, 26.7.2016, Ramboll Oy.)

SABIK, Etelä-Suomessa

SABIK LED-yksiköitä on käytössä Ilmalan-ratapihalla, kehäradalla ja Virkkalassa. Kehärata on niin uusi, että siitä ei ole vielä kokemuksia. Ilmalan-ratapihalla ukkonen on aiheuttanut vikoja ja lisäksi on esiintynyt joitakin elektroniikkakorttien liitosongelmia. (KP1-alueen, työmaamestari Jarmo Isomaa, 25.7.2016, VR-Track Oy.)

LED- ja opastinhehkulamppujen hinnat ovat suuruusluokaltaan seuraavia: opastinhehkulamppu n. kymmenen euron molemmin puolin ja LED-yksiköissä n. tuhannen euron molemmin puolin eli suhde on n. 1:100. Toki täytyy muistaa, että hehkulamppu vaatii vielä opastimen valoyksikön, joka on huomattavasti hehkulamppua kalliimpi.

6 POHDINTAA ONGELMAN RATKAISUKSI

Pohdintaa ongelman ratkaisuksi luvussa toimme esille testauksen nykytilan. Testauksen nykytilaa pohdittiin ja luettelointiin jo käytössä olevia testejä.

6.1 Opastinlamppujen laadun kehittäminen ja testauslaitteisto

Liikennevirastossa käydyissä keskusteluissa tuli tarve saada opastinlamppujen sähköisten ominaisuuksien laatua vietyä eteenpäin. Näin työn tilaajan toimesta tuli tarve kehittää lamppujen testausta, josta muodostui idea opastinhehkulamppujen testauslaitteistolle.

6.2 Olemassa olevat testit

Pohdimme seuraavassa mitä keinoja meillä on olemassa testaukseen nykyisin. On olemassa valmistajan eli Airamin testit mukaan lukien ”vaanottotesti”.

Valmistaja varmistaa laitteillaan, mittauksillaan ja tarkastuksillaan:

- Elektrodien ja langan pistehitsin tarkastus ”suurenuslaitteen” läpi.
- ”Polttotesti” on testi, jolla varmistetaan, ettei lampun sisälle jää ylimääräistä happea ja näin ollen lanka ei pala ennenaikaisesti.
- Kannan asemoinnin tarkastus kameroita ja monitoreita käyttämällä.
- Elektrodien ja lankojen toleranssit tarkastetaan valaisemalla lampun kupu ja vertaamalla varjokuvia taustan mittakuvaan.
- Kopautus lamppuun ja lyhyt polttotesti tehdään ennen paketoitua.

Lamppuerän vastaanoton yhteydessä testataan valmistajan laitteilla:

- ”Vastaanottotestissä” tarkastetaan lamppuerästä lampun toleranssit satunnaisotannalla. Elektrodien ja lankojen toleranssit tarkastetaan valaisemalla lampun kupu ja vertaamalla varjokuvia taustan mittakuvaan.

Kunnossapitäjä:

- Kunnossapitäjällä ei ole testejä, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta.
- Reklamointi lampun ennenaikaisesta rikkoutumisesta kuuluu kunnossapitäjälle.

7 TARVEMÄÄRITYS

Ensin työ rajattiin hallitun kokoiseksi, josta pääsimme määrittämään työn tarpeen ja kriteerit. Tarvemäärityksessä kerrottiin lyhyesti, miksi laitetta tarvitaan ja mitkä kriteerit määrittävät projektin onnistumisen.

7.1 Työn rajaaminen

Käymämme tehdaskäynti osoitti, että valmistajan olemassa olevat laitteet ja menetelmät ovat tehokkaasti käytössä. Kun lamppujen laadulliselle parantamiselle oli vikatapausten myötä olemassa tarve, niin Liikenneviraston toimesta päädyttiin testauslaitteiston kehittämiseen. Työ rajattiin keskittymällä tarvemääritykseen, testausprosessin suunnitteluun ja laitteiston vaatimusmäärittelyyn.

7.2 Tarvemääritys testauslaitteistolle

Opastinhehkulamppujen testauslaitteisto tulee palvelemaan ensisijaisesti junalla matkustavia asiakkaita sujuvamman junaliikenteen muodossa, joka on Liikenneviraston tahtotila. Kaikkien osapuolten Liikenneviraston, valmistajien, kunnossapitäjien ja matkustajien edun mukaista on saada opastinlamppujen laatua paremmaksi.

Näin ollen tilaajan tarpeeksi määriteltiin junaliikenteen sujuvuuden parantaminen. Kunnossapitäjän tarpeeksi määriteltiin vikamäärien lasku ja juna myöhästymisien pienentäminen.

- Projekti on onnistunut, mikäli opastimiin asennettujen lamppujen vikatapaukset lähtevät laskuun.

- Keskeisinä arviointikriteereinä voidaan pitää eri kunnossapitoalueilta saatavia opastinhehkulamppu vikatilastoja.

8 TESTAUSPROSESSIN SUUNNITTELU

Testausprosessin suunnittelussa lähdettiin kohdittain valitsemaan testeihin perustekijöitä, joista rakentui testejä. Testien rakenteet luettelointiin, annettiin kriteerit ja kommentit. Dokumentointia pohdittiin, luettelointiin tarvittavia asioita ja lopuksi tehtiin liitteeksi testausraportti.

8.1 Kehitettävän testitavan valinta

Testauksen suunnittelun lähtötilanteessa mietittiin mihin kysymyksiin meidän pitää saada vastauksia, jotta testausprosessi olisi mahdollisimman täydellinen.

- Mitä testejä suoritetaan?
- Mitä mittauksia suoritetaan?
- Milloin testit suoritetaan?
- Miten testaus järjestetään?
- Millaisia lopputuloksia odotetaan?
- Testauksen lopettamiskriteerit?

8.1.1 Mitä testejä suoritetaan?

Pohdittiin ja valikoitiin oleelliset asiat testeihin.

- Lampun sammutus ja sytytys
- Lämpötilan vaihtelut
- Tärinälle altistuminen
- Ilmankosteudelle altistuminen
- Edellisten yhdistelmät

8.1.2 Mitä mittauksia suoritetaan?

Johdettiin testeistä tarvittavien suureiden mittaukset.

