

Ratapihan valaistuksen saneerauspro- jekti

Samu-Matti Skön

Opinnäytetyö

Syyskuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Sähkövoimatekniikka

Tekijä(t) Skön, Samu-Matti	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Syyskuu 2017
	Sivumäärä 32	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Ratapihan valaistuksen saneerausprojekti		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Sirpa Hukari, Vesa Hytönen		
Toimeksiantaja(t) VR Track Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä tavoitteena oli selvittää Pieksämäen pohjoisella ratapihalla olevan aluevalaistuksen nykytilanne ja kartoittaa valaistussaneerauksen laajuus. Lisäksi selvitystyön jälkeen opinnäytetyöhön kuului uuden Liikenneviraston ohjeiden mukaisen aluevalaistuksen suunnittelu, sekä ratapiha-alueen sähkökuvien päivitys. Opinnäytetyö sai alkunsa Liikenneviraston toimeksiannosta VR Track Oy:lle aluevalaistuksen saneeraukseen liittyen.</p> <p>Selvitystyö aloitettiin nykytilanteen kartoituksella ja Liikenneviraston ohjelueluettelon tutustumisella. Nykytilanteen kartoitus tehtiin valaisimien ja kaapelointien lisäksi myös ratapiha-alueen valonheitinmastoille. Lisäksi alueen sähkökuvat olivat vanhentuneita ja osittain päivittämättä. Opinnäytetyön aikana koottiin sähkökuvista tiedot valaistuksen ja kaapelointien osalta ja tehtiin CAD- ja PDF-kuvat alueesta koottujen tietojen pohjalta.</p> <p>Kaikkiaan uusittavia valaisimia pohjoisella ratapihalla oli noin 220 kappaletta ja kaikille valaisimille päätettiin uusia myös kaapelointi ja rasiat. Mastoja alueella oli kahdenlaisia: vanhempia 32 metrisiä seisontatuella varustettuja mastoja, sekä uudempia kapeampi profiilisia 30 metriä korkeita mastoja. Näistä mastoista päädyttiin säilyttämään kapeat mastot ja korvaamaan seisontatuella varustetut mastot 25 metriä korkeilla kapeaprofiilisilla mastoilla korkeampien mastojen huonon kunnon vuoksi.</p> <p>Lopputuloksena saatiin toimiva aluevalaistusratkaisu, jolla säästetään energiaa ja saadaan aluevalaistukselle sama valoteho, jonka vanhat valaisimet olivat elinkaarensa alussa pystyneet tuottamaan. Lisäksi VR Track sai päivitettyt kuvat valaistuksien sijainneista ja niiden kaapeloinneista, sekä pystyttiin kartoittamaan erilaisia vaihtoehtoja valaistuksen ohjaukselle ja sähkönsyötölle.</p>		
Avainsanat (asiasanat) valaistussaneeraussuunnittelu, sähkörata, rautatie		
Muut tiedot		

Author(s) Skön, Samu-Matti	Type of publication Bachelor's thesis	Date September 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 32	Permission for web publication: x
Title of publication Railway yard lighting renovation project		
Degree programme Automation Engineering		
Supervisor(s) Hukari Sirpa, Hytönen Vesa		
Assigned by VR Track Oy		
Abstract <p>The goal of this thesis was to find out the current state of area lighting at northern railway yard in Pieksämäki and investigate the extent of the renovation. In addition to the research work, part of the thesis was to design new area lighting based on guidelines created by The Finnish Transport Agency and updating electrical drawings of the railway yard area. This renovation project was assigned by The Finnish Transport Agency to VR Track Oy, which assigned the actual thesis.</p> <p>The research work began with valuation of the current state of the area lighting and looking into The Finnish Transport Agency's directive about lighting renovation. Current state valuation was done to lights, cabling and lighting masts. During the assignment there was found a need to update the electrical drawings as well, since the current drawings were outdated and the information was scattered.</p> <p>Total number of lights that needed to be replaced was around 220. The cabling and casing was to be replaced for each light during the renovation process as well. There were two kinds of lighting masts used for the area lighting. Older 32 meters high with a standing platform at the top and a bit newer 30 meters high with a more slim profile. It was decided to replace the older masts only because they weren't safe to climb anymore.</p> <p>As the result of this thesis the area lighting was upgraded to more suitable and cost efficient solution, which achieved the same light output as the older lighting at the beginning of their life cycle. Also VR Track received updated electrical drawings regarding the lighting and cabling on the northern railway yard area as well as new options for lighting control and supplying power for the lights</p>		
Keywords/tags (subjects) Lighting renovation design, Electric rail, Railway		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Lyhenteitä ja termejä.....	3
2	Johdanto	4
3	Esitietoja	5
	3.1 VR konserni ja VR Track Oy.....	5
	3.2 Liikennevirasto	5
	3.3 Pieksämäen ratapiha	6
4	Sähkörata.....	7
	4.1 25kV ja 2x25kV järjestelmät.....	7
	4.2 ECM-järjestelmä	9
5	Ratapiha valaistus	11
	5.1 Elohopeavalaisin.....	11
	5.2 Suurpainenatriumvalaisin	12
	5.3 Monimetallivalaisin	12
	5.4 Led-valaisin.....	13
6	Saneeraustyön vaiheet	15
	6.1 Nykytilanteen kartoitus.....	15
	6.2 Valaistuksen ja ohjausratkaisujen suunnittelu.....	17
	6.3 Työmaan valmistelu	21
7	Lopputuloksen esittely	22
	7.1 Valitut saneerausratkaisut	22
	7.2 Jatkotoimenpide-ehdotukset	25
8	Pohdinta.....	25
	Lähteet	27
	Liitteet.....	28

Kuviot

Kuvio 1. Pieksämäen järjestelyratapiha	7
Kuvio 2. Ratajohto 25kV järjestelmässä	8
Kuvio 3. Ratajohto 2x25kV järjestelmässä	8
Kuvio 4. ECM-järjestelmän toimintaperiaate.....	10
Kuvio 5. Erilaisten valaisimien valotehokkuuksia.....	14
Kuvio 6. Suunnittelun merkitys valaistuksen rakennus- ja käyttökustannuksiin.....	16
Kuvio 7. investointi-, kunnossapito- ja energiakustannuksien jakautuminen	17
Kuvio 8. Pieksämäki tavararatapihan ryhmityskaavio	22
Kuvio 9. Portaalien kaapelointi ja kytkentä ohje.....	24

Taulukot

Taulukko 1 Valaistus vaatimuksia matkustaja-alueilla.....	19
Taulukko 2 Valaistus vaatimuksia eri ratapiha-alueilla.....	20

1 Lyhenteitä ja termejä

Valovirta lm

Valovirta suuretta käytetään ilmaisemaan valonlähteen kykyä tuottaa näkyvää valoa. Valovirran yksikkönä käytetään luumenia (lm). (Ensto, N.d.)

Valaistusvoimakkuus

Valaistusvoimakkuudella tarkoitetaan valovirrantiheyttä, jonka valonlähde tuottaa määrättyä pinta-a vasten. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luksi (lx). (Lampputieto. N.d.)

Vaakatason valaistusvoimakkuus Ehm

Vaakatason valaistusvoimakkuudella tarkoitetaan valonlähteen tuottamaa keskimääräistä valovirtaa pinta-alanyksikköä kohden. Tämän suureen lyhenne on Ehm ja laskemisessa käytettävä yksikkö on luksi (lx). (Liikennevirasto 2015, 22)

Värintoistoindeksi Ra

Värintoisto indeksi kuvastaa kuinka hyvin valonlähde pystyy toistamaan värejä. Skaalana tälle indeksille on 0 – 100, mutta hyvä värintoiston arvo on 80. Värintoistoindexin yksikkö on Ra. (Liikennevirasto 2015, 24)

UPS

UPS lyhenne tulee sanoista Uniterruptible Power Supply, joka tarkoittaa virransyöttöjärjestelmää, jonka sähkönsyöttöön ei tule keskeytyksiä vikatilanteista huolimatta.

ECM

ECM-järjestelmällä tarkoitetaan vaihtoehtoista sähkönsyöttöjärjestelmää, jossa virransyöttö otetaan suoraan sähköradasta. ECM järjestelmää käytetään sähköratamaailmassa korvaamaan UPS laitteistoa.

Cad

Sähköpiirtämiseen ja mallinnukseen käytettävä tietokoneohjelmisto.

2 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Pieksämäen ratapihan valaistuksen nykytilanne ja arvioitu elinikä, sekä suunnitella uusi Liikenneviraston ohjeiden mukainen aluevalaistus ratapihalle. Valaistussuunnittelun lisäksi työssä otetaan kantaa valaistuksen sähkönsyötön, sekä ohjauksen vaihtoehtoihin. Työssä on kerrottu valaistussuunnittelun vaiheista ja vaihtotyön toteutuksen suunnittelusta, sekä siinä kerrotaan myös sähköradan vaikutuksesta suunnitteluvaiheeseen.

Opinnäytetyö alkoi Liikenneviraston tarpeesta saneerata Pieksämäen ratapiha valaistus, koska se alkoi olemaan elinkaarensa päässä. Alkuperäinen valaistus oli myös sähkönkulutukseltaan epätaloudellinen ja paikoittain toimimaton. Suunnittelutyön aloittamista varten täytyi kuitenkin selvittää valaistuksen nykytilanne ja kartoittaa uusittava laitteisto.

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli VR Track, joka vastasi suunnittelun lisäksi myös saneeraustyön toteutuksesta. Opinnäytetyö päätettiin rajata valaistuksen ja purkutyön suunnitteluun, sillä nykyisen valaistuksen purkaminen osoittautui työmäärältään odotettua isommaksi. Purkutyön suunnittelussa tuli huomioida useita ratapihan saneeraukseen liittyviä asioita, joita ei monessa muussa sähkörakentamisen kohteessa tule vastaan. Tämä kohteen ainutlaatuisuus koettiin tärkeäksi osaksi saneerauksen suunnittelussa ja siksi sen esittely on otettu osaksi opinnäytetyötä.

Ratapiha-alueelle työtä suunnitellessa täytyy huomioida tavallisen työsuunnittelun lisäksi myös liikennöitsijän tarpeet ja jännitteiset alueet, sillä työn tekeminen ei sulje muuta ratapihaa välttämättä pois käytöltä. Tässä opinnäytetyössä on pyritty esittelemään kaikki ratapiha valaistuksen suunnitteluun liittyvät vaiheet ja huomiota vaativat asia.

