

Mikko Lähdekorpi

SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPIDON PARANTAMINEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2014

SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPIDON PARANTAMINEN

Mikko Lähdekorpi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2014
Ohjaaja: Lehtio, Ari
Sivumäärä: 41
Liitteitä: 16

Asiasanat: kunnossapito, kunnossapitosuunnitelma, dokumentointi, sähkölaitteet

Tämän opinnäytetyön aiheena oli Bronto Skylift Oy:n Porin tehtaan sähkölaitteiden kunnossapidon parantaminen. Työn tärkeimpinä tavoitteina voidaan pitää sähkökeskusten dokumentaatioiden päivittämistä ajantasalle. Aikaisemmat keskuksset ovat kokeneet mittavia muutoksia tuotantolinjojen muutoksien ohella etenkin koneistamon ja hitsaamon alueilla. Toinen tärkeä kohde on standardeja noudattavan kunnossapitosuunnitelman luominen, jotta sähkölaitteiden toimivuutta sekä samalla tuotannon luotettavuutta saataisiin tulevaisuudessa taattua järjestelmällisellä ja säännöllisellä kunnossapidolla.

Työ alkoi sähkökeskusten, niiden komponenttien ja laitteiden kartoittamisella. Koska minkäänlaista suunnitelmaa ei entuudestaan ollut, toteutettiin kartoitus vanhojen dokumenttien avulla ja asentajien tietojen perusteella. Laajan kartoituksen jälkeen aloitettiin kiinteistön nousujohtokaavion ja keskuskohtaisten dokumenttien uudelleenrakennus.

Dokumentointien päivittämisen jälkeen keskuksille ja laitteille luotiin alustava kunnossapitosuunnitelma. Suunnitelma on helppo lähteä laajentamaan, kehittämään ja tulevaisuudessa siirtämään automaattiseen kunnossapitojärjestelmään, jonka kilpailutus ja valintaprosessi ovat vielä kesken. Kunnossapitosuunnitelma sisältää erilaisia tarkastuksia ja mittauksia kiinteistön keskuksille, keskuskomponenteille sekä sähkölaitteille. Lopputuloksena saatiin keskusten dokumentointi päivitettyä ajantasalle ja luotua kunnossapitosuunnitelmapohja peruskomponenteille ja laitteille.

ELECTRICAL DEVICES MAINTENANCE IMPROVEMENT

Lähdekorpi, Mikko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

April 2014

Supervisor: Lehtio, Ari

Number of pages: 41

Appendices: 16

Keywords: maintenance, maintenance program, documentation, electrical devices

The purpose of this thesis was to improve electrical devices maintenance at Bronto Skylift's Pori factory. The main objectives of the work were to update the electrical documentation and to create a maintenance program that goes along with all the electrical standards. Systematic and regular maintenance assure functionality and reliability of the electrical devices also in the future.

I began my work with mapping of the electrical centers and their components and equipment. Since Bronto Skylift had no previous plan, was the mapping put into practice with the help of old documents and information from the mechanics. After a long mapping I started to redraw the property's riser drawing and the center's documents.

Once the documents were updated a preliminary maintenance program for the centers and electrical devices was created. The plan is easy to extend, develop and move to an automatic maintenance system in the future. The tendering and the selection process of the maintenance system are still unfinished. The maintenance program includes different inspections and measurements of the property centers, center components and electrical devices. As an end result the centers' documentations were updated and a base of an electrical maintenance program for basic components and devices was created.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TYÖN KUVAUS JA TAVOITTEET	6
3	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	7
3.1	Bronto Skylift Oy Ab	7
3.2	Tuotevalikoima	8
3.2.1	Teollisuuslaitteet	8
3.2.2	Palo- ja pelastuslaitteet	8
4	KUNNOSSAPIDON TEORIAA	10
4.1	Kunnossapitolajit	10
4.1.1	Ehkäisevä kunnossapito	11
4.1.2	Korjaava kunnossapito	11
5	SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO	12
5.1	Kunnossapitotyöt	12
5.2	Sähkölaitteistojen luokittelu	13
5.2.1	Luokittelemattomat sähkölaitteistot	14
5.2.2	Luokan 1 sähkölaitteisto	14
5.2.3	Luokan 2 sähkölaitteisto	14
5.2.4	Luokan 3 sähkölaitteisto	15
5.3	Käyttönottotarkastus	16
5.4	Varmennustarkastus	17
5.5	Määräaikaistarkastus	18
6	SÄHKÖDOKUMENTTIEN PÄIVITTÄMINEN	19
6.1	Nousujohtokaavio	20
6.2	Keskuskaaviot	20
6.2.1	JK 1	21
6.2.2	JK 2	21
6.2.3	JK 3	21
6.2.4	JK 4	22
6.2.5	JK 6	22
6.2.6	JK 6.1	22
6.2.7	JK 8 ja JK 8.1	22
6.2.8	JK 10	23
6.2.9	JK 11	23
6.2.10	Vanha pääkeskus	23
7	SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	24
7.1	Jatkuva valvonta ja tarkastelu	24

7.2	Vikavirtasuojat.....	24
7.3	Tehtaan valaistus.....	25
7.3.1	Sisävalaistus	26
7.3.2	Ulkovalaistus	26
7.3.3	Merkki- ja turvavalaistuskeskus	26
7.4	Kompensointikeskus	28
7.5	Pääkeskus	29
7.5.1	Arvokilvet	29
7.5.2	Katkaisija ja elektroninen suojarahle.....	30
7.5.3	Yleinen siisteys.....	32
7.5.4	Pääkeskuksen dokumentointi	32
7.6	Ryhmäkeskukset	33
7.6.1	Kontaktorit	33
7.6.2	Lämpöreleet.....	33
7.6.3	Sulakkeet	34
7.6.4	Pistorasiakeskukset	35
7.6.5	Ryhmäkeskusten dokumentointi	36
7.7	Autolämmituspistorasiat.....	36
7.8	Lämpökamerakuvaus	37
8	OPINNÄYTETYÖN ARVIOINTI	39
9	YHTEENVETO	40
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on sähkölaitteiden kunnossapidon kehittäminen. Työn tilaajana on Bronto Skylift Oy Ab. Aloitin Brontolla työskentelyn vuonna 2007. Tämän jälkeen olen ollut mukana yrityksen toiminnassa niin tuotannon puolella sähköasentajana kesätöissä ja määräaikaisena työntekijänä sekä nyt viimeiset vajaa kaksi vuotta toimihenkilönä ammattikorkeakouluopiskelujeni ohella.

Olikin siis luontevaa, että tulisin tekemään opinnäytetyöni Brontolle. Sopiva aihe löytyi, kun yrityksellä ilmeni uusien projektien myötä tarve sähkölaitteiden kunnossapidon kehittämiseksi. Opinnäytetyöni kaksi eri kokonaisuutta ovat sähkökeskusten keskuskaavioiden päivittäminen ajantasalle sekä sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelman luominen sisältäen työohjeita.

2 TYÖN KUVAUS JA TAVOITTEET

Porin Bronto Skyliftin tehtaassa hitsaamossa ja koneistamossa on kevästä 2013 lähtien tehty tuotannossa suuria parannuksia ja muutoksia laitteiden tuotannon virtauttamiseen. Hitsaamon osuus on käytännössä jo valmis, mutta koneistamoprojekti on vielä kesken ja valmistuu vuoden 2014 loppuun mennessä. Muutoksilla on pyritty virtauttamaan tuotantoa niin, että tuotteiden työaika hitsauksessa ja koneistuksessa eri työpisteillä ja tuotannon vaiheilla saataisiin mahdollisimman pieneksi.

Tämän uuden tuotantomallin toteuttaminen on vaatinut jokaisen hitsaamossa ja koneistamossa olevan laitteen siirtämistä eri paikkaan. Kyse on esimerkiksi isoista plasmaportaaleista, raepuhaltimista, runko- ja kalustusjigeistä sekä säteis- ja aarporista. Suurimpien laitteiden paikka on muuttunut toiselle puolelle hallia, mikä tarkoittaa käytännössä myös sitä, että sähköisen kuorman jakautuminen pitkin hallia muuttui täysin entiseen verrattuna. Muutoksien toteutus vaati uusien sähkökeskusten hankkimista, paljon vanhojen ryhmäkeskusten lähtöjen purkamista

sekä muuttamista toiseen paikkaan sähkökuorman tasaamiseksi ja isojen sähkölähtöjen riittävyyden varmistamiseksi kaikille koneille ja laitteille.