- Jännite
- Virta
- Vastus
- Lämpötila
- Kosteus
- Aika
- Tärinä

8.1.3 Milloin testit suoritetaan?

Mietittiin testien suoritusajankohtaa. Testeillä valvottaisiin lamppujen valmistuksen laatua ja varsinkin mikäli olisi syytä epäillä huonoa lampunpuerää. Testi olisi erittäin tarpeellinen, mikäli lamppuvalmistaja vaihtuisi toiseen. Oletetaan, että täytyisi olla olemassa jonkinlainen puskurivarasto

opastinlamppuja, koska muuten viallisen lamppuerän havaitsemiseen reagointi olisi mahdotonta tai ainakin jälkikäteen myöhäistä. Optimi tai minimi olisi n. puolentoista vuoden kulutusta vastaava lamppumäärä, jos oletetaan viallisen erän löytyvän vuoden testin jälkeen. Viallinen erä palautettaisiin valmistajalle ja valmistaja aloittaisi uudelleen valmistuksen.

8.1.4 Miten testaus järjestetään?

Pohdittiin testauksen järjestämisen edellytyksiä.

- Tarvitaan testaukseen sopiva tila
- Testauslaitteisto
- Testaushenkilöstö
- Varataan riittävästi aikaa
- Lamppuja riittävästi testiä varten
- Dokumentointi on järjestetty
- Raportointi on sovittu

8.1.5 Millaisia lopputuloksia odotetaan?

Lopputuloksena odotusarvo olisi varmasti se, että lamput kestävät vähintään sen mitä valmistaja on niiden luvannut kestävän. Arvoina tämä tarkoittaa valmistajan ilmoittamaa lampun polttoaikaa.

8.1.6 Testauksen lopettamiskriteerit?

Testauksen lopettamiskriteeriksi sopisi opastinlamppuissa ilmoitettu keskimääräinen elinikä. Keskimääräinen elinikä tarkoittaa, että 50 % lamppuista on jäljellä ilmoitetun lampun ”poltto” tuntimäärän jälkeen. Esim. Osram käyttää keskimääräistä lampun elinikää.

8.2 Eräkohtainen otanta

Koska kaikkia lamppuja ei pystyttäisi testaamaan etukäteen, olisi ”eräkohtainen otanta” testipolttoon järkevää. Eräkohtaisella otannalla tarkoitetaan, että valikoidaan lamppuerästä sattumanvaraisesti jokin etukäteen sovittu määrä lamppuja. Valikoidun lamppumäärän olisi oltava realistinen, jotta testauspoltosta ei muodostu kohtuuttoman raskasta. Eräkohtaiseen testipolttoon olisi järjestettävä riittävän pitkä aika, jonka jälkeen katsotaan paljonko ehjiä lamppuja jää jäljelle.

8.3 Lampputestit

Pohdittiin lampputestien järjestämistä. Miten toteutettuna olisi optimaalinen, jotta saadaan seulottua massata huonoja yksilöitä? Esim. lamppuerälle olisi useita samanaikaisia erityyppisiä testejä jolloin lamppua kuormitettaisiin mahdollisimman monipuolisesti radan olosuhteita mukaillen. Tästä johdettiin ja päästiin suunnittelemaan erityyppisiä lampputestejä, jotka olisivat pohjana testauksille.

8.3.1 Lampputesti 1

Tässä testissä oletuksena oli, että testattaisiin opastimen lamppua optimi olosuhteissa.

- ”Päiväjännite” on 16h päällä (esim. 12VAC) ja ”yö jännite” on päällä 8h (2/3 ”päiväjännitteestä”).
- Sytytetään ”opastinkäsite” päälle/pois 1-5min välein.
- Testiaika on vuosi tai kriteerien täyttyminen.
- Kriteerit: Testin keskeytys, kun puolet lamppuista on palanut.
- Kommentit: ”Tässä testissä valmistajan polttoaika lupauksia ei ainaakaan yritettäisi romuttaa”.

8.3.2 Lampputesti 2

Toinen testi edusti hieman rankempaa lampputestiä, jossa oletuksena oli ”tiheäliikenteinen-rataosa”.

- ”Päiväjännite” on 18h päällä (esim. 12VAC) ja ”yö jännite” on päällä 6h (2/3 ”päiväjännitteestä”).
- Sytytetään ”opastinkäsite” pois ja päälle päälle/pois 10s. välein.
- Testiaika on vuosi tai kriteerien täyttyminen.
- Kriteerit: Testin keskeytys, kun puolet lamppuista on palanut.

8.3.3 Lampputesti 3

Kolmannessa testissä otetaan ”lampusta mittaa”. Yritetään matkia ”ruuhka-ajan junaliikennettä” ja tuodaan samalla mukaan ”vuodenaikojen sää vaihteluita ja junien aiheuttamaa tärinää”.

- ”Päiväjännite” on päällä 20h (esim. 12VAC) ja ”yö jännite” on päällä 4h (2/3 ”päiväjännitteestä”).
 - Sytytetään ”opastinkäsite” ”pois/päälle” 5s. välein.
 - Tärinää annetaan 5min välein (”ohittava juna”).
 - Lämpötila vaihteluita annetaan -10 – (+60) - C° (”talvi-kesäkausi”).
 - Kosteutta annetaan 20 – 90%, (”talvi-kesäkausi”).
 - Testiaika on vuosi tai kriteerien täyttyminen.
 - Kriteerit: Testin keskeytys, kun puolet lamppuista on palanut.
- Kommentit: Kolmas lampputesti edustaa testauksen ääripäätä jolla yritetään seuloa ongelmalliset yksilöt massasta.

8.3.4 Lampputesti 4...20

Testissä 4...20 voidaan manuaalisesti säätää testien arvot ja tallentaa asetukset muistiin. Mikäli testiin saadaan vaikkapa uuden valmistajan lamppu voidaan sitä testata sopivilla asetuksilla.

8.4 Testattavat lamppuerät

Pohdittiin mikä lamppumäärä eräkohtaisella otannalla olisi testipolttoon järkevää ottaa, jotta testaus ei muodostu kohtuuttoman raskaaksi.

Mikäli oletetaan otettavaksi satunnaisotannalla 1000 kpl erästä 20 kpl lamppuja testiin, niin päästään 2 % otantaan. Pohdittiin, että voidaan-ko kahden prosentin otantaa käyttää oletuksena.

Kolme suurimennekkisintä opastinlamppua v.2015 Liikennevirastolle olivat:

- a) 20/20W/12V n.18000 kpl
- b) 25W/12V n.9000 kpl
- c) 10/10W/12V n.3000 kpl

Lähtökohtaisesti a) ja b) kohtien lampputyypit ovat pääopastimien lukumääriltään kattavimmat ja tärkeimmät lamput joihin keskitytään. Kohdan c) lamppuja on toki myös tarkoitus testata, mutta näitä menee vuositasolla vähemmän tietokoneasetinlaiteiden raideopastimissa.