3 Esitietoja

3.1 VR konserni ja VR Track Oy

VR Group on valtion omistama konserni, jonka toiminta tapahtuu pääosin Suomessa, mutta toimintaa tapahtuu myös Ruotsissa ja Venäjällä. Alkuperäisesti VR oli valtion virasto, joka vastasi yksinoikeudella rautatieverkostosta. Vuoden 1990 jälkeen se muutettiin liikelaitokseksi ja sen jälkeen osakeyhtiöksi vuoden 1995 aikana, joka on pysynyt tähänkin päivään saakka voimassa. Tämän prosessin aikana syntyi rataverkkoa hallinnoimaan Ratahallintokeskus (RHK), joka oli Liikenne- ja Viestintäviraston alaisuudessa toimiva organisaatio. Myöhemmin kuitenkin Ratahallintokeskus lakkautettiin ja rataverkon hallinnointi siirtyi Liikenneviraston tehtäväksi. Turvallisuudesta rautatiealueella sekä järjestelmien yhteensopivuuksista puolestaan valvoo ja kehittää Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. VR vastaa siis nykyisin Liikennevirastolle rataverkon rakentamisesta, kunnossapidosta ja liikennöinnistä, mutta sillä ei ole enää yksinoikeutta rataan. VR Groupiin kuuluu lisäksi myös useita tytäryhtiöitä, joista yksi suurimpia on VR Track Oy. Kaikkiaan VR Groupiin kuuluu 23 yhtiötä. Trackin sisältä löytyy kolme toimialaa, jotka jaetaan työalueen mukaan. Nämä toimialat ovat rakentaminen, kunnossapito ja suunnittelu. Lisäksi jokainen toimiala jaetaan vielä toimialueisiin pääilmansuuntien mukaan. (VR Group. N.d.)

3.2 Liikennevirasto

Liikennevirasto on asiantuntijaorganisaatio, jonka vastuulla ovat tiet, rautatiet ja vesiväylät Suomessa. Viraston organisaatioon kuuluu neljä päätoimialaa, joita ovat toiminnan ohjaus, suunnittelu ja hankkeet, väylänpito sekä liikenne ja tieto. Viraston toiminta perustuu toiminta-ajatukseen, jolla pyritään turvaamaan toimivat, tehokkaat ja turvalliset matkat ja kuljetukset Suomessa. Organisaation johto koostuu pääjohtajasta, jonka apuna toimii erialojen asiantuntioita sekä johtoryhmä. Pääjohtajana Liikennevirastossa toistaiseksi on Antti Vehviläinen. Suomessa rataverkon ja kaiken siihen liittyvän infrastruktuurin omistaa Liikennevirasto. Se vastaa kaikesta siihen liittyvästä ylläpidosta, kehittämisestä sekä kunnossapidosta.

Liikenneviraston vastuulla on lisäksi myös kaikki junien ja juna-asemien matkustajainformaatio kuten kuulutukset, opasteet ja infonäytöt. Liikennevirasto on aloittanut toimintansa vuonna 2010, jolloin siihen yhdistyi Ratahallintokeskus, Tiehallintokeskus ja Merenkululaitos. Liikennevirasto on VR Trackille ylivoimaisesti suurin asiakas ja suurin osa Trackin töistä tulee Liikennevirastolta. (Liikennevirasto. N.d.)

3.3 Pieksämäen ratapiha

Kokonaisuudessaan Pieksämäen ratapiha on pituudeltaan noin 5,3 kilometriä pitkä, mutta saneerauksen kohteena on pohjoinen ratapiha, joka on noin 4,5 kilometriä pitkä. Liikennöinnin kannalta Pieksämäen ratapiha on tärkeä liikennepaikka, sillä siinä risteää kaksi pitkää rataosuutta Kouvola – Iisalmi ja Jyväskylä – Joensuu. Ratapiha on jaettu ja nimetty alueellisesti kyseisen osan käytön perusteella. Ratapihaan kuuluu tulo-, henkilö-, ja järjestelyratapihoja, joista suurin on järjestelyratapiha josta kuva kuviossa 1. Järjestelyratapihaa käytetään tavaraliikenteen väliaikaisena säilytyspaikkana ja nimensämukaisesti vaunujen uudelleen järjestelypaikkana. Henkilöratapihaan kuuluu laiturialue ja sille johtavat raiteet. Henkilöratapihan käyttötarkoitus on matkustajajunien väliaikainen seisonta- sekä pysähtymispaikka. Lisäksi Pieksämäen ratapiha-alueella on vetokaluston huoltorakennuksia, sekä liikenteenohjausrakennus. Ratapiha on laajuudeltaan yksi Suomen suurimpia ja sillä suoritetaan järjestely ja huoltotyötä ympäri vuorokauden. Valaisimia ratapiha-alueella on noin 300 kappaletta ja ne on sijoitettu portaaleihin, pylväsrakenteisiin, rakennuksien seinustoille ja mastoihin. Portaalilla tarkoitetaan kahden useamman raiteen yli rakennettua yhtenäistä kaarta, jonka päätarkoitus on sähköradan ajojohtimien kannatus. Portaaaleja käytetään kuitenkin hyödyksi myös ratapihojen valaisussa.

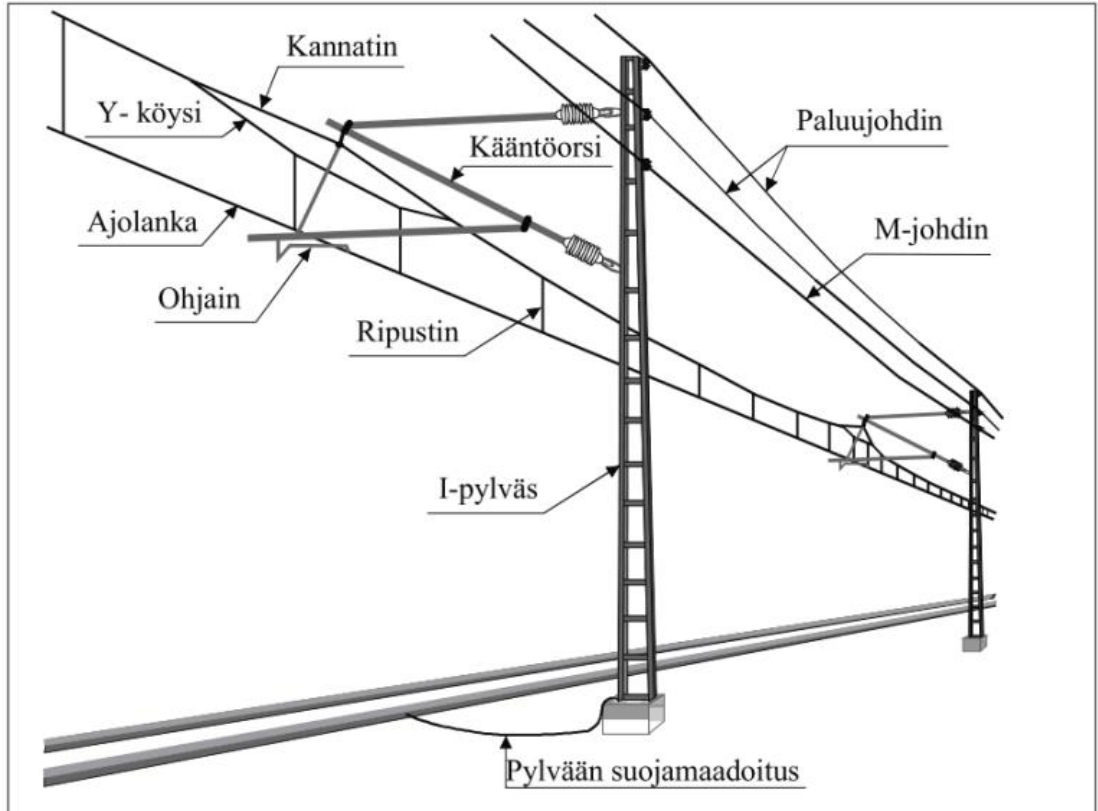


Kuvio 1. Pieksämäen järjestelyratapiha

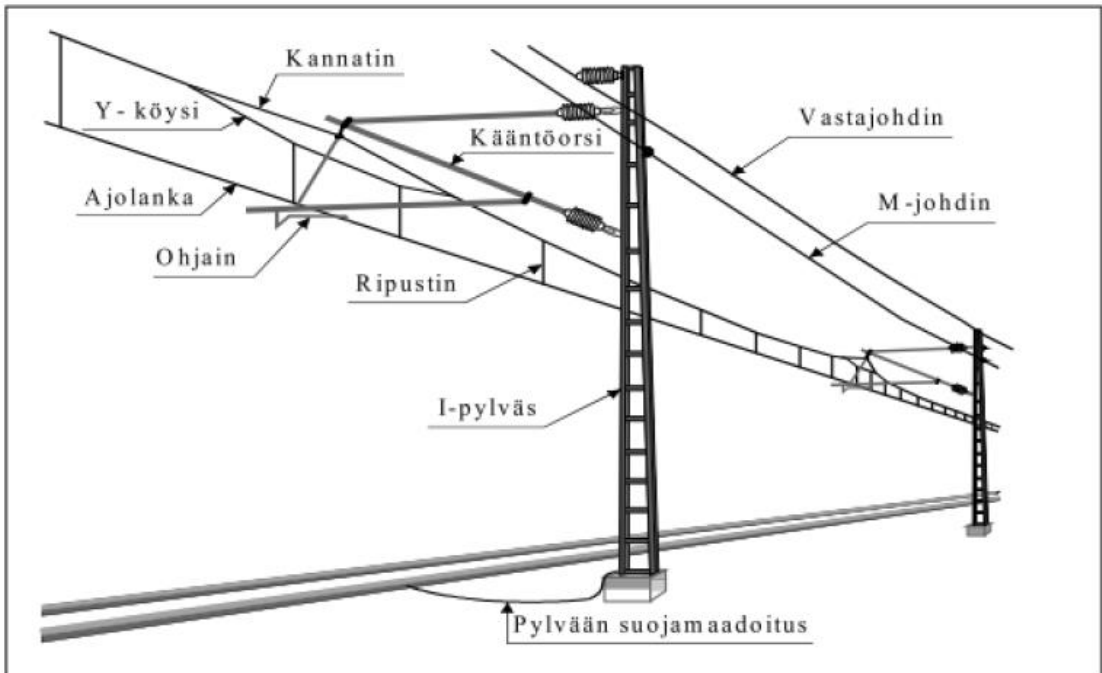
4 Sähkörata

4.1 25kV ja 2x25kV järjestelmät

Suomessa sähköistetyllä rataosuudella käytetään 25 kV:n jännitettä 50 Hz taajuudella. Tehon rataverkko ottaa 110 kV:n kantaverkosta syöttöasemien kautta. Syöttöasemilla kantaverkon jännite muunnetaan 110 kV:sta 25 kV:een ja syötetään ajolankaan. Sähköradalla ajolanka syöttää virroittimen kautta veturin kalustoa ja veturissa virta kulkee moottorin läpi paluukiskoon. Paluukiskolla tarkoitetaan toista kiskoja, tai molempia kiskoja turvalaitejärjestelmästä riippuen. Sähköistysjärjestelmiä on olemassa kaksi erilaista: 25 kV:n yksivaihejärjestelmä, jossa käytetään imumuuntajia ja 2x25 kV:n kaksivaiheinen järjestelmä, jossa käytetään säästömuuntajia. Nämä järjestelmät on esitelty kuvioissa 2 ja 3. (RATO 5)