Tästä syntyi idea opinnäytetyöni aiheelle. Sähkökeskusten keskuskaavioita ei ollut koskaan päivitetty, vaikka muutoksia ja lisäyksiä olikin tehty vuosien saatossa. Nyt oli siis hyvä aika päivittää dokumentit muutosten ohella vastaamaan todellisuutta. Jotta keskusten dokumentit ja toiminta pystytään tulevaisuudessakin pitämään hyvällä tasolla, täytyy niille luoda säädösten mukainen kunnossapitosuunnitelma. Keskusten komponentit tullaan tarkistamaan säännöllisesti esimerkiksi lämpökameralla. Näin pystytään ehkäisemään suurin osa vioista jo ennen niiden syntymistä ja välttämään niiden mahdollisilta tuotantoa hidastavilta tai pahimmillaan keskeyttäviltä vioilta.

Tavoitteena on siis luoda järkevä, toteuttamiskelpoinen ja standardien mukainen kunnossapitosuunnitelma sähkökeskuksille ja sen komponenteille. Tällä tavoin keskusten sekä niiden sähkölaitteiden kunto tulisi aina pysymään hyvänä. Kun kunnossapitoa tehdään säännöllisesti tietyin aikavälein, pystytään ennalta ehkäisemään vikoja jo ennen suurempia vaurioita

3 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

3.1 Bronto Skylift Oy Ab

Bronto Skylift on yksi maailman johtava hydraulisten kuorma-autoalustaisten nostolavalaitteiden valmistaja. Bronto valmistaa, suunnittelee, myy ja huoltaa laitteita joita käytetään pääsääntöisesti palonsammutukseen, pelastukseen sekä muuhun erilaiseen korkealla tapahtuvaan työhön, kuten esimerkiksi tuulivoimaloiden turbiinien huoltotöihin. Noin 50-vuotisen historiansa aikana Bronto on toimittanut jo yli 6300 laitetta eri puolille maailmaa yli 120 maahan. (Bronto Skylift Oy [www-sivut](http://www-bronto.com).)

Yrityksen pääkonttori sijaitsee Tampereella. Porin tehtaalla valmistetaan laitteiden puomistot. Bronto Skyliftilla on tytäryhtiöitä Yhdysvalloissa, Saksassa, Ruotsissa ja Sveitsissä. Yritys työllistää Suomessa Tampereen ja Porin tehtailla yhteensä noin 400 henkilöä. Bronto Skylift on kuulunut vuodesta 1995 amerikkalaiseen Federal Signal Corporationiin. (Bronto Skylift Oy [www-sivut.](#))

3.2 Tuotevalikoima

Yrityksen tuotevalikoima sisältää noin 50 erilaista mallia, joiden työskentelykorkeus yltää 16 metristä jopa 112 metriin. Laitteiden modulaarisuus mahdollistaa monenlaisia erilaisia variaatioita. Erilaisia varusteita laitteisiin on tarjolla satoja asiakkaiden tarpeiden mukaan. Bronto Skyliftilla valmistettavat laitteet voidaan jakaa kahteen eri ryhmään niiden käyttötarkoituksen mukaan: teollisuuslaitteisiin sekä palo- ja pelastuslaitteisiin. (Bronto Skylift Oy [www-sivut.](#))

3.2.1 Teollisuuslaitteet

Bronto Skyliftin henkilönostimia on käytössä melkein kaikilla suurilla urakoitsijoilla ja laitevuokraamoilla Suomessa. Nostokorkeus näillä laittella on 23 – 112 metriä. Isoja, korkealle yltäviä laitteita käytetään esimerkiksi tuulivoimaloiden trubiinien huoltoon. Laitteita on saatavilla myös eristettyinä SI-malleina, jotka soveltuvat sähkölinjojen huoltotöihin. (Bronto Skylift Oy [www-sivut.](#))

3.2.2 Palo- ja pelastuslaitteet

Palo- ja pelastuslaitteiden valmistajana Bronto Skylift on yksi maailman johtavimpia ja tunnetuimpia. Yritys on erikoistunut erilaisiin nostolavalaitteisiin, vesi- ja vaahtomastoihin sekä puomitikkaisiin. Näiden laitteiden nostokorkeus on sama kuin teollisuuslaitteilla eli 23 – 112 metriä. Asiakkaille on saatavilla paljon erilaisia palotorjuntaan ja pelastukseen liittyviä lisävarusteita. Laitteita myydään ympäri maailmaa eri pelastuslaitoksille.



Kuva 1. Bronto Skyliftin valmistama teollisuuslaite S90HLA (Bronto Skylift Oy www-sivut)



Kuva 2. Bronto Skyliftin valmistama palo- ja pelastuslaite 112HLA (Bronto Skylift Oy www-sivut)

4 KUNNOSSAPIDON TEORIAA

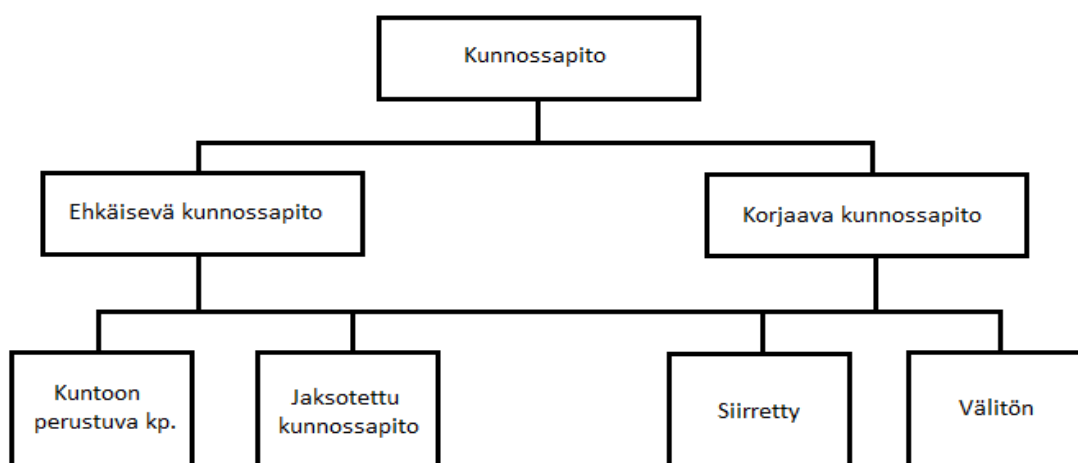
Kunnossapitoon liittyviä määritelmiä löytyy useista standardeista sekä kunnossapitoon liittyvästä kirjallisuudesta. Standardi SFS-EN 13306 on määritellyt kunnossapidon seuraavalla tavalla:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeen johdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (Mikkonen 2009, 26.)

Kunnossapidon tehtävä on nykyäskäityksen mukaan pitää jatkuvasti laitteet käyttökunnossa. Edelleen kunnossapitoon kuuluu rikkoutuneiden komponenttien ja laitteiden korjaustyöt, mutta se ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Nykyäskäityksen mukaan kunnossapitoa ei luokitella enää kustannukseksi, vaan yhdeksi tuotannontekijäksi, millä pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. (Mikkonen 2009, 25.)

4.1 Kunnossapitolajit

Kuvassa 3 on kunnossapitolajit jaettu eri osa-alueisiin. Kuva on standardin SFS-EN 13306 mukainen jaottelu eri kunnossapitolajeille.



Kuva 3. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306 (Mikkonen 2009, 98)

4.1.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään pitämään yllä laitteen tai komponentin käyttöä ja estetään mahdollisen vian tai vaurion syntymisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä. Tätä kunnossapitolajia tehdään säännöllisin väliajoin tai kun asetetut kriteerit täyttyvät. Ehkäisevän kunnossapitoon kuuluu SFS-EN 13306 mukaan kaksi alaryhmää: kuntoonperustuva kunnossapito sekä jaksotettu kunnossapito. (Mikkonen 2009, 98-99.)

Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa tarkkaillaan kohteen kuntoa ja sen suorituskykyä. Erilaisiin huoltotoimenpiteisiin ryhdytään havaintojen perusteella. Kohteen suorituskykyä voidaan mitata silmämääräisesti, erilaisilla antureilla ja mittauksilla. Kohteen tai laitteen seuranta voi olla tarpeen mukaan tapahtuvaa, jatkuvaa tai aikataulutettua. Tällaisia huoltotöitä voisivat olla esimerkiksi laitteelle tehtävät säätötyöt sekä kuluvien osien vaihtaminen toiminnan varmistamiseksi. (Mikkonen 2009, 99.)