Mikäli 1000 kpl testierästä otetaan 20 kpl lamppuja testiin se tarkoittaa 2 % otantaa. Kun 20/20W/12V lamppuja on toimitettu Liikennevirastolle v.2015 n.18000 kpl ja 25W/12V lamppuja on toimitettu n.9000 kpl. olisivat näytemäärät 2 % otannan mukaan laskettuna:

- a) $n.18000 \text{ kpl} \times 2 \% = n. 360 \text{ kpl (20/20W/12V)}$
- b) $n.9000 \text{ kpl} \times 2 \% = n. 180 \text{ kpl (25W/12V)}$

Mikäli oletetaan testilaitteiston kykenevän yhtä aikaa testaamaan 2 x 20 kpl lamppuja olisivat testimäärät suhteutettuna vuosittaisiin toimitusmääriin:

- a) $20 \text{ kpl} / n.18000 \text{ kpl} \times 100 \% = n.0,11 \% (20/20W/12V)$
- b) $20 \text{ kpl} / n.9000 \text{ kpl} \times 100 \% = n.0,22 \% (25W/12V)$

Jos testilaitteisto on varustettuna kahdella kantatyyppillä 2 x 20 kantaa. Tarvitaan peräkkäisiä testejä peräti 18 kpl 20/20W/12V lampputyypillä 2 % otannalla. 25W/12V lampputyypillä tarvittaisiin 9 peräkkäistä testiä, mikäli koko vuoden toimitusmäärästä kaksi tärkeintä lamppua saadaan testattua 2 % otannalla.

Lamppujen kokonaisvuosikulutukseen verrattuna testauslaitteen testauspaikkojen määrät vaikuttavat riittämättömiltä, mutta onko tarvetta testata kaikkia lamppueriä? Toisaalta testauslaitteiston fyysinen koko kasvaa melkoisiin mittoihin, mikäli halutaan vuosikulutusta vastaava määrä lamppupaikkoja 2 % otoksella.

Yksi vaihtoehto olisi, että rankennettujen testien kautta saataisiin testiäikää lyhennettyä ja siten useampia peräkkäisiä testierä. Paras ja tilaa vievin ratkaisu on eittämättä se, jolla saadaan ”kertalaakista” lamput testattua. ”Kertalaaki” tässä yhteydessä tarkoittaa $360 + 180 \text{ kpl} = 520 \text{ kpl}$ lamppuja samaan aikaan testissä vähintään vuoden testijakson verran.

Pohdinnan ja laskentojen tulokset:

- Testauslaitteen kantojen kokonaismääränä päätettiin pitää 40 kpl

- Testauslaitteen määrittelyyn päätettiin lisätä ”optio” kohta, jossa testauslaitteisto pystytään tarvittaessa laajentamaan ”tuotantoversioiseksi” testauslaitteistoksi. ”Tuotantoversioiseksi” laitteisto laajentaa lamppupiirien kokonaismäärät 360 kpl (BA 20d) ja 180 kpl (B 22 d). Testilaitteiston ohjelmistossa olisi valmiudet yhteensä 600 kpl lamppuvirtapiiriin toimintojen käsittelyyn.

Koska ”tuotantoversioinen” testauslaitteisto on massiivinen ja tilaa vievä, niin ”perustestilaitteisto” olisi hyvä lähtökohta saada testauskokemusta kartutettua. Testauskokemusten pohjalta voitaisiin tehdä päätös option käytöstä.

8.5 Testauksen raportointi

Testausraporttiin tulisi dokumentoida kaikki löytyneet virheet ja poikkeamat. Virheet ja poikkeamat tulisi mahdollisuuksien mukaan analysoida ja purkaa auki jatkotoimenpiteitä sekä raportointia varten. Virheen/poikkeaman kuvaus, vakavuus ja milloin löydettiin.

Testaus dokumenttista pitää löytyä seuraavat asiat:

- lamppujen testaamiseen käytetty testiohjelma
- rikkoutuneiden lamppujen lukumäärä
- testattujen lamppujen kokonaislukumäärä
- mitä lampuista on rikkoutunut esim. lanka tai kupu
- valokuvat vaurioituneista lampuista
- testatun lamppuerän tunnus
- testauksen lamppukohtainen aika
- muuta huomioitavaa testauksessa

Lampputestejä varten laadimme raportin, joka toimii palautteena testaaja, tilaaja ja toimittaja sektorilla (Liite 2.). Raportti toimii asiakirjana laitteiston hankintaa varten.

9 LAITTEISTON VAATIMUSMÄÄRITTELY

Laitteiston käyttötarkoituksen määrittelystä päästiin testilaitteen yleiskuvaukseen ja testilaitteen toiminnot luetteloitiin. Testauslaitteiston teknisiä vaatimuksia listattiin ja joista tehtiin liitteeksi dokumentti. Laadimme käyttötapauskaavion eri toimijoiden välisiä tehtäviä selventämään. Testauslaitteiston toiminnallisista vaatimuksista laadimme kaavion, samoin ohjelman teknisistä - ja toiminnallisista vaatimuksista oman liitteensä.

9.1 Testilaitteiston käyttötarkoitus

Opastinhehkulamppujen testauslaitteiston ensisijainen käyttötarkoitus on testata lamppujen sähköinen kestävyys ajan suhteen. Testauslaitteisto pys-

tyy testaamaan kaikki rataverkolla käytössä olevat opastinhehkulamppu-tyypit mahdollisimman lähellä samoja olosuhteita kuin radallakin. Testilaitteiston kautta saadaan lamppujen vikatapauksista tietoa, jota välitetään tilaajan ja valmistajan yhteyshenkilöille. Tärkeä pointti on lamppujen laadun parantaminen, joka kiteyttää laitteiston idean.

9.2 Testilaitteen yleiskuvaus

Laitteella testataan kahdella eri lamppukannalla varustettuja opastinhehkulamppuja. Laitteella on mahdollista testata kaikkia Suomessa rautateillä käytössä olevia opastinhehkulamppuja. Erillisellä ohjelmistolla voidaan valita testipoltto-ohjelmia, joita tässä työssä on kuvattuna kolme erilaista. Lisäksi erilaisilla asetuksilla olevia testipoltto-ohjelmia on mahdollista tallentaa muistiin. Mitta-arvot tallentuvat tietokoneen muistiin ja niitä saadaan luettua jälkepäin ajan funktiona. Laite mittaa jännitteen ja virran poikkeamat sekä tarvittaessa katkaisee sähkönsyötön kyseiselle vialliseksi havaitsemalleen yksittäiselle lamppupiirille. Muut ehjät lamppupiirit jatkavat toimintaa kunnes 50% lamppupiireistä on sähköttömiä eli oletettuja rikkonaisia lamppuja on puolet testatuista lampuista. Ohjelmaan voidaan muuttaa lopetuskriteeriksi asetettua 50% rajaa rikkoutuneille lampulle. Ohjelmaan saadaan muutettua olemassa olevien testiohjelmien parametreja ja tallennettua niitä uudelleen nimettyinä muistiin. Testattavien lamppujen kokonaismäärä on per kanta 20 kpl eli yhteismäärä on 40 kpl kahdella eri kannalla. Lamppu kantojen tyypit ovat BA 20d ja B 22 d. Laite on laajennettavissa, siten että lampunkantojen kokonaislukumäärät ovat 360 kpl (BA 20d) ja 180 kpl (B 22 d).