Kuvio 2. Ratajohto 25kV järjestelmässä (RATO 5, 33)



Kuvio 3. Ratajohto 2x25kV järjestelmässä (RATO 5, 34)

Ratajohto on sijoitettu sähköratapylvääseen orsien ja eristimien avulla. Sähköratapylväät toimivat myös osana virtapiiriä paluujohtimien ja kiskoston välillä. Pylväissä on lisäksi betonista valetut perustukset, joita hyödynnetään maadoituselektrodeina. Pääasiallisena paluujohtimena paluukisko on kuitenkin huono ratkaisu, sillä etäisyydet syöttöasemien ja kaluston välillä voi olla useita kymmeniä kilometrejä ja Suomessa maaperä johtaa huonosti sähköä. Tämän vuoksi on turvallisempaa käyttää erillisiä paluujohtimia. Normaaleissa olosuhteissakin kiskon ja maan välille syntyisi vaarallisen suuria jännitteitä. Tämän vuoksi paluuvirta ohjataan kiskosta paluujohtimeen imu- ja säästömuuntajajärjestelmien avulla.

Imumuuntajajärjestelmässä imumuuntajia sijoitetaan sähköratapylväisiin radan varrelle noin kahden kilometrin välimatkoin, jolloin paluuvirrat kulkevat kiskoa pitkin maksimissaan kilometrin mittaisen matkan. Imumuuntaja kytketään sähköraan siten, että muuntajan ensiöpuoli on ajolangan kanssa sarjassa ja toisiopuoli on paluujohtimen kanssa sarjassa. Tällöin se pienentää paluujohtimen impedanssia ja ohjaa paluuvirran kulkemaan kiskosta sähköratapylvääseen ja siitä paluujohtimeen.

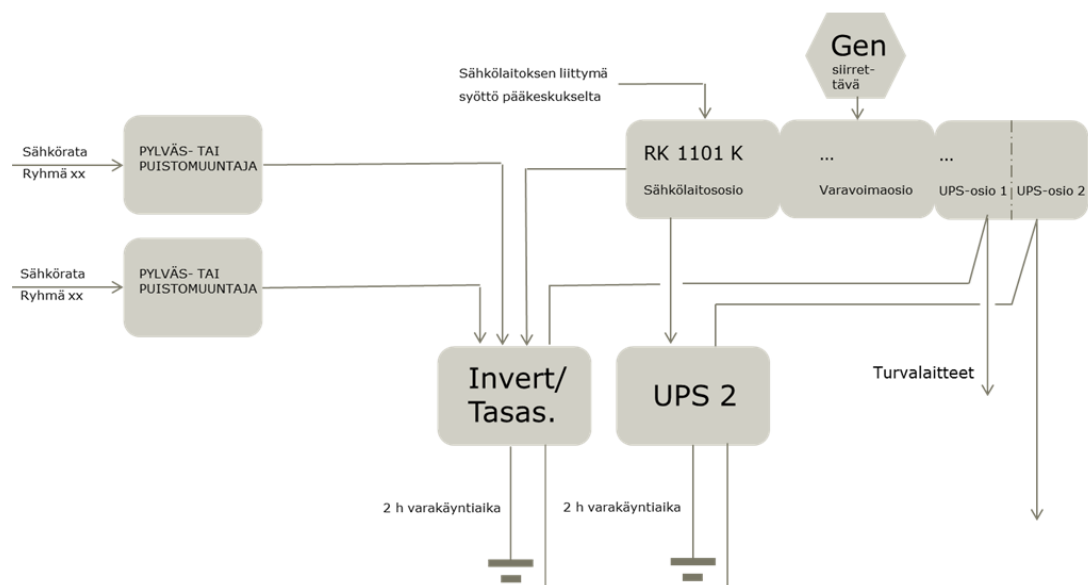
Säästömuuntajajärjestelmässä syöttöasemalla muuntaja syöttää sähkörataa ns. keskipisteotolla, jolloin toisiokäämin päät on kytketty ajo- ja vastajohtimeen ja niiden keskipiste on maadoitettu sähköratamaan. Tällöin syntyy kaksi vastakkaisvaiheista jännitettä ajojohtimeen ja vastajohtimeen, jolla voidaan virroitaa sähköradalla kulkeva kalusto. Säästömuuntajilla maksimietäisyys toisistaan on 7 kilometriä ja niillä kytketään käämeihin jännitteiset johtimet ja keskipisteeseen yhdistetään paluukisko. (RATO 5)

4.2 ECM-järjestelmä

ECM-järjestelmällä tarkoitetaan vaihtoehtoista sähkönsyöttöjärjestelmää sähköradalla, jossa esimerkiksi valaistuksen tai turvalaitteiden syöttöön tarvittava sähkö otetaan suoraan sähköratajärjestelmästä tavallisten muuntajien sijaan. Järjestelmän toiminta perustuu siihen, että järjestelmä ottaa virransyöttönsä kahdesta eri ratajohdon kytkentäryhmästä, joista toinen määritetään laitteistossa ensisijaiseksi. Tällöin ensisijaisen kytkentäryhmän tippuessa virransyöttö siirtyy automaattisesti toissijaisen kytk-

kentäryhmän puolelle ja laitteiston virransyöttö on varmistettu. Lisäksi järjestelmään kuuluu laitetilasta löytyvä akusto, joka ottaa virransyötön haltuunsa, mikäli virransyöttö katkeaa molemmista kytkentäryhmistä samaan aikaan. Jännitteen palautuessa ratajohtoon kytkeytyy järjestelmä automaattisesti takaisin ensisijaiselle syötölle. Lisäksi järjestelmä turvaa hyvin pienen jänniteenvaihtelun laitteistossa, joka on alle 2 voltia.

Molempiin kytkentäryhmiin asennetaan pylväsmuuntamo, joista kummastakin syötetään 1x400V jännite ECM-laitteiston tasasuuntaajalle ja invertterille. Kuviosta 4 nähdään jännitteen kulkureitit laitteistossa. Lisäksi laitteistoon liitetään normaalin sähköverkon 3x400 V syöttö, joka toimii varasyöttönä sähköratajärjestelmästä saatavalle syötölle. Laitteistolta 3x400 V jännite syötetään ryhmäkeskuksella olevaan UPS osioon 1, josta syöttö ohjataan eteenpäin järjestelmään esimerkiksi turvalaitteille. Sähkölaitos osio syöttää UPS 2:ta, joka puolestaan syöttää ryhmäkeskuksella UPS-osiota 2. Osiolla 2 syötetään muita ylläpidollisia järjestelmiä kuten ilmastointia ja jäähdytystä. ECM-järjestelmään on lisäksi tuotavissa erillinen 3x400 V varavoimakone jolla järjestelmää voidaan tarpeen vaatiessa syöttää.



Kuvio 4. ECM-järjestelmän toimintaperiaate (Granlund, M. N.d.)

ECM-järjestelmä on suunniteltu korvaamaan periteisesti käytettyjä UPS laiteita. Järjestelmän vahvuuksiin kuuluu toimintavarmuus, sekä huollon ja kunnossapidon help-

pous. Lisäksi UPS laitteeseen verrattaessa kondensaattoreiden ja tuulettimien vaihtoväli on kolme kertaa pidempi. Tämä tuo lisää varmuutta laitteiston pitkäaikaiseen toimintaan. Lisäksi ECM laitteisto ei vaadi erillistä keskusta tai katujakokaappia vaihtoautomatiikalle, vaan kaikki on integroitu suoraan laitteistoon. ECM-järjestelmän sähkökuvasta voi tarkastella tarkemmin järjestelmän toimintaa. Sähkökuva ECM-järjestelmästä löytyy liitteestä 1.

5 Ratapiha valaistus

Aluevalaistuksia on monenlaisia ja saman alueen valaisuun on useita eri ratkaisuja. Valaisintyyppejä on useita ja jokaiselle niistä on omat käyttötarkoituksensa. Nykyään paljon käytettyjen purkaustyyppisten valaisimien tilalle on alettu vaihtamaan led-valaisimia, joilla pystytään aikaansaamaan sama valotehokkuus pienemmällä tehon kulutuksella. Valaisintyyppin ja asennuspaikan lisäksi aluevalaistuksessa ulkoasuun vaikuttaa myös valaisimien asennuskulmat ja niistä löytyvä optiikka. Pieksämäen ratapihalla aluevalaistus on toteutettu valonheitinmastoilla, portaalivalaistuksella ja valaisinpylväillä. Ratapihan nykyisissä valaisimissa käytetään lamppuina monimetallija elohopeahöyrylamppuja. Malliltaan nykyiset valaisimet ovat suuritehoisia valonheittäjiä sekä tavallisia katu- ja maantievalaistuksessa käytettäviä valaisimia.