Jaksotetussa kunnossapidossa koneen kunto ei vaikuta millään tavalla tehtäviin toimenpiteisiin. Nämä kunnossapitotoimet ovat sidottuina koneen käytön määrään tai tiettyyn kalenteriaikaan. Tehtävät kunnossapitotoimet ovat aikalailla samoja kuin kuntoon perustuvassa kunnossapidossa. Esimerkkinä kuluvien osien vaihtaminen sekä laitteen puhdistaminen ja voitelu. Yleensä huoltojen toimenpiteet ja aikavälit ovat laitevalmistajan määräämiä. (Mikkonen 2009, 99.)

4.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon ja ehkäisevän kunnossapidon ero on se, että ehkäisevässä kunnossapidossa pyritään estämään, ettei laite vikaantuisi ja että pystyttäisiin ennaltaehkäisemään mahdolliset viat. Korjaavan kunnossapidon periaate on käytännössä täysin päinvastainen. Laitteelle suoritetaan tarvittavaa huoltoa ja kunnossapitoa vasta vikaantumisen jälkeen ja saadaan näin palautettua laite mahdollisimman nopeasti takasin toimintakuntoon.

Koska laitteelle ei suoriteta mitään ennakoivaa huoltoa, hankaloittaa se vian etsintää ja paikantamista jonkin verran. Tämän takia tälle kunnossapitolajille on esitetty kaksi alaryhmää siirretty ja välitön huolto (kuva 3). Sen mukaan, kuinka tärkeä laite on tuotantoprosessissa, voidaan määritellä pitääkö laite korjata välittömästi. Mikäli laitteen käyttö on vähäistä ja mahdolliset viat eivät vaikuta heti vakavasti tuotannon etenemiseen, voidaan laitteen huoltoa siirtää. (Mikkonen 2009, 99.)

5 SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO

Kunnossapidon tarkoitus on ylläpitää sähkölaitteiston vaadittua kuntoa. Sähkölaitteistojen haltija huolehtii siitä, että laitteiston kunnosta ja turvallisuudesta pidetään huolta sekä niissä havaittavat viat ja puutteet poistetaan mahdollisimman nopeasti. (SFS-käsikirja 6002 2012, 36.)

5.1 Kunnossapitotyöt

Sähkölaitteistojen kunnossapitotyöt voidaan jakaa kahteen osaan:

- Työt, joissa työntekijällä on oikosulun, sähköiskun tai valokaaren vaara. Näihin töihin työmenetelmä on sovellettava oikein eli työ on tehtävä jännitetyönä, jännitteettömänä tai lähityönä. (SFS-käsikirja 6002 2012, 73.)
- Työt, joissa kunnossapitoa vaativa laite on rakenteeltaan kosketussuojattu, jolloin työn voi suorittaa turvallisesti. Tästä esimerkkinä on sulakkeen vaihto, jonka saa tehdä myös työhön opastettu henkilö. (SFS-käsikirja 6002 2012, 73.)

Sähkölaitteiston kunnossapitotöitä tehtäessä pitää kunnossapitotoimenpiteelle nimetä vastaava henkilö ja toimenpidettä vaativan laitteiston osa pitää määritellä tarkasti. Kunnossapitotyötä suorittavien henkilöiden täytyy olla ammattitaitoisia tai riittävän opastettuja suorittamaan vaadittu työ. Käytettävien suojarusteiden, työkalujen,

mitta- ja testauslaitteiden pitää olla työhön soveltuvia eikä niiden käyttöä saa laiminlyödä. Muihin henkilöihin ja omaisuuteen kohdistuva vaara on myös estettävä ennen kunnossapitotöiden aloittamista. (SFS-käsikirja 6002 2012, 73 - 74.)

Kunnossapitotyön keskeytyessä on työstä vastaavan henkilön estettävä laitteen luvaton käyttö sekä pääsy paljaisiin jännitteisiin osiin. Kosketussuojien tilapäinen takaisin kiinnittämien estää pääsyn jännitteisiin osiin, ja jännitteen kytkeminen pystytään estämään siihen tarkoitetuilla varoituskilvillä ja lukoilla. Paras vaihtoehto olisi, jos keskeneräinen työ tapahtuu suljetussa tilassa, jolloin ulkopuolisten henkilöiden sisäänpääsy tilaan on helposti estettävissä. (SFS-käsikirja 6002 2012, 75-76.)

Kunnossapitotyön päättyessä tulee työstä vastaavan henkilön luovuttaa vastuu laitteiston käytöstä siitä vastaavalle henkilölle. Luovutetun laitteen kunto ja varmuus sen turvallisesta käytöstä täytyy myös ilmoittaa käyttäjälle. Työstä vastaavan ilmoituksen ja edellä mainitut toimenpiteet voi tehdä esimerkiksi työn aikaisen sähköturvallisuuden valvoja. (SFS-käsikirja 6002 2012, 76.)

5.2 Sähkölaitteistojen luokittelu

Sähkölaitteistot ovat luokiteltu Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (5.7.1996/517) §2:n mukaan kolmeen eri luokkaan laitteistojen erityisominaisuuksien ja laajuuden mukaan. Luokkien perusteella määräytyy varmennustarkastuksen suorittaja sekä suoritus aika. Luokat määräävät myös määräaikaistarkastuksien aikavälit ja suorittajat sekä rekisterinpitäjän, jolle ilmoitukset tehdään. Luokitusperusteina sähkölaitteistoissa on kolmen tyyppisiä asioita: sähkölaitteisto asuinrakennuksissa, jotka löytyvät luokasta 1a; sähkölaitteisto erityistiloissa, joista kertovat luokat 1d, 2b, 3a ja 3b; kolmantena kohtana sähkölaitteistokokonaisuus, luokat 1b, 2c, 2d sekä 3c. Luokkajako on annettu yksityiskohtaisemmin Kauppa ja teollisuusministeriön päätöksessä (5.7.1996/517, 3.5.2004/335) §2:ssä. (Tukes www-sivut.)

5.2.1 Luokittelemattomat sähkölaitteistot

Luokittelemattomiin sähkölaitteistoihin kuuluvat enintään kahden asuinhuoneiston asuinrakennukset riippumatta sitä suojaavan ylivirtasuojan koosta. Samaan kategoriaan kuuluvat myös muut sähkölaitteistot, joissa suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on enintään 35 A. Erityistilat 1d, 2b ja 3a eivät kuitenkaan kuulu tähän ryhmään. (Tukes [www-sivut](#).)

5.2.2 Luokan 1 sähkölaitteisto

1a-luokkaan kuuluvat sähkölaitteet sellaisissa asuinrakennuksissa, joissa asuinhuoneistoja on enemmän kuin kaksi. Asuinrakennus määräytyy sen pääkäyttötarkoituksen mukaan. Rakennuksessa saa olla muitakin kuin asumista palvelevia tiloja, kuten esimerkiksi liiketiloja. (Tukes [www-sivut](#).)

1b-luokka sisältää sähkölaitteistot rakennuksissa, joita suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta ylittää 35 A poislukien asuinrakennukset. Tähän luokkaan kuuluvia rakennuksia ja kiinteistöjä ovat esimerkiksi liike-, teollisuus- ja majoitusrakennusten kiinteistöt, erilaiset yleisten alueiden sähkölaitteistot sekä maatalouden tuotantorakennukset. Tämän luokituksen laitteistoa ei ole rajattu kuuluvaksi pelkästään rakennuksiin, vaan se sisältää haltijan koko kiinteistön tai liittymän. (Tukes [www-sivut](#).)

1d-luokan laitteisto tarkoittaa räjähdysvaarallisessa tilassa sijaitsevaa sähkölaitteistoa, jossa vaarallinen kemikaali vaatii pelastusviranomaiselle ilmoitusta. Tällaisia tiloja ovat ATEX-luokitellut tilat, kuten maalaamot ja varastot, joissa säilytetään räjähdysherkkiä aineita. (Tukes [www-sivut](#).)

5.2.3 Luokan 2 sähkölaitteisto

2b-luokka tarkoittaa lääkintätilojen sähkölaitteistoja sellaisissa terveyskeskuksissa, sairaaloissa ja lääkäriasemilla, joiden leikkaussaleissa ei tehdä laajapuudutusta tai yleisanestesiaa edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä. Potilaiden tutkintaan, valvontaan

ja hoitoon tarkoitetut tilat on määritelty lääkintätiloiksi. Haltijan saman kiinteistön kaikki lääkintätilat myös eri rakennuksissa sijaitsevat sähkölaitteet, kuuluvat luokkaan 2b. (Tukes www-sivut.)