9.3 Testauslaitteiston toiminnot

Pohdittiin mitä toimintoja tarvitaan ja luetteloiitiin ne:

- Testipoltto ohjelmat, niiden asetusten muutos ja uudelleen tallennus
- Lampun sammutus/sytytys vaihdot, mittaus kpl ja tallennus
- Jännitteen syöttö, mittaus ja tallennus
- Sähkövirran syöttö, mittaus ja tallennus
- Lämpötilan tuotto, säätö, mittaus ja tallennus
- Tärinän tuotto, mittaus ja tallennus
- Kosteuden ilman tuotto, mittaus ja tallennus
- Lampun lankojen vastusarvojen mittaus ja tallennus
- Mittaustapahtuman kokonaisajan näyttäminen
- Lamppupiirikohtaisen testiajan näyttäminen ja tallentaminen muiden mitta-arvojen funktiona

9.4 Testauslaitteiston tekniset vaatimukset

Pohdittiin ja kirjoitettiin luetteloksi ne vaatimukset, joita tarvitaan testilaitteiston toteuttamiseen:

- Tarvittavat vaihtojännitteet: 10–12, 24, 55VAC per lamppupiiri.

- Tarvittava vaihtovirta-alue: 0..5A, AC per lamppupiiri.
- Mitattava vastusalue: 0..∞ Ω per lamppupiiri.
- Tuotettava lämpötila-alue: - 40 – (+80) C° testattaville lamppuille.
- Tuotettava suhteellinen kosteusalue: 0 – 100 % testattaville lamppuille.
- Näytettävä nykyinen (kuluva) aika: (pp.kk.vvvv ja hh:mm:ss).
- Näytettävä lamppupiirikohtainen ajanotto testin aloituksesta lopetukseen: (pp.kk.vvvv ja hh:mm:ss).
- Tarvittavat lampunkanta tyypit: B 22D ja BA 20d.
- Mittaustulosten tallennus ajan funktiona.
- Tarvittava lampunkantojen määrä: B 22D, 20 kpl ja BA 20d, 20 kpl
- Tarvittava tärinän tuotto: Laite joka kohdistaa tärinän lamppuihin.
- Tarvittava kuuma ilma, joka kohdistuu lamppuihin: Lämpövastukset ja puhaltimet.
- Tarvittava kylmän ilman tuotto, joka kohdistuu lamppuihin: Kompressori ja puhaltimet.
- Tarvitaan lamput päälle/pois asentojen vaihtaja: Esim. ohjaava logiikka ja rele yhdistelmä.
- Lamppuvirtapiirikohtainen jännite mittausta: Jännitemittari.
- Lamppuvirtapiirikohtainen virtamittaus: Virtamittari.
- Lamppuvirtapiirikohtainen vastusmittaus: Vastusmittari.
- Opastinlampun automaattinen langan vaihto langan palaessa poikki: Ohjelmoitava logiikka.
- Automaattinen testin pysäytys, kun puolet lamppuista on rikkoutunut: Ohjelmoitava logiikka.
- Automaattinen vikaantumisen havainnointi ja tiedon tallennus: lamppu paikka, aika, polttoaika ja sähköiset arvot.
- Tietokonepohjainen liitäntä tallennusta ja analysointia varten on olemassa.
- Testauslaitteiston virransyöttö on varmennettava riittävällä UPS-laitteistolla. Riittäväksi katsotaan vähintään neljän tunnin UPS varmennettu katkeamaton sähkönsyöttö.
- Testauslaitteiston toimitus sisältää laajennettavuus option, jolla testauslaitteistoon on lisättävissä 360 kappaleeseen BA 20d-kannalla ja 180 kappaleeseen B 22 d-kannalla olevia lamppuvirtapiirejä. Lisätyt lamppuvirtapiirit on voitava integroida jo olemassa olevaan opastinhehkulamppujen testauslaitteistoon. Option tarkoittamat lisätyt lamppuvirtapiirit sisältävät kaikilta osin esim. testauksien, ohjauksien, mittausten, sisään lukujen osalta vastaavat toiminnot kuin alkuperäisen testauslaitteiston lamppupiiritkin. Toisin sanoen optiolla on mahdollista ostaa testauslaitteiston toimittajalta lamppupiirien laajennettavuus yhteensä 540 kappaleeseen lamppupiirejä, joilla voidaan tehdä täysimääräiset lampputestit.
- Testilaitteiston ohjelmistossa olisi valmiudet yhteensä 600 kappaleeseen lamppupiirien toimintojen sisään lukuja ja ohjauksia.

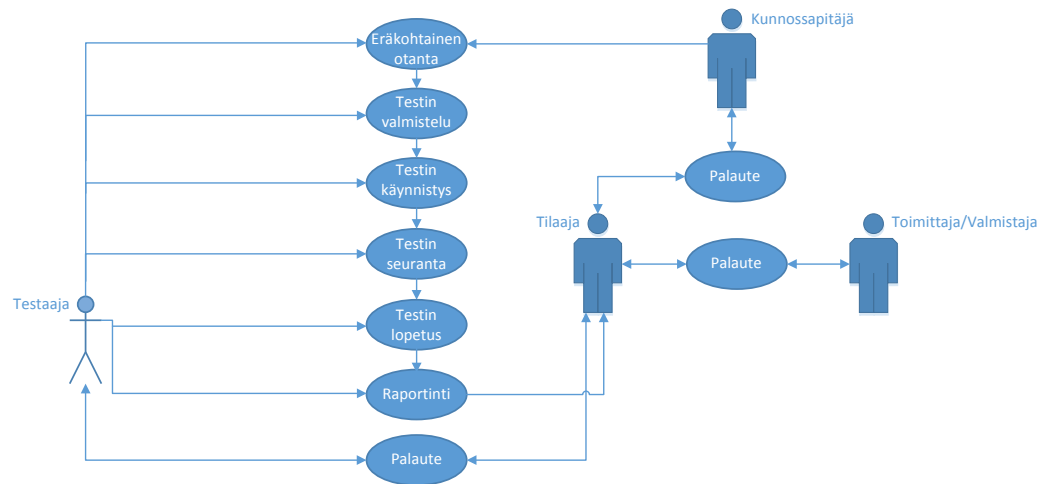
Testauslaitteiston teknisiä vaatimuksia varten laadimme taulukon (LIITE 3.) joka toimii asiakirjana laitteiston hankintaa varten.