5.1 Elohopeavalaisin

Elohopeavalaisimella tarkoitetaan kaasupurkauslamppua, jonka sisällä on elohopea- ja argonkaasun seos. Lampun toiminta perustuu sähkövirtaan, joka kulkee elohopeakaasun läpi. Lisäksi elohopealamppuissa on lampun lasikuvun sisäpinnalla loisteainekerros, joka muuttaa osan syntyvästä ultraviolettisäteilystä valoksi. Lampun sytytys tapahtuu kuvun sisällä olevassa kvartsisessa purkausputkessa. Putken molempiin päihin on kytketty pääelektrodit ja apuelektrodi, joka on kytketty sytytysvasituksen kautta pääelektrodiin. (Ahoranta 2013, 333)

Elohopealampun käyttö vaatii kuristimen, jolla vähennetään lampun verkosta otettavan virran suuruutta. Lampulla myös kestää noin 2-3 minuuttia lämmetä täyteen tehoonsa ja sammuttamisen jälkeen lampun pitää jäähtyä ennen uutta sytytystä. Väriltään elohopealamppujen tuottama valo on sinertävää ja energiatehokkuudeltaan elohopeavalaisimet eivät enää nykyään vastaa EU-direktiivin vaatimuksia. Tästä syystä niiden valmistus on lakkautettu vuonna 2015. Elohopeavalaisimia alettiin korvata suurpainenatrium- ja monimetallilampuilla, sekä nykyään vanhoissa kohteissa myös suoraan uusilla LED-valaisimilla. (Ahoranta 2013, 333)

5.2 Suurpainenatriumvalaisin

Toimintaperiaatteeltaan suurpainenatriumvalaisin muistuttaa elohopeavalaisinta. Sekin vaatii kuristimen verkkoon liittymistä varten ja sytytys perustuu sytyttimeen. Purkaustoiminta kuitenkin eroaa hieman elohopealampusta. Kun suurpainenatriumlamppuun kytketään jännite, lampun sytytin lähettää jännitepiikin elektrodien välille purkausputkessa ja niiden välille syntyy purkauskanava ja kanavan ympäröimä natriumhöyry alkaa hehkua voimakkaasti. Tämä hehku tuottaa lampussa oranssin väristä valoa, joka valaisimen optiikalla heijastetaan haluttuun suuntaan. Kuristimen tehtävä on purkauksen jälkeen rajoittaa valaisimelle menevä virta sille ominaiseen arvoon. (Ahoranta 2013, 334)

Energiatehokkuudeltaan suurpainenatriumlamput ovat huomattavasti Elohopeaa parempia. Lisäksi Suurpainenatriumvalaisimien valotasoa voidaan tarvittaessa säätämään, joka ei elohopealampuilla ollut mahdollista. Huonoja ominaisuuksia suurpainenatriumlampuissa kuitenkin myös löytyy. Värintoistoltaan suurpainenatriumlamput ovat yhtä huonoja kuin elohopealamput ja sytytysaika on myös suurpainenatriumlampuilla pitkä. (Tiensuu 2010, 29–30)

5.3 Monimetallivalaisin

Monimetallivalaisimissa lampun sisällä olevan metalli halogeeniyhdisteen koostumuksella voidaan vaikuttaa valaisimen tuottaman valon väriin. Monimetallilamput ovat toimintaperiaatteeltaan purkausvalaisimia. Ne voidaan jakaa kahteen ryhmään

purkausputken materiaalin mukaan kvartsilasiin ja keraamisiin lampuihin. Yleisesti kvartsilasia käytetään suuritehoisissa lamputissa ja keraamista pienitehoisissa. Monimetallivalaisimet käyttävät elektronista liitäntälaitetta kuristimen sijaan, joka mahdollistaa himmennystoiminnon käytön. (Ahoranta 2013, 333)

Valoteholtaan monimetallilamput vastaavat suurpainenatriumlamppuja, mutta niiden värintoisto on huomattavasti suurpainenatriumia parempi. Lisäksi valon väri on monimetallivalaisimissa kellertävän sävyistä ja luonnollista valoa muistuttavaa. Sytytysaika monimetallilampuilla on muutamia minuutteja, mutta uudelleensytytys lampun sammuttua saattaa olla jopa kymmenen minuuttia polttimon kuumuuden vuoksi. Lisäksi monimetallilamput kuluvat nopeasti, jolloin niiden valovirta alenee. Tästä johtuen lamppujen vaihdosta johtuvat huoltokustannukset saattavat olla suurpainenatriumiin verrattuna jopa 1,5-kertaiset. (Tiensuu 2010, 29–30)

5.4 Led-valaisin

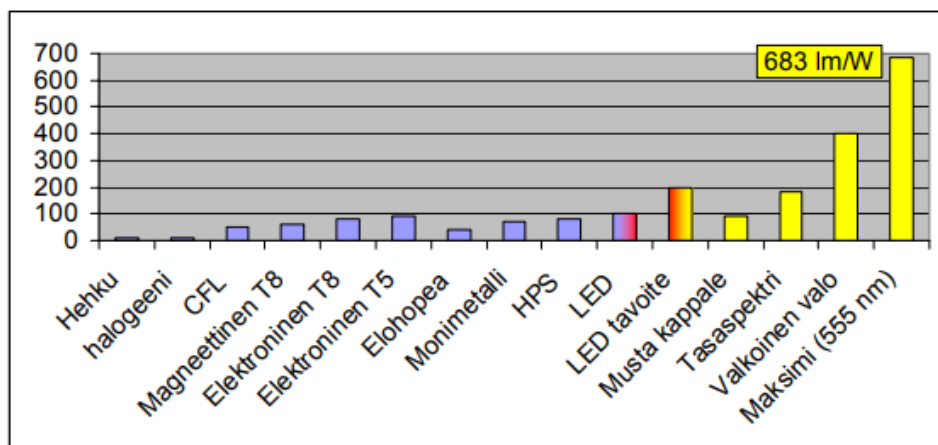
Led-valaisimissa toiminta perustuu puolijohdekomponenttiin. Valoenergian tuotto Led-komponenteissa syntyy pn-liitoksessa. Puolijohteessa elektronien kulkusuunta on katodilta anodille ja virran kulkusuunta päinvastoin. Virta kuljettaa elektroneja kohti sirun liitoskohtaa, jossa elektronit yhdistyvät elektroniaukkoihin, laskien elektronin energiatasoa vapauttaen valo- ja lämpöenergiaa. Led-lamputissa iso osa energiasta on lämpöenergiaa ja ledsiru kuumenee nopeasti ja vähentää ledin elinkaarta, ellei lämpöä ohjata ulos järjestelmästä. Nykyisissä Led-valaisimissa tämä ei kuitenkaan enää ole suuri ongelma, koska jäähdytysmenetelmät ovat kehittyneet paljon led-tekniikan alkuajoista. Led-valaisimilla myös valaisimen sytytys tapahtuu heti kun siihen kytketään virta, eikä sen käyttö vaadi erillisen kuristimen käyttöä. (Tetri, E. N.d.)

Led-valaisimilla värin säätö tapahtuu päällystämällä ledejä erilaisilla loisteaineilla. Valkoista valoa saadaan tuotettua, kun sinistä valoa tuottava ledi päällystetään keltaisen värisellä loisteaineella tai violetti ledi sinisellä punaisella ja vihreällä loisteaineella tai sijoittamalla yhden valaisinkotelon sisään punaista, sinistä ja vihreää

valoa tuottavat ledit. Tämän jälkeen säätelemällä ledien kirkkauksia voidaan tuottaa halutun väristä valoa. (Ahoranta 2013, 331)

Nykyään eri valaisintyyppjä verrattaessa led-valaisimet ovat ylitse muiden usealla eri osa-alueella. Alussa led-valaisimissa ongelmana oli matala valotehokkuus, mutta led-tekniikan kehittyessä siirryttiin käyttämään yhdessä valaisimessa useita led-komponentteja yhdistelemällä niitä paneeleiksi ja jäähdytyksellä voidaan hoitaa paneeleja kerralla. Lisäksi led-paneeleja voidaan yhdistää isommissa valaisimissa yhteen muodostaen led-valaisimia, joilla valoteho on jopa 135lm/W. Verrattaessa muihin valaisin vaihtoehtoihin tämä teho on lähes 30% suurempi kuin vertailun toiseksi tehokkaimmalla suurpainenaatriumvalaisimella. Lisäksi Led-komponenttien käyttöikä voi olla jopa 150 000 tuntia, joka on noin kolminkertainen muihin valaisin vaihtoehtoihin verrattuna. Valaisimien valotehokkuuden vertailu esitetty kuviossa 5. Valaisimen huoltokustannukset siis vähenevät samallakertaa led-valaisimiin vaihdettaessa.

Led-valaisimissa on kuitenkin myös huonoja puolia. Niiden käyttö vaatii aina elektronisen liitäntälaitteen, joka on yleensä isommissa valaisimissa on kuitenkin rakennettu valaisimen rungon sisälle. Lisäksi led-valaisimissa käyttöikään vaikuttaa suuresti ympäristön lämpötila, joka kuumissa lämpötiloissa pudottaa komponenttien käyttöikää huomattavasti. Hinnaltaan led-valaisimet ovat monesti myös huomattavasti muita valaisinvaihtoehtoja kalliimpia, mutta valmistajien väliset erot ovat toistaiseksi vielä todella suuria ja kilpailukykyisesti hinnoiteltuja vaihtoehtojakin löytyy. (LED. N.d.)



Kuvio 5. Erilaisten valaisimien valotehokkuuksia (Tetri, E. N.d.)

6 Saneeraustyön vaiheet

6.1 Nykytilanteen kartoitus

Saneeraamisella tarkoitetaan olemassa olevan rakenteen laajaa korjaamista tai muuttamista. Saneerattavat kohteet ovat yleensä arvioidulta käyttöikältään elinkaarensa päässä, huonossa kunnossa tai tekniikaltaan vanhentuneita. Joissakin kohteissa syitä kohteen laajaan saneeraamiseen voi olla useita. Lisäksi aluevalaistuksen saneerausta suunniteltaessa tulee huomioida turvallisuustekijät. Valaisimien käyttö niiden elinkaaren loppupuolella voi johtaa tilanteisiin, joissa useampi vanhoista valaisimista särkyy lyhyen ajanjakson sisään ja alueelle tulee pimeitä kohtia. Tällöin voi seurata alueella työskenteleville vaaratilanteita huonosta aluevalaistuksesta johtuen. Saneeraustyössä suunnittelu on pieni osa kokonaiskustannuksia ja kuviosta 6 nähdään miten laadukkaalla suunnittelulla voidaan vaikuttaa koko saneeraus projektin onnistumiseen ja sillä aikaansaatavaan säästöön. Suunniteltaessa kohteen saneerausta voidaan myös miettiä rakentamisvaihetta helpottavia ratkaisuja kuten erilaisia vaihtoehtoja rakentamisen toteutukselle. Suurimmat kustannukset kuitenkin muodostaa yllä- ja kunnossapito. Niidenkin suuruuteen voidaan kuitenkin vaikuttaa jo suunnitteluvaiheessa. Kun kohteeseen valitaan oikeanlaiset valaisimet ja muu kalusto kuten rasiat ja kaapelit voidaan huomattavasti vaikuttaa kunnossapitokustannuksiin. Led-valaisimilla ja tiiviillä silumiinirasioidella voidaan varmistaa laitteiston toiminta useiksi vuosiksi ja minimoida huoltokertojen määrä laitteiston elinkaaren aikana. Näkyvien kaapelien asentamisella putkeen kasvatetaan kaapelin elinkaarta, sekä minimoidaan sateen ja muiden ympäristötekijöiden vaikutus.