2c-luokkaan kuuluvat sähkölaitteistot, jotka sisältävät jännitteeltään yli 1000 V:n osia lukuun ottamatta sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain suurimmillaan 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

Samaan sähkölaitteistoon kuuluvat kaikki samalle kiinteistölle tai yhteinäiselle kiinteistöryhmälle rakennetut saman haltijan sähkölaitteistot eli myös yli 1000 voltin laitteiden lisäksi kiinteistön muu sisäinen jakeluverkko sekä ne ulkoalueet ja rakennukset, joissa on enintään 1000 voltin laitteistoja. Tärkeää on ottaa myös huomioon, että samalla kiinteistön alueella voi olla eri luokkiin kuuluvia sähkölaitteistoja, jotka kuuluvat eri haltijoille. (Tukes www-sivut.)

2d-luokkaan kuuluvat sähkölaitteistot, joiden liittymisteho on yli 1600 kilovoltiampeeria. Liittymisteholla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle rakennettujen eri liittymien liittymistehojen summaa. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

230/400 voltin järjestelmässä 1600 kilovoltiampeeria vastaa noin 2300 ampeerin virtaa. Määrittelyjen puuttuessa voidaan tarvittaessa liittymistehoa määriteltäessä lähtökohdaksi katsoa myös riittävän pitkältä ajalta mitattu 15 minuutin huipputehon arvo. Sähköntuotantoteho on myös laskettava mukaan, jos sen käyttö on kokonaistehontarvetta määriteltäessä otettu huomioon. (Tukes www-sivut.)

5.2.4 Luokan 3 sähkölaitteisto

3a-luokka pitää sisällään sähkölaitteistot, jotka sijaitsevat räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa räjähdysvaarallisten kemikaalien käsittely, valmistus tai varastointi edellyttävät kemikaalilupaa. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

Kemikaalilupaa vaativaa toimintaa on:

- laajamittainen vaarallisen kemikaalin teollinen käsittely ja varastointi
- laajamittainen nestekaasun tekninen käyttö, varastointi ja käsittely (yli 5 t, enintään 50 t)
- maakaasun varastointi ja maakaasuputkistojen rakennuttaminen, luokan 3 sähkölaitteistoja on esimerkiksi tankkausasemilla sekä suurissa käyttökohteissa (suurempi kuin 6 MW)
- erilaisten räjähteiden valmistus ja varastointi edellyttävät Tukesin lupaa.
(Tukes www-sivut)

3b-luokka tarkoittaa lääkintätilojen sähkölaitteistoja sellaisissa terveyskeskuksissa, sairaaloissa ja lääkäriasemilla, joiden leikkaussaleissa tehdään laajapuudutusta tai yleisanestesiaa edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

Luokan 3b sähkölaitteistoon kuuluvat haltijan kaikki kiinteistön lääkintätilat, vaikka ne sijaitsisivat eri rakennuksessa. Lääkintätilojen ulkopuolella olevat tilat samassa kiinteistössä määräytyvät niiden oman luokkajaon mukaisesti. (Tukes www-sivut)

3c-luokka tarkoittaa verkonhaltijan siirto- jakelu-, tai muuta vastaavaa sähköverkkoa. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

5.3 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastus on tehtävä sähkölaitteistolle ja tarkastuksessa on selvitettävä riittävän laajasti, ettei laitteistosta aiheudu mitään vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastuksesta pitää laatia tarkastuspöytäkirja sähkölaitteiston haltijan käyttöön. Pöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen tiedot, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä, tarkastusten testausten tulokset sekä se, että sähkölaitteet ovat kaikkien säännösten ja määräysten mukaisia. Tarkastuspöytäkirjasta tulee myös löytyä tarkastuksen tekijän allekirjoitus. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei tarvita mikäli

- mahdollisesti aiheutuva vaara tai häiriö sähköalan töissä on vähäistä
- asennettavien laitteistojen nimellisjännite on enintään 50 V AC tai 120 V DC
- kyseessä on yksittäisten komponenttien vaihto, lisäys tai näihin verrattava toimenpide
- kyseessä on yksittäisten laitteiden syöttöön liittyviä muutostöitä enintään 1000 V
- kytkintälaitoksiin kohdistuvat muutostyöt ovat nimellisjännitteeltään enintään 1000 voltia, eikä kytkinlaitoksen nimellisarvoja muuteta
- tilapäislaitteiston asennukset on koottu standardien mukaisista työmaakeskuksista. (SFS-käsikirja 6002 2012, 35.)

5.4 Varmennustarkastus

Kun kyseessä on 1-3 luokan sähkölaitteisto, tulee laitteistolle käyttöönottotarkastuksen lisäksi tehdä varmennustarkastus. Tarkastus on tehtävä myös tämän luokan laitteistojen muutostöille, ellei kyseessä ole jokin yllä laaditun listan mainituista töistä. Varmennustarkastuksessa on riittävällä määrällä pistokokeita tai muulla sopivalla tavalla varmistettava, että turvallisuudelle asetut tasot sähkölaitteistolle täyttyvät ja asianmukainen käyttöönottotarkastus on suoritettu. (SFS-käsikirja 6002 2012, 36.)

Ennen kuin sähkölaitteisto otetaan varsinaiseen käyttöön, on sille tehtävä varmennustarkastus. Luokan 1 ja 2 sähkölaitteistolle voidaan tarkastus tehdä kolmen kuukauden sisällä käyttöönotosta ja verkonhaltijan kalenterivuoden aikana rakennetuille sähköverkoille seuraavan kalenterivuoden aikana. (SFS-käsikirja 6002 2012, 36.)

Varmennustarkastuksen tekijänä voi toimia valtuutettu laitos. Tarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja, paitsi 3a luokan sähkölaitteistoille. Varmennustarkastus voidaan myös korvata sähkölaitteiston rakentaneen tai siitä vastanneen tähän

oikeuden omaavalla sähköurakoitsijan varmennuksella, lukuun ottamatta luokan 3a sähkölaitteistoja. Varmennustarkastuksesta on haltijan käyttöön laadittava tarkastustodistus. Todistuksesta tulee käydä ilmi tarkastettavan kohteen yksilöintitiedot, tarkastusmenetelmä, laitteiden säännösten ja määräysten mukaisuus ja tarkastuksen tekijän allekirjoitus. (SFS-käsikirja 6002 2012, 36.)

5.5 Määräaikaistarkastus

Toiminnassa oleville sähkölaitteistoille on suoritettava määräaikaistarkastus. Tarkastusten aikavälit on luokiteltu kolmeen eri luokkaan sähkölaitteistojen erityisominaisuuksien, laajuuden ja sijoituspaikan mukaan. (SFS-käsikirja 6002 2012, 36.)

Luokan 1 sähkölaitteistoille on suoritettava määräaikaistarkastus 15 vuoden välein asuinrakennuksia lukuun ottamatta. Mikäli asuinrakennuksen sisällä tai sen osana on liiketiloja tai muita kuin asumista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 A, tulee määräaikaistarkastus suorittaa. (SFS-käsikirja 6002 2012, 36.)

Luokan 2 sähkölaitteistojen tarkastusväli on 10 vuotta. Tarkastettavaan sähkölaitteistoon kuuluvat yli 1000 V:n osia sisältävät sähkölaitteistot rakennuksen sisällä tai sen ulkopuolella ja teholtaan yli 1600 kVA:n pienjänniteliittäjät. Tämän luokituksen sähkölaitteistoa sisältäviä tiloja ovat sairaalat sekä lääkäriasemat, jotka eivät sisällä leikkaussalia. (Tukes www-sivut.)

Luokan 3 sähkölaitteistojen tarkastusväli on 5 vuoden välein. Tarkastettavaan sähkölaitteistoon kuuluvat kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat. Luokan 3 sähkölaitteistoa sisältäviä tiloja ovat sairaalat ja lääkäriasemat, joissa on leikkaussali. (Tukes www-sivut.)

Määräaikaistarkastuksissa on riittävällä määrällä pistokokeita tai muulla sopivalla tavalla varmistettava siitä, että sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja sähkölaitteiston kunnossapito- ja huolto-ohjelman mukaiset toimenpiteet on

suoritettu, käyttöön ja hoitoon tarvittavat piirustukset, kaaviot, ohjeet ja välineet ovat käytettävissä sekä muutos- ja laajennustöistä ovat asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat saatavilla. (SFS-käsikirja 6002 2012, 37.)