Testilaitteistolla mitattavista suureista teimme luettelon:

- Vaihtojännite, (U/V =Voltti)
- Vaihtovirta, (I/A =Ampeeri)
- Vastus, (R/Ω =Ohmi)
- Lämpötila, (T/C° =Celsius)
- Suhteellinen kosteus, ($\%$ =Prosentti)
- Aika, (t/pp.kk.vvvv ja hh:mm:ss)
- Tärinä (z,y,x, mm/s)
- Lampun sammutus/sytytys vaihdot, on/off (kpl=lukumäärä)

9.5 Käyttötapauskaavio

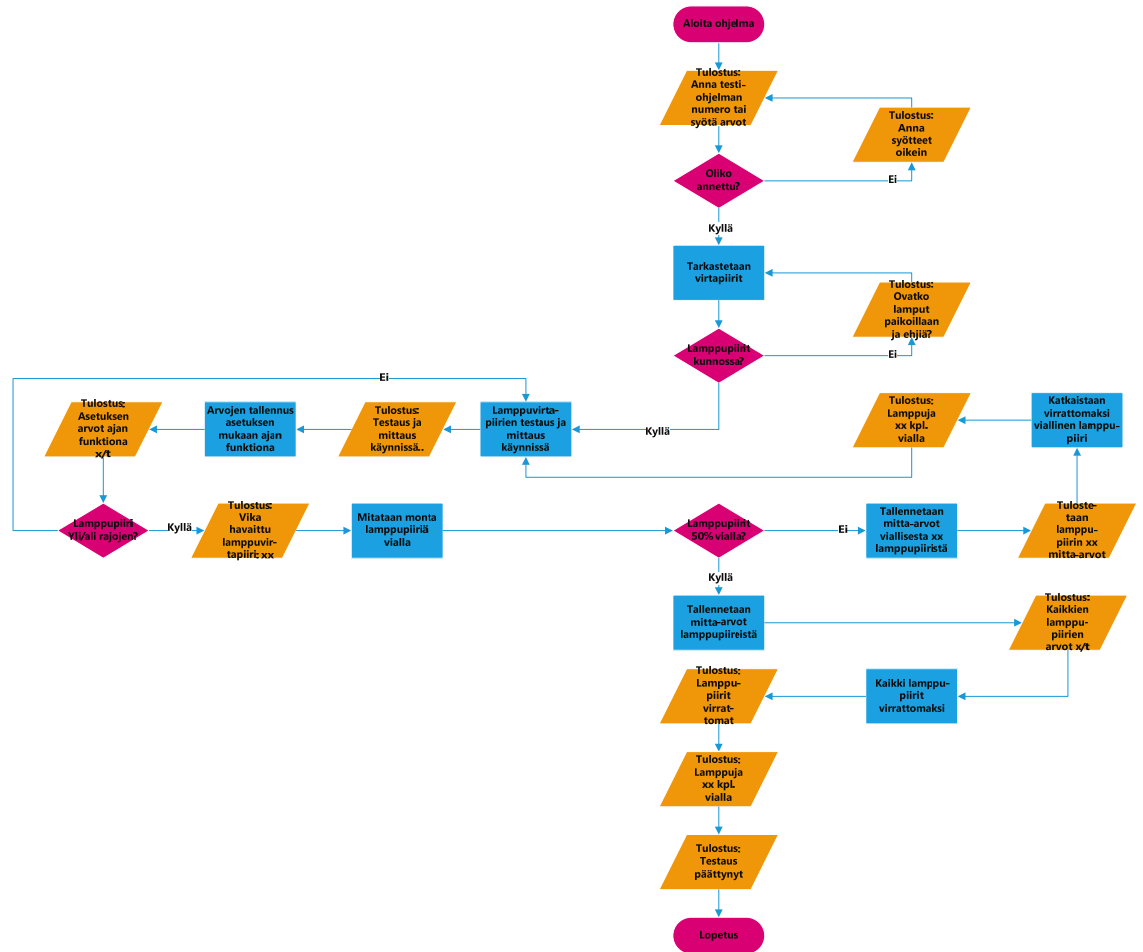
Käyttötapauskaaviossa pohdimme ja toimme esille toimenpiteitä ja tiedonkulkua eri toimijoiden välillä. Tiedonkulku korostuu, kun havaitaan poikkeama testissä, joka raportoidaan eri toimijoille (kaavio 1.).



Kaavio 1. Käyttötapauskaavio

9.6 Testauslaitteiston toiminnalliset vaatimukset

Pohdimme toiminnallisia vaatimuksia ja laadimme toimintakaavion (Kaavio 2.) joka toimii asiakirjana laitteiston hankintaa varten.



Kaavio 2. Toimintakaavio

9.7 Testauslaitteiston ohjelman tekniset ja toiminnalliset vaatimukset

Pohdittiin ja luetteloihin ohjelman teknisiä vaatimuksia, joita pitää olla olemassa, jotta saadaan yhteensopiva ja käyttäjäystävällinen kokemus.

- Testilaitteistoa ohjaavan ohjelmiston pitää ensisijaisesti olla Windows 10, 8 ja 7 yhteensopiva, jotta se on myös eri toimijoiden järjestelmissä yhteensopiva. Mikäli ohjelmistoa ei pätevistä syistä esim. vikasietoisuus ole järkevää toteuttaa Windows pohjaisena pitää ohjelmasta saatavien tietojen olla muunnettavissa helposti Windows pohjaisiin ohjelmiin Esim. Microsoft Excel -laskentataulukko.
- Ohjelma ohjaa testilaitteistoa testiohjelman mukaisesti: esim. lampputesti testiraportissa (LIITE 2.).
- Ohjelmasta pitää päästä tallentamaan helposti taulukko- ja graafista muotoa tietokoneelle (rajapinnat olemassa MS Excel-ohjelmaan).
- Ohjelman taulukko muotoisella esityksellä tarkoitetaan Excel tyyppistä taulukkoa ja graafisella esityksellä tarkoitetaan saatavan ajan (t, pp.kk.vvvv ja hh:mm:ss) ja arvojen: jännite (U/V), virta (I/A), vastus (R/Ω), lämpötila (T/C°), kiihtyvyys (z,y,x, mm/s), lampun sytytys/sammutus tilanvaihto /kpl) ja rikkoutuneiden lamppujen prosentuaalinen määrä kokonaismäärästä (Prosentti/ %) välistä esitystä.
- Testiohjelma ohjaa keskeyttämään testilaitteiston lampputestin kun 50 % tai manuaalisesti asetettu arvo lampuista on palanut loppuun.