Kuvio 6. Suunnittelun merkitys valaistuksen rakennus- ja käyttökustannuksiin (Tien-
suu, A. 2010. Uusi valaistuskirja, 37)

Saneerauksen laajuutta suunnitellessa on kysymys aina aikaansaatavien säästöjen suuruudesta ja ajasta missä saneerattava kohde maksaa itsensä takaisin. Kuvio 7 nähdään saneerauksen kustannuksien jakautumista. Valaistus saneerauksessa investoinnin suuruuden määrittää saneerauksen laajuus. Investointia vaativia kohteita ovat mastot, valaisimet, pylvää ja varret sekä kaapelit ja keskuskeskukset. Kuitenkaan kaikkea ei tarvitse saneerata kerralla, vaan saneeraukseen voidaan ottaa esimerkiksi vain valaisimet, pylvää ja niiden varret. Lisäksi kustannuksia tulee valaisimien ja muiden laitteiden kunnossapidosta ja määräaikaishuolloista. Lopuksi tulee huomioida energian kulutuksen muutoksella aikaansaatavat säästöt tai tappiot.

Valaistus saneerauksessa erilaisilla ratkaisuilla saadaan säästöjä eri osa-alueilla. Vaihdettaessa Led-valaisimiin aikaansaadaan energiassa huomattavia säästöjä, joilla voidaan kompensoida valaisimien hieman kalliimpaa hankintahintaa. Led-valaisimiin vaihdettaessa saadaan myös säästöjä huoltokustannuksissa, sillä niiden elinikä on muihin valaisinvaihtoehtoihin verrattuna huomattavasti pidempi. Lisäksi led-valaisimet ovat nykyaikainen ratkaisu niiden monipuolisten ohjausvaihtoehtojen vuoksi.



Kuvio 7. investointi-, kunnossapito- ja energiakustannuksien jakautuminen (Tiensuu, A. 2010. Uusi valaistuskirja, 37)

6.2 Valaistuksen ja ohjausratkaisujen suunnittelu

Sareeraustyön ensimmäinen vaihe oli laitteiston sen hetkisen kunnan kartoitus. Tämä tapahtuu ST-kortiston mukaisella valaistus ja valaistusjärjestelmä - kuntotutkimuksella. Kuntotutkimuksen avulla oli tarkoitus selvittää valaistusjärjestelmän nykytilanteen kunto ja kartoittaa erilaisten saneerausratkaisuiden kannattavuutta. Ensimmäisenä selvitettiin lampputyypit, lukumäärät ja lamppukuolleisuus alueella. Tyypiltään valaisimet olivat joko suurpainenatrium- tai monimetallivalaisimia ja mastoissa paikoittain myös elohopeaheittimiä. Tehoiltaan valaisimet vaihtelevat 400W-1000W välillä valaisimen mallista riippuen. Kaikenkaikkiaan saneerattavia valaisimia pohjoisella ratapihalla on noin 220 kappaletta, lukuunottamatta rakennusten seinävalaisimia, pienimpiä pihavalaisimia tai kulkuväylien valaistusta paikoissa, joissa ylikulkuväylän valaistus on yhteydessä autotien valaistuksen kanssa. Lamppukuolleisuus oli hyvin vähäistä alueella, koska valaisimiin oli vaihdettu uudet polttimot vuonna 2011. Kuitenkin jo nyt löytyi muutamia valaisimia, joissa lamppu oli palanut ja osalla alueista, kuten laskumäessä valaisimien tuotaman valon väri oli alkanut muuttua oranssin punertavaksi. Tämä kertoi valaisimen lähenevän elinkaarensa päätä. Valaistusjärjestelmät alueella toimivat kuten pitääkin. Kaikki valaisimet ovat

hämäräkytkimien takana ja alueelta ei löytynyt osia, jotka eivät ohjautuisi käyntiin. Kuitenkin valaistuksenohjauksessa oli parannettavaa. Osa alueista käynnistyi tarkastelu ajankohtana noin kello 7:10 aamulla, mutta yksi alueista oli pimeänä melkein kello 9:00 saakka. Tämä ongelma oli kuitenkin korjattavissa säätämällä hämäräkytkimien potentiometrejä. Mekaanisesti laiteisto oli kovasti kärsinyt. Osassa valaisimista kuvut olivat palaneet kokonaan puhki ja isossa osassa kuristimet olivat kärsineet kovia. Portaalien ylösvientien kaapeleista löytyi paljon pinnan murtuneisuutta ja paikoittain jopa johtimien kuori oli näkyvässä. Rasioissa oli paikoittain päässyt vettä sisälle huonon eristyksen vuoksi, ruostuttaen kaikki komponentit rasian sisällä. Kuitenkin portaalien alla olevat kytkentäkotelot olivat hyvässä kunnossa ja syöttökaapeleissa ei löytynyt isompia vaurioita. Mastoissa löytyi vaihtelevuutta paljon, sillä alueen valonheitinmastot olivat rakennettu kahdessa erässä. Järjestelyratapihan mastoja oli kahdenlaisia: vanhempia 1980-luvun aikana rakennettuja 32 metriä korkeita mastoja, joissa oli leveä seisontateline maston huipulla. Loput mastot olivat kapeampi rakenteisia 2000-luvun alkupuolella rakennettuja 30 metriä korkeita valonheitinmastoja, joissa ei ollut telinettä maston huipulla. Uudemmat mastot olivat päällisin puolin hyvässä kunnossa, eikä perustuksissa näy rappeamia. Vanhemmat mastot olivat kuitenkin ulkoisesti täysin ruostuneet, eikä mastojen kuntoa voi varmasti todeta ilman mittauksia. Vanhoissa mastoissa myös perustuksien pinta oli monessa mastossa rappeutunut ja pinnallisia halkeamia oli nähtävissä. Lisäksi mastoissa on paikoittain vain yksi tai kaksi valaisinta, vaikka tilaa olisi asentaa mastoon useampi. Aluevalaistuksesta saataisiin yhtenäisempi ja valoteholtaan tasaisempi, mikäli mastoissa olleiden heittimien määrää lisättäisiin ja valaistusta kohdennettaisiin tasaisesti joka suuntaan ratapihalla.

Suunniteltaessa uutta valaistusta ratapiha-alueelle täytyy ottaa huomioon Liikenneviraston ohjeissa määriteltyjä asiota. Liikenneviraston ohjeet noudattavat standardeissa SFS-EN 12464-2 ja SFS-EN 12464-1 esitettyjä valaistusteknisiä vaatimuksia. Ohjeesta löytyy jokaiselle alueelle asetetut valaistusmääreet, jotka ovat riippuvaisia rautatieosuudesta. Osa-alueita on neljä: matkustaja-alueet, seisonta- ja huoltoraiteet sekä vaihtotyö- ja kuormausalueet, junien huolto- ja järjestelypihat, sekä rautatietunnelit. Matkustaja-alueilla valaistuksella pyritään parantamaan matkustajien liikenneturvallisuutta sekä yleistä viihtyvyyttä. Matkustaja-alueiden

valaistuksen tason määrittää turvakameroiden asettamat rajat. Näitä rajoja ovat keskimääräinen valoteho ja riittävä värintoisto. Taulukosta 1 nähdään eri matkustaja-alueiden valaistusvaatimuksia. Taulukon tiedoista tärkeimmät tarkastelun kannalta ovat E_{hm}, joka tarkoittaa aluevalaistuksen keskimääräistä vaakatason valaistusvoimakkuutta pinta-alan yksikköä kohden ja R_a, joka on valaistuksen värintoistoindeksi. (RATO 5)

Taulukko 1 Valaistus vaatimuksia matkustaja-alueilla (Liikennevirasto 2015. Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu, 134)

Matkustaja-alueet	E_{hm}	U_o	U_d	R_{GL}	R_a
<i>Avoimet asemalaiturit</i>					
Pienet asemat	10	0,25	0,13	50	20
Keskisuuret asemat	20	0,40	0,20	45	60
- vilkas toiminta	50	0,40	0,25	45	60
Suuret asemat	50	0,40	0,25	45	60
<i>Asemalaiturit, laiturikatos</i>					
Pienet asemat	20	0,40	0,25	50	60
Keskisuuret asemat	50	0,50	0,33	40	60
Suuret asemat	100	0,50	0,33	35	80
<i>Täysin suljetut laiturialueet</i>					
Pienet asemat	100	0,40	0,25		60
Suuret asemat	200	0,50	0,33		60
<i>Asematunnelit</i>					
Pienet asemat	50	0,50	0,33		60
Keskisuuret ja suuret asemat	100	0,50	0,33		60
<i>Avoimet portaat</i>					
Pienet asemat	30	0,40	0,20	45	20
Keskisuuret ja suuret asemat	50	0,50	0,20	45	60
<i>Katetut portaat</i>					
Pienet asemat	50	0,40	0,20	45	20
Keskisuuret ja suuret asemat	100	0,50	0,20	45	60
<i>Kulkureitit P-luokkien mukaisesti</i>					
Pienet asemat (P4)	5				20
Keskisuuret ja suuret asemat (P2)	10				20
Pysäköintialueet (P2)	10	0,40	0,20		20

Huolto- ja seisontaraiteilla sekä vaihtotyö- ja kuormausalueilla valaistukseen vaikuttaa pääasiassa työskentelyn määrä. Alueella työskentelyn olleessa jatkuvaa, tulee alueilla olla jatkuva valaistus, jonka ohjaus säädetään työskentely tuntien mukaisesti. Vaihdealueilla valaistus toteutetaan työntekoa varten, kuitenkin siten

että jokainen vaihde tulee olla tarpeen vaatiessa valaistavissa. Seisonta- ja vaihtotyöraiteilla valaistuksella turvataan alueella työskentelevän ratapihahenkilökunnan turvallisuus. Osa työtehtävistä edellyttää korkeampia valaistusvoimakkuuksia, kuten vaunujen tunnisteiden lukeminen, joten valaistusvaatimukset ovat kyseisellä alueella korkeammat. Huolto- ja järjestelyratapihoilla tehdään vaunujen ja vetureiden huoltotoimenpiteitä, sekä vaunuletkojen uudelleen järjestelyä. Näillä alueilla tarvitsee myöskin nähdä vaunujen tunnistetietoja sekä tehdä muitakin tarkkuutta vaativia toimenpiteitä. (RATO 5)