Määräaikaistarkastuksen tekijänä voi toimia valtuutettu laitos. Tarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja paitsi 3a luokan sähkölaitteistot. Määräaikaistarkastuksesta on haltijan käyttöön laadittava tarkastuspöytäkirja. Pöytäkirjassa tulee yksilöidä tarkastusta koskevat tiedot, kaikki sähköturvallisuuspuutteet ja tarkastuksen tekijän allekirjoitus. (SFS-käsikirja 6002 2012, 37.)

6 SÄHKÖDOKUMENTTIEN PÄIVITTÄMINEN

Dokumenttien päivittämisessä rajaus tehtiin selkeästi nousujohtokaavioon ja keskuskaavioihin. Työtä näissä oli jo riittävästi, koska dokumentaatiota oli jäänyt piirtämättä puhtaaksi jo aiempien muutostöiden yhteydessä. Keskuksien alkuperäiset dokumentit olivat kaikki tallella, mutta niitä ei ollut päivitetty, kun lisäksi oli uusien tarpeiden ja muutosten mukaan tehty. Päivitettäviä kuvia kertyi siis toistakymmentä kappaletta. Työtä helpottivat suuresti kuitenkin kiinteistössä jonkin aikaa toimineen sähköurakoitsijan tekemät merkinnät muutoskytkennöistä ja suullinen tieto siitä, mitä kaikkea on aikanaan tehty.

Suurin syy siihen, miksi dokumentteja ei ollut päivitetty oli siinä, että muutoksia on lähiaikoina tapahtunut todella paljon ja kaikki on aina täytynyt saada nopeasti valmiiksi. Muutokset ovat olleet aina myös pieniä, kuten erilaisten laitteiden lisäksi tarpeen vaaatiessa. Tärkeintä on ollut sähkön saanti sinne, missä on ollut tarvetta, eikä dokumentointien päivittämisestä ole suuremmin sovittu.

Ennen piirustusten aloittamista oli siis jo iso työ tutkia jokainen keskus erikseen. Tämä oli kuitenkin tarpeellista, jotta saatiin tarvittavat tiedot piirustusten

päivittämiseen. Dokumenttien päivittämiseen käytin kahta eri ohjelmistoa: AutoCAD:llä piirsin nousujohtokaavion ja JCAD:llä keskuskaaviot sekä piirikaaviot.

6.1 Nousujohtokaavio

Käytössäni nousujohtokaaviota tehdessä oli kaksi vanhempaa nousujohtokaaviota. Hallin vanha vuonna 1985 tehty kaavio sekä kokoonpanohallin laajennuksen vuoden 2007 aikana tehty kaavio silloisista lisätyistä sähkökeskuksista.

Kokoonpanohallin laajennuksen aikana on uusittu myös pääkeskus, joka on sijoitettu yläkerran toimitiloihin vanhan pääkeskuksen yläpuolelle. Nykyiselle pääkeskukselle on vedetty uudet liittymäkaapelit 3xAMMK 4x240 ja pääsulakkeina keskuksessa ovat 3x3x250 A. Nykyinen keskus syöttää siis vanhaa pääkeskusta ja yläkerran toimitiloissa sijaitsevaa ilmastointikeskusta, joka on myös lisätty kokoonpanohallin uudistuksen aikaan vuonna 2007. Keskuksen takaa löytyvät myös kompensointi, kompressorihuoneen keskuksset sekä hitsaamon ryhmäkeskus JK6.

6.2 Keskuskaaviot

Keskuskaaviot piirsin JCAD -ohjelmistoa apunani käyttäen. Vanhoja piirustuksia oli myös saatavilla ja nämä helpottivat keskuksen erilaisten ohjauksien hahmottamista ja ymmärtämistä uudelleen piirtämisen yhteydessä. Uusien keskuksien dokumentaatio oli pääpiirteittäin kunnossa, sillä ne oli otettu käyttöön vuonna 2007 kokoonpanohallin laajennuksen myötä. Hitsaamoon, koneistamoon ja maalaamon linjastomuutoksen myötä hankituille uusille keskuksille JK 10, JK 11, JK 8 ja JK 8.1 pystyttiin taas lopulliset kaaviot piirtämään nyt vasta keväällä 2014, koska kytkennät niiden osalta muuttuivat koko ajan uusien tarpeiden ja hankintojen myötä.

Jokaisen keskuksen viereen sijoitetaan nyt niille oma dokumenttikansio, joka sisältää ajantasalla olevan keskuskaavion, piirikaavion ja muut tarpeelliset keskuksen dokumentit. Näin ne pysyvät hyväkuntoisina, tallessa ja ovat aina helposti sähköasentajan ulottuvilla. Kytkentämuutoksia tekevä asentaja on myös jatkuvasti

tietoinen, mistä löytyvät keskuksen dokumentit ja pystyy näin ollen piirtämään niihin käsin tekemänsä muutokset. Kun dokumentteja päivitetään, on puhtaaksi siirto helppoa, kun merkinnät ja kytkennät ovat ajantasalla.

6.2.1 JK 1

JK1 on yksi vanhoista 400 A:n pääkytkimellä varustetuista maalaamon keskuksista. Keskusta syötetään vanhalla pääkeskukselta AXCMK 3x300+88 -kaapelilla. Maalamossa tehtyjen ratamuutosten, tilaluokitusten ja säädösten takia keskus siirrettiin vanhasta maalamossa sijainneesta sähkötilasta hitsaamon puolelle. Keskuksen kahvalähdöt palvelevat hitsaamon ja maalaamon puolen isoimpia tuotannon toimilaitteita sekä keskuksia ja tulppalähdöt hallin pistorasiakeskuksia sekä muita pienempiä lähtöjä.

6.2.2 JK 2

JK 2 on 125 A:n pääkytkimellä varustettu keskus. Se on myös yksi hallin hitsaamon ja koneistamon vanhoista keskuksista. Keskuksen päätarkoituksena on ohjata ja syöttää suurinta osaa hitsaamon ja koneistamon valaistuksesta. JK 2 on tuotannon muutosten ohella pysynyt pääpiirteittään entisellään valaistuksen osalta.

6.2.3 JK 3

JK3 on nimellisvirraltaan 160 A:n vanha ilmastointikeskus. Uuden kokoonpanohallin sekä maalaamon uudistuksen myötä on kiinteistöön tullut kaksi uutta ilmastointikonehuonetta ja niiden nykyaikasten logiikkaohjausten taakse on liitetty myös vanhojen ilmastointikoneiden indikoinnit. Tämä keskus palvelee nykyään enää yhtä tuloilmakojetta.

Maalaamon uudistuksen myötä maalausammionle tehtiin oma ilmastointikone ja uusi konehuone, jonka keskuksen logiikkaan on jätetty varaus lopuille JK3:n takana oleville koneille. Tämä keskus on siis tulevaisuudessa poistumassa käytöstä

kokonaan, kunhan loput indikoinnit siirretään maalaamon IV-keskukselle. JK3:a syöttää tällä hetkellä AMCMK 3x35+16 -kaapeli, joka tulee sen vieressä olevalta keskukselta, JK1:ltä.

6.2.4 JK 4

JK 4 on 125 A:n keskus koneistamon seinällä. Sen syöttökaapeli MCMK 3x70+35 tulee vanhalta pääkeskukselta. Keskus palvelee hallin koneistamoaluetta, johon kuuluu kaksi aarpuraa sekä säteisporakone ja niiden ympäristössä sijaitsevat pistorasiakeskukset.

6.2.5 JK 6

JK 6 on hitsaamon 125 A:n keskus. Syöttökaapeli 4x50/45 tulee pääkeskukselta. Keskus syöttää hitsaamoalueen sisäpuolen valaistuksia, ulkovalaistusta, hitsaamon, kalustusjigejä, pistorasiakeskusta sekä hitsauslaitteiden voimapistorasioita.

6.2.6 JK 6.1

JK 6.1 on hitsaamon päädyn 63 A:n keskus. JK 6.1 palvelee hitsaamon hallin päätyä. Sen syöttö tulee JK6:lta MCMK 4x16+16S -kaapelilla. Tämä keskus syöttää esimerkiksi hitsauslaitteita, voimapistorasioita, pistorasiakeskusta, kierrätysilmakojeita sekä hallipäädyn valaistusta.