- Ohjelma on ennen keskeytystä tallentanut määritellyt arvot ajetun ohjelman mukaisesti muistiin.
- Ohjelman testausajot ovat todella pitkiä, joten laitteiston virrankatkaisut tai päivitykset eivät saa hävittää ajettavan testiohjelman tietojaa.
 - Testausohjelmasta on pystyttävä ottamaan säännöllisin väliajoin varmuuskopiota aina ennen uutta päivitystä.
 - Testaus historiasta on pystyttävä ottamaan säännöllisin väliajoin varmuuskopiota vähintään kerran vuorokaudessa.
 - Testauslaitteen tilatiedoista, käyttöajoista, mitatuista arvoista ja ohjelman kulusta on voitava tallentaa reaaliaikaisesti tietoa testauslaitteiston ja -ohjelmiston ulkopuoliselle palvelimelle. Mikäli testilaitteistoon tai -ohjelmaan joudutaan tekemään esim. huoltokatko on testi mahdollista käynnistään samasta kohtaa kuin ennen katkoakin.
 - Huoltokatko voi tarkoittaa mm. testiohjelman sisältävän tietokoneen vaihtoa toiseen koneeseen ohjelmistoinen tai korjaustoimenpiteitä testauslaitteistoon.
 - Testauslaitteiston virransyöttö on varmennettava riittävällä UPS-laitteistolla. Riittäväksi katsotaan vähintään neljän tunnin UPS varmennettu katkeamaton sähkönsyöttö.
 - Ohjelma näyttää nykyistä (kuluva) aikaa, (t/vvvv.kk.pp ja hh:mm:ss).
 - Ohjelma näyttää lamppupiirikohtaisesti nykyistä (kuluva) aikaa, (t/vvvv.kk.pp ja hh:mm:ss).
 - Ohjelma sisään lukee ja tallentaa lamppupiirikohtaisesti arvoja: Jännite, virta, vastus, lampun sytytys/sammutus tilanvaihto /kpl. Ajan suhteessa: (t/vvvv.kk.pp ja hh:mm:ss).
 - Ohjelma sisään lukee ja tallentaa lamppurivistökohtaisesti arvoja: Lamppuihin kohdistuva tärinä: 0..4 mm/s (z,y,x) per lamppurivistö ajan suhteessa: (t/vvvv.kk.pp ja hh:mm:ss).
 - Ohjelma sisään lukee ja tallentaa arvoja: Lamppuihin kohdistuva kuuma ja kylmä ilma (T/C°) ajan suhteessa: (t/vvvv.kk.pp ja hh:mm:ss).
 - Ohjelmiston tallentaa mitta-arvot esim. tietokantaan, josta ne voidaan esittää taulukko- ja graafisessa muodossa.
 - Testilaitteen tietokoneen liitännät tukevat ja ohjelma sisään lukee seuraavat testauksen mitta-arvot:
 - Vaihtojännite, (U/V=Voltti).
 - Vaihtovirta, (I/A=Ampeeri).
 - Vastus, (R/Ω=Ohmi).
 - Lämpötila, (T/C°=Celsius).
 - Suhteellinen kosteus, (%=Prosentti).
 - Tärinä (z,y,x, mm/s=kiihtyvyyt).
 - Lampun sammutus/sytytys vaihdot, on/off (kpl=lukumäärä).
 - Ohjelmisto ajaa asetusten mukaan lampputestit ja ohjaa testilaitteistoja lampputestien mukaisesti.
 - Ohjelmistoon saadaan tallennettua muistipaikoille omia lampputestitejä ja olemassa olevia lampputestitejä voidaan muokata, sekä uudestaan tallentaa muistipaikkoihin.
 - Ohjelmisto sisään lukee kaikkien lamppuvirtapiirien arvot.

- Useiden testaaajien eli käyttäjien profiilien lisääminen on mahdollista.
- Kuvatun toimintakaavion (Kaavio 2.) mukaiset toiminnot ovat käytettävissä.
- Ohjelmiston pitää tukea kaikilta osin testilaitteiston laajennettavuutta lisätä uusia lamppuvirtapiirejä vähintään 600 kpl asti mukaan lukien kaikkien mitta-arvojen sisään luvut ja tallennukset.

Ohjelmiston tekniset ja toiminnalliset vaatimukset kasasimme yhteen taulukkoon (Liite 4.) joka toimii asiakirjana laitteiston hankintaa varten.

9.8 Suosituksia teknistä toteutusta varten

Pohdimme ja listasimme tähän kohtaan niitä asioita, jotka voisivat helpottaa teknisen toteutuksen suunnittelua:

- a) 40 lampun kannan sijoittelu kuvio voisi olla selkeyden vuoksi ”rivimuodossa” esim. 8x5 kpl tai 4x10 kpl Rivissä olevaan kiinteään muotoon saataisiin yhdistettyä helpommin yhteinen radan tärinää jäljittelevä laite ja mittausta.
- b) Lamput ja lampun kannat olisi hyvä koteloida yhtenäisellä läpinäkyvällä muovi koteloinnilla siten, että 20 kpl samaa kantaa olisi samassa koteloinnissa. Näin lämpötilan ja kosteuden tuottaminen ja mittausta saataisiin helpommin toteutettua.

9.9 Ylläpidettävyys ja huollettavuus

Lähtökohtaisesti ennen jokaista testiä on syytä tarkastaa laitteen kunto silmämääräisesti. Aiemmin testatut lamput poistetaan, mikäli niitä on vielä jäänyt lampunkantoihin. Lampunkannat kannattaa silmäillä läpi ja tarvittaessa puhdistaa kosketuspinnat esim. lasikuitukynällä. Uutta testiä käynnistettäessä on hyvä tarkkailla toimintojen läpimenoa esim. lämpötila, tärinä, kosteus, jne. Tietokoneen ohjelma puolella on hyvä ottaa tiedoista säännöllisesti varmuuskopioita. Ylläpidettäviä asioita ovat lisäksi: Päivitykset, uusien käyttäjien lisääminen, muutosten tekeminen olosuhteiden muuttuessa.