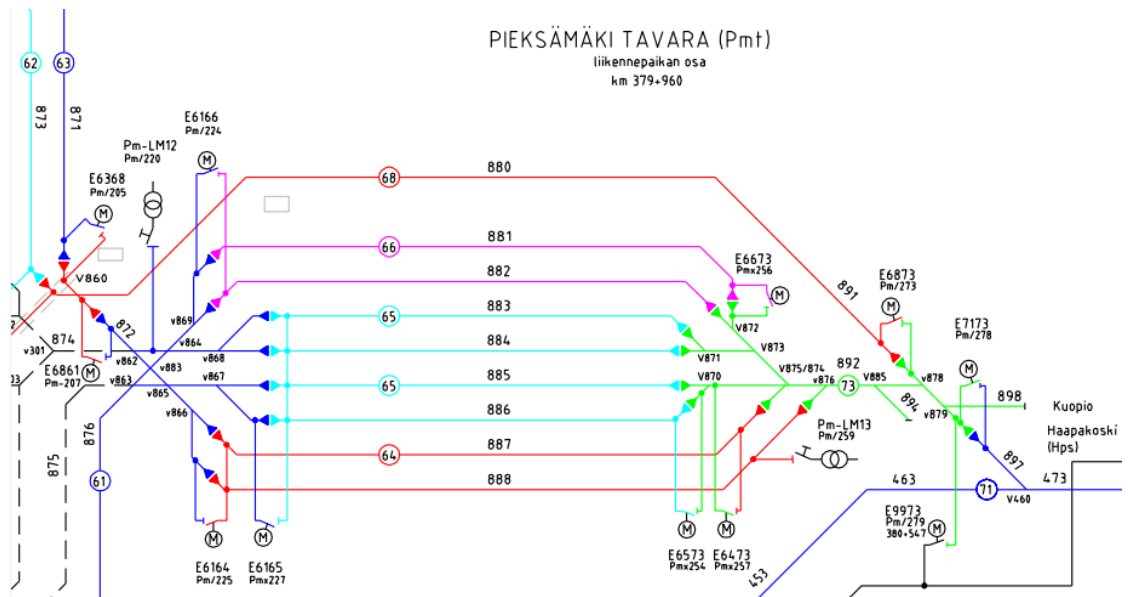
Taulukko 2 Valaistus vaatimuksia eri ratapiha-alueilla (Liikennevirasto 2015. Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu, 135

Ratapiha-alueet	E _{hm}	E _{vm}	U _o	U _d	R _{GL}	R _a
Tavara-alueet						
Trukkien, nosturien ja autojen liikennealue	20		0,50	0,33	45	20
Avokuormausraiteet	20		0,40	0,20	50	20
- vähäinen toiminta	10		0,25	0,13	50	
- vilkas toiminta	50		0,40	0,25	45	
Katetut kuormausraiteet	50		0,40	0,20	40	60
- vilkas toiminta	100		0,50	0,33	40	60
Konttinosturiraiteet	20	10	0,40	0,20	50	60
- vilkas toiminta	50	20	0,40	0,20	45	60
Vaihtotyöratapiha						
Vaihdealue	10		0,40	0,20	50	20
Ratapihan keskiosa	10		0,40	0,20	50	20
- jos työ on jatkuvaa	15		0,40	0,20	45	20
Vetoraide	10		0,50	0,33	50	20
Vaunujen ja vetureiden huolto-, korjaus- ja säilytysalueet						
Matkustajavaunujen puhdistusraiteet	10		0,40	0,20	50	20
Matkustajavaunujen huoltoraiteet	20		0,40	0,33	45	20
- vilkas toiminta	50		0,50	0,33	45	20
Matkustajavaunujen pesuraiteet	20	10	0,40	0,33	45	60
- vilkas toiminta	50	20	0,50	0,33	45	60
Vaunujen huoltoraiteet	20		0,40	0,20	40	20
Vaunujen korjausraiteet	50	50	0,50	0,33	40	20
Vaunujen säilytysraiteet	5		0,25	0,13	50	20
Veturien säilytysraiteet	10		0,40	0,20	50	20

6.3 Työmaan valmistelu

Valaisimien vaihtotyön suunnittelua varten täytyy edetä ratatyömenettelyn ohjeiden mukaisesti ja koska työskennellään aktiivisesti liikennöidyllä rataosalla, kyseessä on ensimmäisen luokan ratatyö. Tällä tarkoitetaan mitä tahansa työtä, jossa täytyy mennä työskentelemään radan turvaetäisyyksien sisäpuolelle ja liikennöinti täytyy kyseisellä rataosalla keskeyttää, jotta työtä voidaan turvallisesti tehdä. Ensimmäisen luokan ratatyöt vaativat aina liikenteenohjauksen luvan työn tekoa varten. Tätä varten tehdään ratatyöilmoitus liikenteenohjaukseen. Ratatyöilmoituksen lomake löytyy oppinäytetyön liitteestä 2. (TURO, 41)

Lisäksi työntekoa varten tarvitaan jännitekatko, koska työskennellään sähkörata-alueella ja työn tekeminen ei onnistu riittävillä turvaetäisyyksillä sähköradan jännitteisiin osiin. Jännitekatkolla tarkoitetaan sähköratalaitteiston tietyn osan tekemistä jännitteettömäksi avaamalla sen ryhmän, jonka piirissä olevalla alueella työtä tullaan tekemään, erottimet. Kytkentäryhmien selvitys tehdään raiteistokaavion ja ryhmityskaavion avulla. Esimerkki ryhmityskaaviosta ja Pieksämäen tavararatapihan kytkentäryhmistä löytyy kuvista 8. Työmaalla erottimien avaus tapahtuu jännitekatkopyynnöllä, joka esitetään kytkentäehdotuksen laatijalle tai joissakin tapauksissa suoraan käyttökeskukselle. Käyttökeskuksella tarkoitetaan keskusta, jossa käyttöpäivystäjä valvoo energian käyttöä ja tekee keskitetyksi sähköradan kytkentämuutoksia. Jännitekatkoilmoituksessa on turvallisuussyistä nimitetty useita henkilöitä, jotka ovat vastuussa eri osa-alueista. Kokonaisuudessaan jännitekatko ilmoitus on esitetty liitteessä 3. Lupien jälkeen työn aloittamista varten täytyy olla aina aloittamislupa käyttökeskukselta ja liikenteen ohjaukselta. Työn aloittamisluvan myöntämisen jälkeen jännitteettömyys tulee todeta siihen tarkoitettulla jännitteenkoettimella ja työskentelyalue tulee työmaadoittaa ennen sähkötöiden aloittamista. (Sähkörataohje, 18–21)



Kuvio 8. Pieksämäki tavararatapihan ryhmityskaavio

7 Lopputuloksen esittely

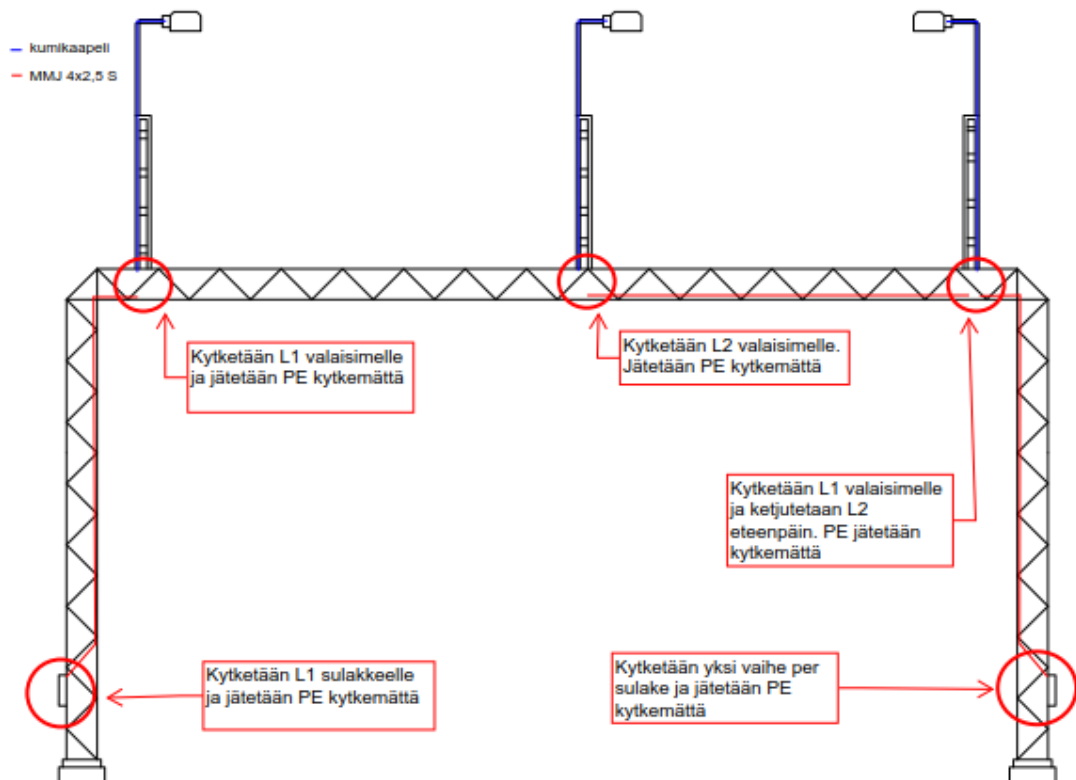
7.1 Valitut saneerausratkaisut

Valaistuksen nykytilanteen selvitystöiden ja valaistustarpeiden kartoittamisen jälkeen päätimme valaistussaneerauksessa rajata portaalialueilla ja i-pylväillä saneerauksen valaisimiin, rasiointien vaihtoon, sekä ylösventikaapeloinnin ja putkituksien uusimiseen. Syöttökaapeleiden uusiminen ei ollut tarpeellista, sillä ne olivat hyvässä kunnossa ja niiden uusiminen voidaan jättää sähkönsyötön uusimisen yhteyteen, jolloin ne täytyy jokatapauksessa siirtää tai muuttaa uutta syöttöä varten. Mastoista päädyttiin purkamaan vanhemmat 32 metriä korkeat mastot ja mastojen ryhmäkeskukset, mikäli ne oli rakennettu maston yhteyteen. Mastojen tilalle tullaan kasaamaan kapeampi profiilisia 25 metriä korkeita mastoja ja mastoissa olevien heittimien lukumäärää tullaan lisäämään. Alueen keskellä oleviin mastoihin tullaan laittamaan neljä heitintä mastoa kohden ja alueen reunamilla oleviin mastoihin kolmeheitintä siten, että heittimet suunnataan kohti ratapihan keskustaa. Tarpeen vaatiessa heittimien lukumäärää mastoa kohden voidaan nostaa jopa kahdeksaan heittimeen mastoa kohden, mikäli haluttua valotehoa ei saada neljällä heittimellä aikaan. Mastoista täytyy lisäksi tehdä purkusuunnitelmat, koska vanhimmat