6.2.7 JK 8 ja JK 8.1

JK 8 ja JK 8.1 ovat hitsaamon ja koneistamon linjaston muutostöiden vuoksi hankitut uudet keskukset. JK8 syöttökaapeli 2xAMCMK 4x185+57 tulee vanhalta pääkeskukselta. JK 8.1:n syöttö on haaroitettu JK8:lta 200 A:n kahvalähdöstä JK 8.1 pääkytkimelle AMCMK 4x185+57 -kaapelilla. Keskukset syöttävät hitsaamon plasmaportaaleja, hitsausjigejä, kalustusjigejä sekä halliin työpisteiden lähelle sijoitettuja 35 A:n pistorasiakeskuksia.

6.2.8 JK 10

JK 10 on yksi uusista keskuksista ja se on nimellisvirraltaan 250 A. Keskusta syöttää AMCMK 4x70+35 -kaapeli, joka tulee JK1:sen kahvasulakkeilta. JK10 palvelee hitsaamoa sekä maalaamoa. Hitsaamon puolella se syöttää muun muassa työpisteiden hitsauskoneille tarkoitettuja 35 A:n pistorasiakeskuksia, kiertoilmapuhaltimia, viereisen nosto-oven oviverhohallintaa ja voimapistorasioita. Maalamon puolelta keskus syöttää esikäsitellyn 50 A:n pistorasiakeskusta.

6.2.9 JK 11

JK 11 on hankittu samaan aikaan kuin JK 10 ja on täysin samanlainen keskus lukuunottamatta kahta 125 A:n kahvalähtöä. Keskus palvelee maalamon kuivaamoa, hiekkapuhaltamoa sekä koneistamoa. Maalamon puolelta keskus syöttää siellä sijaitsevia sosiaalituloja, ovimoottoreita sekä ilmastointikeskusta. Hiekkapuhaltamon valaistus, suodatinsiilot sekä koneistamon puolella erilaisten hitsausjigien ja pistorasiakeskuksen syöttö ovat tämän keskuksen takana. Syöttökaapeli AMCMK 4x95+51 tulee vanhalta pääkeskukselta. Keskuksen nimellisvirta on 250 A.

6.2.10 Vanha pääkeskus

Kiinteistön vanha pääkeskus sijaitsee nykyisen pääkeskuksen alapuolella ensimmäisessä kerroksessa. Keskuksen nimellisvirta on 630 A, ja keskusta syöttävät kaksi AXCMK 3x240+71 -kaapelia, jotka tulevat uudelta pääkeskukselta. Vanhan pääkeskuksen kahvalähtöjen takana on suurin osa hitsaamosta, koneistamon keskuksista sekä osa hallin siltanostureista. Tulppavarokkeiden takaa löytyy taas muun muassa hallin voimapistorasioita, kiertoilmakojeita, nosto-ovia, ulkopistorasioita.

7 SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Tarkoituksena oli luoda Bronto Skyliftille selkeä sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelma, jonka kautta saadaan niiden kunnossapito paljon selkeämmäksi. Tähän suunnitelmaan olen tiivistänyt tärkeimmät sähkölaitteet liittyen Bronton kiinteistön toimintaan. Yrityksellä ei entuudestaan ollut mitään varsinaista kunnossapitosuunnitelmaa sähkölaitteille, eli työssäni ei ollut mahdollisuutta lähteä rakentamaan tai muokkaamaan suunnitelmaa minkään vanhan pohjalta.

Bronto Skylift Oy:lla on paljon erilaisia tuotantokoneita ja laitteita, mutta nämä oli tarkoitus jättää pois tästä suunnitelmasta ja keskittyä kiinteistön sähköihin, kuten esimerkiksi keskuksiin ja valaistukseen. Muuten työstä olisi tullut liian laaja aikatauluuni nähden. Suunnitelman on tarkoitus kuitenkin olla helposti laajennettavissa oleva sekä vaivattomasti siirrettävissä tulevaisuudessa käyttöön otettavaan automaattiseen kunnossapitojärjestelmään, jonka ohjelmiston hankintaprosessi on yrityksessä jo vireillä. Ohjelmisto tulee käyttöön mahdollisesti jo tämän vuoden puolella jollakin tasolla.

7.1 Jatkuva valvonta ja tarkastelu

Jatkuva valvonta ja tarkastelu tarkoittavat jokaisen henkilön normaalin työn ohella tapahtuvaa ympäristössä olevien sähkölaitteiden kunnan tarkkailua, esimerkiksi pistorasioiden, valaisimien, kaapeleiden tai muiden sähkölaitteiden kunnanvalvontaa. Huomatuista vioista ja ongelmista tehdään ilmoitus esimiehelle tai kiinteistön kunnossapidosta vastaavalle, joiden kautta saadaan vika tai puute korjattua mahdollisimman nopeasti.

7.2 Vikavirtasuojat

Vikavirtasuojankytkimen toiminta perustuu meno- ja paluuvirran mittaamiseen. Kun meno- ja paluuvirtojen erotus ylittää vikavirtasuojan laukaisuvirtarajan, katkaisee suoja virran muutamassa tuhannesosasekunnissa. Yleinen vikavirtasuojan koko on 30

mA, eli virran katkaisu tapahtuu kun meno- ja paluuvirtojen erotus ylittää kyseisen raja-arvon.

Vikavirtasuojakytkimessä on testipainike, jolla tarkistetaan suojalaitteen kunto. Vikavirtasuojien testipainikkeiden pitää olla helposti luoksepäästäviä sekä niiden käyttöohjeen täytyy olla selkeästi näkyvillä joko itse laitteessa tai laitteen lähelle sijoitetussa ohjekilvessä. Vikavirtasuojan testipainiketta suositellaan painettavaksi noin kuukauden väliajoin, ellei valmistaja anna muita ohjeita. Painiketta painettaessa vikavirtasuojan toimiessa oikein laukee testinapin painallus suojan OFF-asentoon, minkä jälkeen suojan voi palauttaa takaisin ON-asentoon. Toimimaton vikavirtasuojia on vaihdettava uuteen ja vaihdon saa suorittaa vain sähköalan ammattilainen.

(SFS-käsikirja 6002 2012, 272.)

Jos vikavirtasuojia laukee normaalikäytössä, tarkoittaa se sitä, että virtapiirissä on joko vuoto tai vika. Vikatilanteessa tulee kaikki pistorasioissa kiinni olevat laitteet irrottaa sähköverkosta ja palauttaa vikavirtasuojat ON-asentoon. Jos vika syntyy edelleen vaikka laitteet on poistettu pistorasioista, on vika silloin sähköasennuksissa ja tällöin on kutsuttava paikalle sähköalan ammattilainen korjaamaan vika.

7.3 Tehtaan valaistus

Valaistuksen säännöllinen huolto on tärkeää, koska ilman huoltoa valaistusvoimakkuus pienenee jatkuvasti. Huollon ollessa säännöllistä saadaan valaistusvoimakkuuden pieneneminen mahdollisimman vähäiseksi ja jopa ylläpidettyä se lähellä uusarvoa. Valaisimien valaistusvoimakkuutta heikentää itse lamppujen loppuunpalaminen ja valaisimien sekä lamppujen likaantuminen. Toimistotiloissa likaantuminen on vähäisempää kuin halleissa tuotantopuolella. (Ahponen 1996, 271-273.) Brontolla valaistuskohteita on erilaisia aina sosiaali- ja toimistotiloista hitsaamo- sekä maalaamo-olosuhteisiin.

Bronto Skyliftin Porin tehtaalla valaistavaa tilaa on runsaasti ja valaistukselle ei ole minkäänlaista huoltosuunnitelmaa, vaan loisteputkien huolto tapahtuu aina sitä mukaan kuin se katsotaan aiheelliseksi. Hallissa tehdään vielä kaksivuorotyötä, joten

valaisimet ovat vuorokaudessa vähintään 16 tuntia päällä. Valaistukselle oli siis määriteltävä selkeät tarkastusvälit.

7.3.1 Sisävalaistus

Tuotantotiloissa sekä sosiaali- ja toimistotiloissa on yhteensä noin 7 000 neliötä valaistavaa tilaa. Valaisimien hyvä huolto- ja tarkastusväli on kerran vuodessa. Palaneet loisteputket ja lamput vaihdetaan uusiin ja valaisimien yleinen puhdistus hoidetaan myös samalla. Lika ja pöly valaisimessa syövät paljon valaistustehoa ja ovat myös iso riski paloturvallisuuden kannalta. Loisteputket saa vaihtaa ja puhdistaa maallikko, joten huolto on resurssien puitteissa mahdollista suorittaa joko omalla miehityksellä tai ostaa huoltopalvelu ulkopuoliselta alan urakoitsijalta.