9.10 Ehdotukset tämän työn jatkoksi

Mikäli opastinhehkulamppujen testauslaitteisto toteutuu olisi hyvä käyttökokemuksien pohjalta miettiä mahdollisia parannus ehdotuksia. Vaikka tässä työssä onkin mietitty monipuolisesti testilaitteiston määrittelyjä, on aina uuden laitteiston toteuttaminen eräänlainen prototyyppi. Varsinkin silmällä pitäen mahdollisen option käyttöönottamista jolla laajennettaisiin testauslaitteisto tuotantokäyttöön. On mahdollista myös toteuttaa testauslaitteisto option kanssa suoraan laajamittaiseksi tuotantoversioiseksi laitteistoksi, mutta korostettiin käyttökokemusten arvoa. Lopuksi haluttiin mainita, että olisi eduksi, mikäli laite soveltuisi vaikkapa led-testaukseen.

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä oli tavoitteena opastinhehkulamppujen testauslaitteiston tarvemäärittäminen, testausprosessin suunnittelu ja laitteiston vaatimusmäärittely. Tällä hetkellä opastinhehkulamppujen testauskäyttöön soveltuvaa laitetta ei ole olemassa.

Työtä helpotti tuttu aihe, josta löytyi hyvät lähtötiedot ja laaja kontaktien verkko. Materiaalin kerääminen onnistui vielä helposti, mutta aineiston laajuus asetti priorisointi tarpeita. Haasteita tuli varsinkin siinä vaiheessa, kun testaussuunnittelu ja laitteiston määrittely alkoivat. Määrittelyjä pitkään pohtiessa eri näkökulmista asiat alkoivat loksahdella kohdilleen.

Mielestäni olen suhteellisen tyytyväinen työn tulokseen. Testilaitteiston tarvemäärittäminen toi esiin hyvin laitetarpeen. Testausprosessissa päästiin lähelle käytäntöä ja radan olosuhteita. Laitteiston vaatimusmäärittelyyn tuli todella paljon asioita mukaan lukien ohjelmiston vaatimukset. Opinnäytetyö antaisi mahdollisuudet toteuttaa opastinlamppujen testaukseen tarvittava laite.

Lopuksi haluan kiittää Antero Kaukosta Liikennevirastosta mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö, sekä turvalaiteasiantuntija Jukka Sahaa. VR Track Oy:stä kaikkia niitä jotka ovat olleet osallisena ja mahdollistaneet tämän työn. Lisäksi halua kiittää työn valvojaa Timo Karppista, sekä kielten opettajia Pirjo Puukkoa ja Niina Valtarantaa.

LÄHTEET

Airam. Haettu 16.12.2016 osoitteesta

<http://www.airam.fi/airam/yritys/>

All about lighting, STARA. Suuret ja yksiköt. Elektroskandia.

<http://stara.rexel.fi/documentelement.html?uid=1890536>

Ekosuunnittelu, 2013, Tukes.

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/EcoDesign---Tuotteiden-ekologinen-suunnittelu-ja-energiamerkinna/>

Isomaa Jarmo. Työmaamestari, Etelä-Suomen kunnossapitoalue. VR-Track Oy. Haastattelu 25.7.2016.

JKV-järjestelmän merkitys rautateiden turvallisuudelle ja kilpailun syntymiselle. 1/2014. Trafín julkaisu.

http://www.trafi.fi/filebank/a/1397133680/b99b83f475ed81b5347ac927159411a6/14581-Trafín_julkaisu_01-2014_-_JKV-jarjestel-man_merkitys_rautateiden_turvallisuudelle_ja_kilpailun_syntymiselle.pdf

Korhonen Markku. Turvalaitetekniikan asiantuntija, Itä-Suomi. Ramboll Oy. Haastattelu 26.7.2016.

Kuusisto Pekka. Työmaamestari, Kunnossapitoalue 2. VR-Track Oy. Sähköposti. 25.7.2016.

Liikennevirasto. Haettu 16.12.2016 osoitteesta

<http://www.liikennevirasto.fi/tapamme-toimia#.WFRbIfmLQuU>

Liikenneviraston ohjeita 23/2015 21, Liikennöinti valtion rataverkolla, 26.5.2016. Liikennevirasto.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-23_liikennointi_valtion_web.pdf

Liikenneviraston ohjeita 7/2014. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet. Liikennevirasto.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 44/2014. Konkretiaa eurooppalaisen junien kulunvalvonnan käyttöönottoon rataverkolla ja vetävässä kalustossa. Liikennevirasto.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-44_konkretiaa_eurooppalaisen_web.pdf

Liikenneviraston viestintäohje, Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015. Liikennevirasto.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-20_suomen_kansalliset_web.pdf

Osram. Haettu 16.12.2016 osoitteesta

<http://www.osram-group.de/en/sustainability/overview/history>

rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon.pdf 2001. Liikennevirasto.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_opastinlamput_rautatiekayttoon.pdf

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 6 Turvalaitteet, Dnro 1014/068/2014, 10.3.2014, Liikenneviraston ohjeita 7/2014, Liikennevirasto.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf

Roivainen Janne. Turvalaitetekniikan asiantuntija, Pohjois-Suomi. Ramboll Oy. Haastattelu 25.7.2016.

Suomen kansalliset ERTMS/ETCS-parametrit, 24.6.2015, Liikennevirasto.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-20_suomen_kansalliset_web.pdf

Tehdaskäynti Oy Airam Electric Ab, 28.6.2016.
Tehdaskäynti, Kuvat: Marko Lankinen – Esittely: Timo Haatainen Lamputie 12, Helsinki

Thales Led-esiopastin etu- ja takapuolelta, Ari Karhu Thales PD-FISL__3JA_17546_AAAA_DEAFQ_.doc. Thales Rail Signalling Solutions Oy

Trafi. Haettu 16.12.2016 osoitteesta
<http://www.trafi.fi/>

Viestintä valtion rataverkolla, Dnro 4008/100/2014, 2.3.2015, Liikennevirasto.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/ohje_2015_viestinta_valtion_rataverkolla_web.pdf

KOMISSION ASETUS (EY) n:o 244/2009 – Ympärisäteilevät kotitalouslamput

Asetus määrittää Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2005/32/EY täytäntöön panemisesta ympärisäteilevien kotitalouslamppujen ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta.