valomastot oli kasattu ennen sähkörataportaalien rakentamista, eikä niiden kaataminen perustassa olevan saranan avulla onnistu. Mastojen kaatamisen suunnittelua varten selvitin erilaisten nosturien kantavuuksia. Nosturin nostokyky lasketaan nostokaavion avulla, josta esimerkki löytyy liitteestä 4. Purkutyössä tarvittava nosturi täytyy olla vähintään 70 tonnia, koska sitä pienemmissä pääpuomin pituus ei ole riittävä 32 metriä korkealle masolle. 70 tonnininkin nosturi on joissakin paikoissa riittämätön, sillä nosto etäisyys, josta masto täytyy nostaa sivuun on sille liian pitkä, eikä nostovoima niin pitkästä etäisyydestä ole riittävä. Nosturia varten joudutaan tekemään väliaikaiset ylikäytävät, joiden avulla nosturi saadaan ajettua sopivaan nostopaikkaan. Tämä tehdään, ettei nosturi vahingoita ratakiskoja tai radan puu- ja betonipöllejä. Ylikäytävien sijainneista tein koosteen mastojen purkusuunnitelman yhteyteen. Toinen vaihtoehto mastojen purkuun on purkaa masto osissa raidenosturin avulla ja hitsata siitä osia irti. Tämä vaihtoehto kuitenkin saattaa olla mahdoton, sillä raidenosturissa puomi ei välttämättä riitä riittävään korkeuteen ja purkamiseen voi mennä todella paljon aikaa.

Valaisin vertailua varten pyysimme viideltä eri valaisintoimittajalta tarjouksen aluevalaisimista. Vertailussa oli ennalta määrätty valaisimille haluttu valoteho sekä valon avautumiskulma. Vertailuun otettiin useita eri mallisia valaisimia, mutta vaihtoehdot rajattiin loppujenlopuksi katuvalaisin tyyppisiin valaisimiin, syväsäteilijöihin ja valonheittäjiin. Valmistajien ilmoittama takuu-aika valaisimelle oli lähes kaikissa valaisimissa viisi vuotta, joten ratkaisevaksi tekijäksi jäi kappalehinta ja ohjattavuus. Ohjattavuus rajasi muutaman valaisinvaihtoehdon ulos ja loppujen lopuksi vertailtavaksi jäi vain valaisimien kappalehinnat. Valaisimien takaisinmaksuaikaa miettiessä on huomioitava, että valaisimet oli uusittava jokatapauksessa vanhojen valaisimien huonon kunnan vuoksi muutaman vuoden sisään, joten pelkkien valaisimien osalta takaisinmaksu tapahtuu jokaisella valaisin vaihtoehdolla kyseisen valaisimen takuuajan aikana. Portaali-alueilla päädyttiin valaisinvaihtoehtoon, jolla oli vaatimusten mukaiset valaistusominaisuudet, vähintään viiden vuoden takuu-aika, riittävät ohjausvaihtoehdot ja kilpailukykyinen hinta. Mastoihin saimme samalta valaisintoimittajalta koe-erän valaisimia, joita tullaan testaamaan järjestelypihan alueella.

Tavoitteena opinnätetyössä nykytilanne kartoituksen ja saneerausselvityksen lisäksi tein VR Trackille päivitettyt dokumentit pohjoisen ratapiha-alueen valaisimien sijainneista sekä niiden nykyisistä sähkönsyöttöjen kaapeloinneista. Tällä alustavalla dokumentoinnilla on tarkoitus helpottaa loppudokumentointia rakennustyömaan loputtua ja koota materiaalia eri dokumenteista ja lähteistä yhteen paikkaan. Tein kaksi versiota kuvista, toisen PDF muotoisena, jossa näkyy valaisimien sijainnit ja sähköratapylväiden numeroinnit ja CAD version, jossa näkyy edellämainittujen lisäksi myös valaisimien kaapeloinnit. Lisäksi tein vaihtosuunnitelmat portaalivalaistuksille, sekä kytkentä ohjeen portaalivalaistuksen ryhmityksestä. Ryhmitys on huollon kannalta järkevä, koska tällöin voi jokaisen valaisimen ottaa erikseen sulakkeen avulla kylmäksi tilanteessa jossa se täytyy huoltaa tai vaihtaa. Valaisimien ryhmitys näkyy kuviossa 9 ja kuten kuviosta voi huomata portaalin kytkennöistä jätetään PE kytkemättä. Tämä tehdään turvallisuus syistä, koska portaalit on maadoitettu rakenteen juuresta sähköradan kiskoon. Mikäli maadoitukset olisivat kytketty voisi kiskossa kulkeva virta kulkeutua metallirakenteita pitkin valaisimeen ja rikkoa sen.



Kuvio 9. Portaalien kaapelointi ja kytkentä ohje

7.2 Jatkoimenpide-ehdotukset

Valaistus saneerauksen suunnittelun loppuvaiheen lähestyessä ja rakennustyömaiden alkaessa on jo tullut esiin muutamia erilaisia parannettavia vaihtoehtoja kokonaisuuden parantamista varten. Yksi niistä on valaistuksen ohjaus. Mielestäni nykyinen valaistuksen ohjauksen toteutus hämärätunnistimilla menettelee, mutta pienellä investoinnilla voitaisiin saada koko ratapiha-alueesta myös ohjauksellisesti yhtenäinen, eikä osa alueesta olisi pimeänä muiden alueiden ollessa jo valaistu. Parempi ohjausvaihtoehto olisi esimerkiksi astronominen kellokytkin. Tämän toiminta perustuu yksinkertaisesti kellonaikoihin, jotka kellokytkin automaattisesti päivittää aloituspäivämäärän ja kellonaikojen säätämisen jälkeen. Toinen vaihtoehto olisi lisätä liiketunnistimet hämärätunnistimien lisäksi, jolloin tilannekohtaisesti valot ohjautuisivat liiketunnistuksella päälle hämärätunnisteen sijasta. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan ratkaise yhtenäisen käynnistyksen kanssa olevaa ongelmaa. Tietysti hämärätunnistimetkin voisi vaihtaa vanhoista kierrerruuvilla säädettävistä esimerkiksi digitaalisiin, jolloin hämärätunnistimien säätö olisi helppo saada asetettua yhtenäiseksi. Myös ohjauksen säätö tällä hetkellä on jaoteltu eripuolille ratapihan rakennuksia ja sen voisi muuttaa keskitetyksi, jolloin ohjauksen säätäminen tarpeen vaatiessa onnistuisi yhdellä kertaa. Tämän ohjauksen voisi myös keskittää ECM-laitteiston yhteyteen, jolloin ohjaus olisi helppo uusien ECM-laitteiston asentamisen yhteydessä. Tällöin saataisiin myös syöttö ja ohjaus samaan paikkaan, jolloin laitteistojen huoltaminenkin helpottuisi koska kaikki lähtöpuolen laitteet löytyisi samasta paikasta.

8 Pohdinta

Tavoitteena opinnäytetyössä oli tehdä aluevalaistuksen uusimista varten tarvittavat selvitykset ja perehtyä valaistussaneeraukseen liittyvään ohjemateriaaliin, sekä kerätä olemassa olevista materiaaleista tieto yhteen paikkaan ja niiden pohjalta tehdä uudet dokumentit aluevalaistuksesta. Alkuperäinen tavoite opinnäytetyön alussa oli koko saneerausprojekti, mutta hyvin äkkiä huomasimme, että saneerausprojekti ja opinnäytetyö eivät tule valmistumaan samaan aikaan. Saneerausprojektissa tuli vastaan monia työtä hidastavia seikkoja kuten mastojen purkutyön haastavuus ja

turvakameroiden siirron suunnittelu. Työmaan viivästymisen vuoksi rajasimmekin opinnäytetyötä saneerauksen suunnitteluun ja työmaata valmisteleviin töihin. Mielestäni tämä uudelleen rajaus oli hyvä, sillä se mahdollisti esitellä ja perehtyä enemmän sähkörataan saneeraus kohteena.

Mielestäni sähkörata on kohteena ainutlaatuinen sähkörakentamisen näkökulmasta, eikä siitä ole kirjoitettu paljoa opinnäytetöitä. Tämä mahdollisti minun kirjoittaa enemmän sähkörata rakentamiselle yksilöllisistä työvaiheista ja vähemmän yleisestä valaistuksen uusimiselle tyyppillisistä aiheista. Valaistuksen kustannuksiin liittyvät laskelmat ovat vaikeita laskea tarkkaan ennalta, varsinkin kohteessa joissa muutoksia ratkaisuihin saattaa tulla työmaan edetessä. Tämän vuoksi päädyin jättämään opinnäytetyöstä hintalaskelmat pois ja sen sijaan painotin saneerausta kokonaisuutena ja kustannuksien jakautumista opinnäytetyössäni.

Opinnäytetyössä materiaaleina on käytetty Liikenneviraston omia ohjeita monipuolisesti ja muut opinnäytetyössä lähteet ovat opetusmateriaaliksi tarkoitettuja kirjoja tai muita sähköalan ammattilaisten tekemiä julkaisuja. Lisäksi näiden materiaalien paikkansa pitävyyttä on varmistettu tutustumalla muihinkin lähteisiin, joissa samoja aiheita on käsitelty.

Lähteet

Ahoranta, J. 2013. Sähköasennustekniikka. Helsinki: Sanoma Pro 2013.

Lampputieto. N.d. Lamppujen ominaisuuksia verkkojulkaisu. Viitattu 4.9.2017
<https://lampputieto.fi/lampun-valinta/lamppujen-ominaisuuksia/>

LED. N.d. Enston koulutuskonseptin verkkojulkaisu. Viitattu 24.8.2017.
<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228387313247/1228387387439/1233229692599/1233229715150.html>

Liikennevirasto. 2013. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5 Sähköistetty rata. Kuopio: Kopijyvä Oy.