7.3.2 Ulkovalaistus

Ulkovalaistusta Bronton kiinteistöllä on jonkin verran ja sille suositeltava tarkastusväli on myös kerran vuodessa. Ulkovalaistuksessa on otettava huomioon myös se, että kesällä valojen käyttöä on hyvin vähäistä. Tämän takia valaisimet on syytä huoltaa loppukesästä, ennen kuin niiden käyttötarve on iltaisin välttämätöntä. Ulkovaloissa on käytössä myös erilaisia ohjauksia, kuten hämäräkytkimet ja kellot, jotka tarkistetaan valaisimien vaihdon yhteydessä. Myös kuvut puhdistetaan ja rikkinäiset kuvut vaihdetaan ehjiin.

7.3.3 Merkki- ja turvavalistuskeskus

Poistumisreittien valaistuksen ja merkintöjen toimintakunnossa pysyminen on varmistettava säännöllisellä kunnossapidolla. Kunnossapitoa varten on luotava kunnossapito-ohjelma, jossa selostetaan tarvittavat huoltotoimenpiteet. Nämä toimenpiteet on merkittävä kunnossapito-ohjelmaan tai toimenpidepäiväkirjaan. Tämä päiväkirja tai ohjelma on esitettävä alueen pelastusviranomaiselle valvontaa varten pyydettäessä. (SFS-käsikirja 6002 2012, 42.)

Tilojen haltijan on nimettävä asiantunteva henkilö valvomaan järjestelmän huoltoa. Tämän henkilön on ylläpidettävä järjestelmän toimintaa. Bronto Skyliftillä on käytössä Exilight-merkkinen merkki- ja turvavalaistuskeskus. Järjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2008, ja se sijaitsee toisessa kerroksessa samassa tilassa pääkeskuksen kanssa. Järjestelmän oma päiväkirja määrittelee suoritettavasti seuraavanlaisia toimenpiteitä ja testauksia:

- Keskitetyn tehonsyötön järjestelmien merkinantolaitteet on tarkastettava päivittäin silmämääräisesti moitteettoman toiminnan varmistamiseksi.
- Kuukausittain suoritetaan järjestelmän lyhytaikainen testaus, jotta voidaan tarkastaa jokaisen valaisimen kohdalta, että ne ovat puhtaita, toimivat kunnolla ja että jokainen lamppu palaa. Tämän lisäksi on tarkastettava myös järjestelmän valvontalaitteiden moitteeton toiminta sekä testin jälkeen keskuksen palautuminen normaalitilaan.
- Vuosittain on suoritettava täyden mitoituksessa käytetyn kestoajan testi, joka on määritetty tällä keskuksella olevan kaksi tuntia. Testin jälkeen on varmistettava, että keskus palautuu normaalitilaan.

Jokainen tarkastus ja testi on merkittävä laitteen tarkastuspöytäkirjaan, joka löytyy pääkeskuksen sähkötilan seinällä olevasta dokumenttikansiosta. Pöytäkirjaan tulee merkitä seuraavat asiat:

- päivämäärä
- tehty toimenpide tai tarkastus
- huomautuksen tai tarkastuksen yksityiskohdat
- tarkastuksen tekijä.

Mikäli tarkastuksia tehdessä havaitaan vikoja tai puutteita, korjataan ne heti, jos mahdollista. Jos vian korjaaminen ei ole itse mahdollista, tilataan järjestelmälle välittömästi huolto.



Kuva 4. Kiinteistön Exilight turvavalaistuskeskus

7.4 Kompensointikeskus

Bronto Skyliftillä on käytössä Falicon valmistama nimellisteholtaan 300 kVAr:n estokelaparistokaappi. Kompensointikeskuksen huollon suorittaa Falico Oy kerran vuodessa. Huollossa suoritetaan alla olevat toimenpiteet:

- keskuksen silmämääräinen tarkastus
- suodatintuulettimen kunnan tarkastus
- kapasitanssiarvojen mittaus (mittaus suoritetaan jännitteettömänä)
- kontaktorien kunnan tarkastus (vaihtoväli 30 000 toimintakertaa)
- liitosten ja liittimien tarkastus.



KUVA 5. Falicon 300 kVAr kompensointikeskus

7.5 Pääkeskus

Pääkeskukselle ja pääkeskushuoneeseen sisältyvää kunnossapitoa kertyy sähköistä, mekaanista sekä tilan yleiseen siisteyteen liittyvää huoltoa. Alle on listattu tärkeimpiä määräaikaiseen huoltoon liittyviä toimenpiteitä. Kaikkien näiden toimenpiteiden huoltoväli on määritelty suoritettavaksi kerran vuodessa.

Pääkeskukselle suoritettavat toimenpiteet saa suorittaa vain sähköalan ammattilainen. Siisteyden, luoksepäästävyuden ja sulakemerkittöjen tarkastuksen voi tarvittaessa suorittaa myös tehtävään opastettu henkilö.

7.5.1 Arvokilvet

Keskukseen on sijoitettava helposti näkyvään ja luettavaan paikkaan pysyvä arvokilpi. Arvokilvestä täytyy ilmetä seuraavat asiat:

- valmistajan nimi tai tavaramerkki
- mallin merkintä tai muu tunnistetieto

- keskuksen nimellisarvot
- kotelointiluokka
- suojauksen tunnus
- virtalaji
- oikosulkukestävyys
- paino
- valmistajan vakuus, CE merkintä. (Hietalahti 2013, 199-200.)

Arvokilvet tullaan tarkastamaan vuosittain tehtävässä määräaikaistarkastuksessa. Arvokilpien tietojen paikkaansapitävyys ja fyysinen kunto tarkastetaan. Huonokuntoiset ja väärät kilvet uusitaan tai ehostetaan. Kuvassa 6 on esimerkkinä Bronto Skyliftin tehtaan pääkeskuksen arvokilpi, josta selviää selkeästi keskuksen malli, työnnumero, nimellisvarvot (In, Ue), taajuus, oikosulkuvirtojen arvot (Icw, Ipk) sekä kotelointiluokka.



KUVA 6. Pääkeskuksen arvokilpi

7.5.2 Katkaisija ja elektroninen suojarele

Katkaisijoilla voidaan toteuttaa sulakkeeton suojaus. Katkaisijoita käytetään pääkeskusten, alakeskusten sekä yksittäisten lähtöjen suojaamiseen sekä niiden kuormituksen sulkemiseen ja avaamiseen. Katkaisijat kykenevät avaamaan ja sulkemaan virtapiirin moninkertaisilla nimellisvirroilla erilaisten vikatilanteiden sattuessa. (Hietalahti 2013, 161.)

Bronto Skyliftin pääkeskuksen katkaisijana ja kuormakytkimenä toimii Schneider Electricin Masterpact NW08-63. Määräaikaistarkastuksessa vuosittain tarkastetaan kytkimen kunto silmämääräisesti, mekaanisesti sekä sähköisesti. Kytkimen käyttäjän käsikirja suosittelee vuosittain avaamaan ja sulkemaan katkaisijan mekaanisesti ja etäohjattuna, mutta tämän pääkeskuksen katkaisijassa ei ole etäohjausta, joten mekaaninen toiminnan testaus riittäisi. Tämän lisäksi suositellaan tarkastettavaksi kaikki mekaaniset ja sähköiset lisävarusteet.

Elektronisten ylikuormitusreleiden toiminta perustuu virran mittaukseen ja siitä laskettavan kuormatilan määrittämiseen. Releellä pystytään valvomaan tarkasti kuormitusta, ja se sopii käytettäväksi laajalla virta-alueella. Elektroniselle releelle syötetään sille tarkoitukseen sopivat suoritearvot, minkä perusteella se valvoo ja suojaa laitteistoa. (Hietalahti 2013, 167.)

Kaikki Masterpact NW -katkaisijat ja kuormakytkimet ovat varustettu vaihdettavilla elektronisilla suojareleillä. Bronton pääkeskuksen katkaisijassa suojareleenä toimii Micrologic 2.0A. Tässä mallissa on säädettävissä ylivirtasuojaus, joka perustuu tehollisarvon mittaukseen ja suojaa kaapeleita ylikuormitukselta. Oikosulkusuojaus perustuu myös rms mittaukseen ja sen tarkoituksena on suojata sähköverkkoa oikosulkuvirroilta. Oikosulkusuojaukseen on aseteltavissa laukaisuviive, jolla aikaansaadaan selektiivisyys kuormanpuolen katkaisijan kanssa. Kolmantena asetuksena tällä suojareleellä on vielä pikalaukaisu, joka suojaaa sähköverkkoa suurilta oikosulkuvirroilta. Tämä poikkeaa oikosulkusuojauksesta siten, että säädettävää selektiivisyyttä eli viivettä ei ole. Katkaisija laukeaa noin 20 ms:n jälkeen, kun sille asetetun oikosulkuvirran raja-arvo ylittyy.