Asetuksessa määritetään vähimmäistehokkuusvaatimukset valonlähteiden valontuottotehokkuudelle (lm/W) sekä määritetään asetuksen sovellusala eli mitä lamppuja vaatimukset koskevat ja mitä eivät. Asetus ei sinänsä kiellä mitään lampputyyppejä, mutta käytännössä se johtaa siihen, että tavallisten kotitalouskäytön huonevalaistukseen tarkoitettujen hehkulamppujen markkinoille saattaminen kielletään. Asetuksen seurauksena ko. hehkulamppujen maahantuonti ja valmistus on kielletty 1.9.2012 alkaen.

Asetuksessa sanotaan myös selkeästi, että se ei koske esim. laitelamppuja (1 artikla kohta g sekä 2 artikla kohta 4). Tällaisia lamppuja ovat mm. uunilamppu, jääkaappilamppu, opastelamppu.

Direktiivin pohjalta ilmoitamme, että Oy Airam Electric Ab:n toimittamat opastelamppujen valmistus, myynti ja käyttö ovat edelleen täysin sallittuja eivätkä ole millään osin otsikossa mainitun direktiivin vastaisia.

Kerava 12.12.2012

OY AIRAM ELECTRIC AB

OHJELMAN	
TEKNINEN JA TOIMINNALLISET VAATIMUKSET	
Testilaitteisto ohjauksen ohjelmiston pitää ensisijaisesti olla Windows 10, 8 ja 7 yhteensopiva, jotta se on myös eri toimiloiden järjestelmissä yhteensopiva. Mikäli ohjelmisto ei päästäsi syystä esim. yksistötisuus ole järkevästi toteuttaa Windows pohjaisena pitää ohjelmisto saavuttaa tietojen olla muunnettavissa helposti Windows pohjaisiin ohjelmiin Esim. Microsoft Excel tulkintatulkinto.	V
Ohjelma ohjaa testilaitteisto testiohjelman mukaisesti esim. lampuun testit raportissa (LITE 2).	V
Ohjelmasta pitää päästä tallentamaan helposti taulukko ja graafista muotoa tiedokoneelle (rajapinnat olemassa ms Excel ohjelmaan).	V
Ohjelman taulukko muodostella erityisellä tarkoitetaan Excel tyypistä taulukko ja graafisella erityisellä tarkoitetaan saadaan ajan (%.pakk.www ja h:mm:ss) ja arvotien: jänite (U/V), virta (I/A), vastus (R/Ω), lämpötila (T/°C), kirkkyys (Lx, mm/%)	V
Lampun syyty/sammutus tilanvaihto (/pel) ja rikko/urien lampujen prosentuaalinen määrä kokonaisuutena (prosentti/%) välillä esitystä.	V
Testiohjelma ohjaa keskeyttämisen testilaitteiston lampuun testin kun 50 % tai manuaalisesti asetettu arvo lampusta on palanut loppuun. Ohjelma on ennen keskeytystä tallentanut määrätty arvot ajelen ohjelman mukaisesti muuttin.	V
Ohjelman testausajot ovat tulkinta ptkk, joten laitteen virrankaikkait tai pölykyset eivät saa häiritä jättävään testiohjelmaa tiedin.	V
Testausohjelmasta on pystyttävä ottamaan säännöllisin väliajoin varmuuskopioita vähintään kerran vuorokaudessa.	V
Testausohjelmasta on pystyttävä ottamaan säännöllisin väliajoin varmuuskopioita vähintään kerran vuorokaudessa.	V
Testauslaitteen tilatiedot, käyttöajot, mitattuja arvoja ja ohjelman kulusta ja ohjelman kulusta on voitava tallentaa reaaliaikaisesti tietoa testauslaitteiston ja -ohjelmiston ulkopuoliselle palvelimelle. Mikäli testilaitteisto tai -ohjelmaa joudutaan tekemään esim. muutoksia on testi mahdollista käynnistää samasta kohasta kuin ennen katkaista.	V
Hiiliteko voi tarkoitaa mm. testiohjelman säätöihin tietokoneen vaihtoa tiedon ohjelmistoon tai korjausohjelmointia testauslaitteistoan.	V
Testauslaitteiston virransyöttö on varmistettava riittävästi UPS-laitteistolla. Riittävästi katsottava vähintään neljän tunnin UPS varmistettu katkaista on sähkönsyöttö.	V
Ohjelma näyttää nykyisiä (kuluva) aiala. (/www.kk.pp ja h:mm:ss).	V
Ohjelma näyttää lampun tilan nykyisiä (kuluva) aiala. (/www.kk.pp ja h:mm:ss).	V
Ohjelma sisään lukee ja tallentaa lampun tilan nykyisiä arvoja: jänite, virta, vastus, lampun syyty/sammutus tilanvaihto (/pel, Alan suhteessa. (/www.kk.pp ja h:mm:ss).	V
Ohjelma sisään lukee ja tallentaa lampun tilan nykyisiä arvoja: jänite, virta, vastus, lampun syyty/sammutus tilanvaihto (/pel, Alan suhteessa. (/www.kk.pp ja h:mm:ss).	V
Ohjelma sisään lukee ja tallentaa arvoja: Lampun tilan kahdessa kuumia ja kylmä lms (T/C) ajan suhteessa. (/www.kk.pp ja h:mm:ss).	V
Ohjelmiston tallentaa mita arvat esim. tietokantaan, josta ne voidaan esittää taulukko- ja graafisessa muodossa.	V
Testilaitteen tiedokoneen liitännät tulokset ja ohjelma sisään lukee seuraavat testauksen mita arvat:	
Vaihtojännite, (U/V=vohti).	
Vaihtovirta, (I/A=amperi).	
Vastus, (R/Ω=ohmi).	V
Lämpötila, (T/°C=celsius).	
Sähköllinen kosteus, (%=prosentti).	
Tilini (Lx, mm/s=liikkyvyys).	
Lampun sammutus/syyty/vaihto, on/off (kpl=lukumaäärä).	V
Ohjelmisto alia asetusten mukaan lampuun testit ja ohjaa testilaitteiston lampuun testien mukaisesti.	V
Ohjelmiston saadaan tallentettua muistipaikalle omia lampuun testit ja ohjelmisto alia asetusten mukaisesti voidaan muokata, sekä uudelleen tallentaa muistipaikallein.	V
Ohjelmisto sisään lukee kaikkiin lampuun testit on arvat.	V
Uusien testiajien ei käytettävien profiilien lisääminen on mahdollista.	V
Kuorun toimintatilan (ks. luvut 2) mukaiset toiminnat ovat käytettävissä.	V
Ohjelmiston pitää tulla kaikkiin osiin testilaitteiston laajennettavaksi lisää uusia lampuun testit ja ohjelmisto alia asetusten mukaisesti.	V



TESTAUSLAITTEISTON OHJELMALLISET VAATIMUKSET