Liikennevirasto 2015. Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu. Viitattu 4.9.2017 http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf

Liikennevirasto. N.d. Liikenneviraston verkkosivujen esittely virastosta. Viitattu 28.8.2017 <http://www.liikennevirasto.fi/liikennevirasto>

Liikennevirasto. 2017. Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) verkkojulkaisu. Viitattu 29.8.2017 http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2017-15_turo_web.pdf

Ratahallintokeskus. 2009. Sähkörataohjeet verkkojulkaisu. Viitattu 29.8.2017
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_b22_sahkorataohjeet_web.pdf

ST 58.04. 2017. Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Espoo: Sähköinfo Oy.

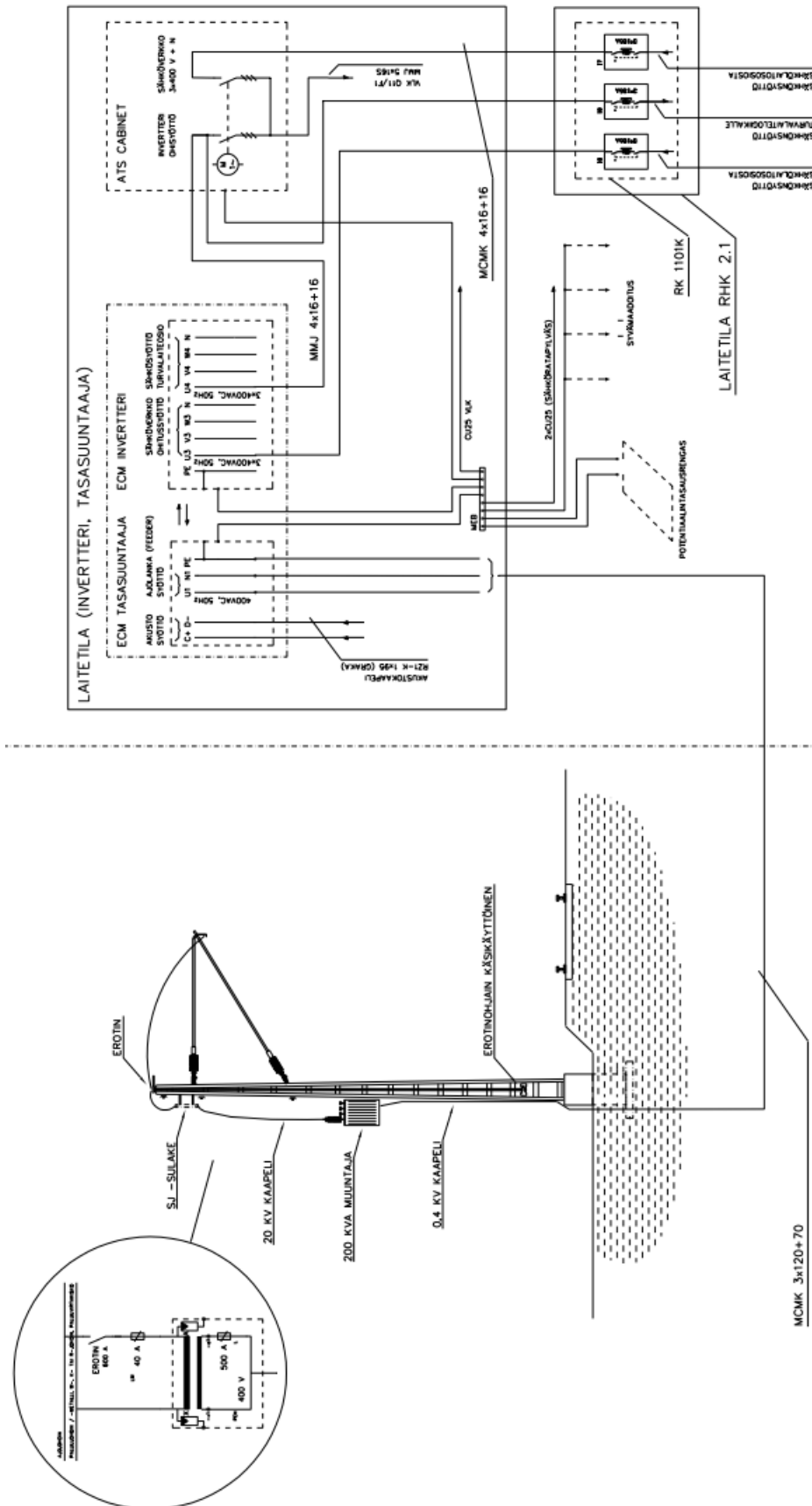
Tetri, E. N.d. Mitä ledi on ja mitkä ovat sen edut ja haitat. verkkojulkaisu viitattu 29.8.2017 http://www.valosto.com/tiedostot/Kohti_valoa_Tetri.pdf

Tiensuu, A. 2010. Uusi valaistuskirja. Helsinki. Viherypäristöliitto ry


VR Group. N.d. 2017. VR-yhtymän verkkoesittely yrityksestä. Viitattu 17.8.2017.
<http://www.vrgroup.fi/fi/vrgroup/vr-group-yrityksena/>

Liitteet


Liite 1. ECM-Järjestelmän sähkökuva




Liite 2. Ratatyöilmoitus-lomake

		RATATYÖILMOITUS <small>PIDETTÄVÄ MUKANA ILMOITUKSEN VOIMASSAOLOAIKANA SÄILYTETTÄVÄ 1KK VOIMASSAOLAJAN JÄLKEEN</small>	
ENNAKKOILMOITUKSEN NUMERO		RTP-TUNNUS	
RATATYÖILMOITUKSEN VOIMASSAOLOAIKA		Työvuoron aloitusaika	
Alkaa	Päättyy	Työvuoron lopetusaika	
Ratatyö suunniteltu ennakkoilmoituksessa tehtäväksi			
<input checked="" type="checkbox"/> liikenteen ehdoilla <input type="checkbox"/> suljettuna liikennönnittä			
RATATYÖN SUJAINTI			
Liikennepaikka tai liikennepaikkaväli Venetmäki - Naarajärvi			
Tunnusväli	Raide	Suunniteltu työaika	Liikennöinti on keskeytettävä
			kyllä ei
			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Ratakilometri			
Muu tarkenne			
RATATYÖN KUVAUS JA KÄYTETTÄVÄ KALUSTO:		<input type="checkbox"/> Tulityötä <input type="checkbox"/> Louhinta- ja räjäytystöitä <input type="checkbox"/> Muu:	
RATATYÖN SUOJAUSTAVAT:			
Liikenteenohjaus			
RATATYÖHÖN JA RATATYÖILMOITUKSEEN LIITTYVÄT ASIAKIRJAT JA MERKINNÄT:			
<input checked="" type="checkbox"/> Kaavio ratatyöalueesta <input type="checkbox"/> Nopeusrajoitusuunnitelma <input type="checkbox"/> Nopeusrajoituksen poistosuunnitelma <input type="checkbox"/> Jännitekatkoilmoitus		<input type="checkbox"/> Liikenteen rajoite -ilmoitus <input type="checkbox"/> Ratatyöstä vastaavien vuorolista <input type="checkbox"/> Liikenneturvallisuussuunnitelma <input type="checkbox"/> Muu:	
RATATYÖSTÄ VASTAAVA 1		RATATYÖSTÄ VASTAAVA 2 (Ratatyöstä vastaavan vaihtuessa)	
Yritys:		Yritys:	
Nimi:		Nimi:	
RAIL-yhteys 04556		RAIL-yhteys 04556	
Varayhteys:		Varayhteys:	
<input type="checkbox"/> Ratatyöstä vastaavien vuorolistan mukaan			
Laadittu:		Vastaanotettu:	
Lähtäjän allekirjoitus ja nimenselvitys		Vastaanottajan allekirjoitus ja nimenselvitys	

Liite 3. Jännitekatkoilmoitus-lomake

		JÄNNITEKATKOILMOITUS Sivu: 1 / 4		
Pvm: _____ Lomaketunnus _____				
Jännitteettömät kytkentäryhmät	_____			
Työskentelyalue	_____			
Työ, työkoneet	_____			
Työstä vastaava henkilö	_____	Organisaatio _____	Puh _____	
Maadoituksen teosta vastaava henkilö	_____	Organisaatio _____	Puh _____	
Sähköturvallisuus henkilö	_____	Organisaatio _____	Puh _____	
Jännitekatkopyynnön tekijä	_____	Organisaatio _____	Puh _____	
Ryhmittymiskaavion päivityksestä vastaava henkilö		Organisaatio	Puh	
Luvan katkoon antaa	_____	Kuittauspaikka	_____	
Muut tiedot	_____			
Korvattava vetovoima	_____	_____		
Lisätiedot				
Muita merkintöjä	Rullaus	-alkaa suuntaan	-alkaa suunnasta	
		-päätyy	päätyy	
Katkon voi suorittaa liikenteen puolesta	_____			
Päätymaadoitukset	sijainti	ja	Allekirjoitus	
Työmaadoitukset	sijainti	ja		
Kytkenän suorittaa	_____			

		JÄNNITEKATKOILMOITUS Sivu: 2 / 4		
Pvm: _____ Lomaketunnus: _____				
Katko nro		Pvm	Katkoaika	
_____		_____	_____	
Kytkentä "auki"	Suoritettu klo	Kytkentä "kiinni"	Suoritettu klo	
Maadoitukset tehty sekä selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat	/ 20__ Klo	Ilmoitti		
		Ilmoituksen vastaanotti työstä vastaava henkilö		
Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta	/ 20 Klo	Ilmoitti työstä vastaava henkilö		
		Ilmoituksen vastaanotti		
Katko nro		Pvm	Katkoaika	
_____		_____	_____	
Kytkentä "auki"	Suoritettu klo	Kytkentä "kiinni"	Suoritettu klo	
Maadoitukset tehty sekä selvitetty niiden paikka ja työalueen rajat	/ 20__ Klo	Ilmoitti		
		Ilmoituksen vastaanotti työstä vastaava henkilö		
Työt päättyneet, työmaadoitukset saa poistaa ja jännitteen kytkeä työn puolesta	/ 20 Klo	Ilmoitti työstä vastaava henkilö		
		Ilmoituksen vastaanotti		

Kytkenä

Asema		Kytkin	Ohjaussuunta	Huom.
1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
4	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
5	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
6	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
7	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Liite 4. Ajoneuvonosturin nostokaavio