Elektronisen releen määräaikaishuollossa kerran vuodessa tarkistetaan silmämääräisesti releen ulkoinen kunto, suojausasetusten paikkaansapitävyys sekä otetaan näytöltä vaihevirtojen suuruudet ja kirjataan ne ylös tarkastuspäiväkirjaan.



KUVA 7. Pääkeskuksen pääkatkaisija ja elektroninen suojarile

7.5.3 Yleinen siisteys

Keskus on sijoitettava siten, että sen luokse on helppo päästä huoltoon ja käyttöä varten ja että se on helposti siivottavissa pölystä sekä siihen kuulumattomista vieraista esineistä. (Nurmi 1997, 22.)

Keskustilan yleinen siisteys ja puhtaus on tärkeä tarkistaa säännöllisesti. Keskuksen ovien edessä ei saa olla mitään ja keskukselle pääsyn on oltava esteetöntä. Mahdolliset kulkua rajoittavat tekijät on siirrettävä pois tieltä. Yleisestä siisteydestä on pidettävä huolta jatkuvasti, ja määräaikaistarkastuksen yhteydessä kerran vuodessa suoritetaan mittavampi tilan siivous, jossa käytäisiin läpi pääkeskustilan kaapelihyllyt, keskuksen sisäpuolinen siisteys ja huoneen yleinen siisteys.

7.5.4 Pääkeskuksen dokumentointi

Dokumentointien tarkistus suoritetaan määräaikaishuollon yhteydessä. Pääkeskuksen keskuskaaviot käydään läpi ja kirjaamatta jääneet muutokset korjataan punakynällä keskuskaavioon, joka lähetetään tarvittaessa suunnitelutoimistoon tai pätevälle suunnittelijalle päivitettäväksi. Samalla tulee myös tarkastettua keskuksen

kahvasulakemerkintöjen paikkaansapitävyys ja niissä havaitut puutteet ja virheet korjataan.

7.6 Ryhmäkeskukset

Ryhmäkeskusten määräaikaistarkastus suoritetaan myös kerran vuodessa kuten pääkeskustenkin. Ryhmäkeskusten ja pääkeskusten määräaikaistarkastus pitää sisällään paljon samoja toimenpiteitä. Tässä on määritelty ryhmäkeskusten yleisimpien komponenttien perustoiminta sekä suoritettavat toimenpiteet. Listauksesta on jätetty pois samat toimenpiteet, jotka on käsitelty jo pääkeskusten osiossa, kuten dokumentointi, siisteys, kilpimerkinnät ja niin edelleen.

7.6.1 Kontaktorit

Kontaktorit ovat sähkömekaanisia kytkimiä ja ovat toiminnaltaan samanlaisia kuin releet. Eroavaisuuksia on ainostaan kokoluokassa. Releet on tarkoitettu ohjaamaan pieniä virtoja ja jännitteitä, kun taas kontaktorit vastaavasti korkeampia jännitteitä ja virtoja. Toisin sanoen kontaktorit ovat päävirtapiirin kytkinlaitteita ja releet vastaaviin ohjausvirtapiireihin tarkoitettuja kytkinlaitteita. (Hietalahti 2013, 172.)

Ryhmäkeskuksista löytyy kontaktorihjauksia, jotka ohjaavat erilaisia toimilaitteita. Kontaktorin käydään läpi vuosittaisen määräaikaistarkastuksen sekä lämpökamerakuvausten yhteydessä. Koskettimien liitokset, kontaktorin mekaaninen ja sähköinen kunto tarkastetaan, ja havaitut viat ja puutteet korjataan välittömästi.

7.6.2 Lämpöreleet

Lämpörelettä, joka tunnetaan myös nimellä ylikuormitussuoja, käytetään pääsääntöisesti suojaamaan moottorilähtöjä päävirtapiireissä. Lämpörelettä käytetään yhdessä kontaktorin kanssa, koska se kykenee havaitsemaan piirissä kulkevan ylivirran, mutta se ei pysty katkaisemaan sitä, sillä lämpöreleessä ei ole avautuvia pääkoskettimia. Lämpöreleen lauetessa kuittaus tapahtuu mekaanisesti käsin

lämpöreleestä. On muistettava, että lämpörele ei kykene selvittämään oikosulkua, joten se on suojattava ohjeiden mukaisella katkaisijalla ja etusulakkeilla. (Mäntymaa 2013, 25.)

Lämpöreleitä käytetään ryhmäkeskuksissa erilaisten sähkömoottoreiden, kiertoilmapuhaltimien ja muiden laitteiden suojaukseen. Lämpöreleistä tarkastetaan silmämääräisesti niiden yleinen kunto, koskettimien liitosten kireys, elektronisten releiden asetusten paikkansapitävyys. Tarkastuksessa havaitut viat ja puutteet korjataan välittömästi.



Kuva 8. Kuva JK11 kontaktorista ja siihen liitetystä lämpöreleestä

7.6.3 Sulakkeet

Sulakkeen toiminta perustuu sulakkeen sisällä olevaan metalliseen lankaan, joka sulaa poikki ja katkaisee virtapiirin, kun siinä kulkeva virta on tarpeeksi suuri ja virran kesto aika riittävän pitkä. Yleisimmin käytössä olevat sulaketyypit ovat tulppa- ja kahvasulakkeet. Sulakkeilla saadaan aikaan keskuksissa luotettava erotus esimerkiksi huolto- ja korjaustöiden ajaksi. Ne vaativat huoltoa ainoastaan niiden toiminnan jälkeen ja ovat edullisia käyttää. (Enston www-sivut 2014.)

Keskuksien tarkastuksessa tarkastetaan sulakkeiden kunto. Silmämääräisellä tarkastuksella katsotaan varokekansien kunto. Varokekannet vaihdetaan tarvittaessa. Kaikki palaneet sulakkeet vaihdetaan ja varmistetaan, että käytetään vain standardien hyväksymiä sulakkeita.

7.6.4 Pistorasiakeskukset

Ryhmäkeskuksien takaa löytyy paljon pistorasiakeskuksia ja niiden huolto ja tarkastukset tehdään ryhmäkeskuksien kanssa samanaikaisesti. Näitä on sijoitettu eri työpisteiden viereen energialähteiksi erilaisille työpisteellä tarvittaville sähkölaitteille, kuten esimerkiksi hitsauksessa käytettäville erilaisille laitejigeille, hitsauslaitteille ja plasmaleikkureille. Pistorasiakeskusten lähdöt on suojattu vikavirtasuojalla. Keskusten kunto tarkastetaan silmämääräisesti, vikavirtasuojat koestetaan ja kaikki keskuksessa sekä sen komponenteissa havaitut puutteet ja viat korjataan tarvittaessa.



Kuva 9. Hitsaamon työpisteen energiatolppaan sijoitettu 35 A:n pistorasiakeskus

7.6.5 Ryhmäkeskuksien dokumentointi

Dokumentoinnit tarkastetaan aina vuosittaisen määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Kaavioihin merkitsemättömät muutokset korjataan punakynällä kaavioihin, minkä jälkeen kaaviot lähetetään puhtaaksi piirrettäväksi pätevälle sähkösuunnittelijalle. Dokumentoinnin ylläpito on erittäin tärkeää pitää ajantasalla säännöllisin väliajoin. Tämä helpottaa huoltotöiden tekoa sekä yleistä turvallisuutta, kun voidaan olla varmoja kytkentöjen todenperäisyydestä.

7.7 Autolämmityspistorasiat

Bronton kiinteistön piha-alueella on 27 lämmityspistorasiatolppaa. Jokaisessa tolpassa on kaksi ajastimella varustettua lämmityspistorasiaa. Tolpassa olevat pistorasiat on varustettu vikavirtasuojakytkimillä ja 16 A:n johdonsuojakatkaisijoilla. Lämmityspistorasioiden huolto pitää sisällään pistorasioiden kunnan silmämääräisen tarkistuksen, vikavirtasuojien koestuksen, ajastuskellojen säätämisen sekä toiminnan varmistamisen. Vialliset osat korjattava tai vaihdettava. Huolto suoritetaan kerran vuodessa ennen lämmityskauden alkamista. Osan huollosta saa suorittaa tehtävään opastettu henkilö ja tarvittavat sähköiset korjaustyöt sähköalan ammattilainen.



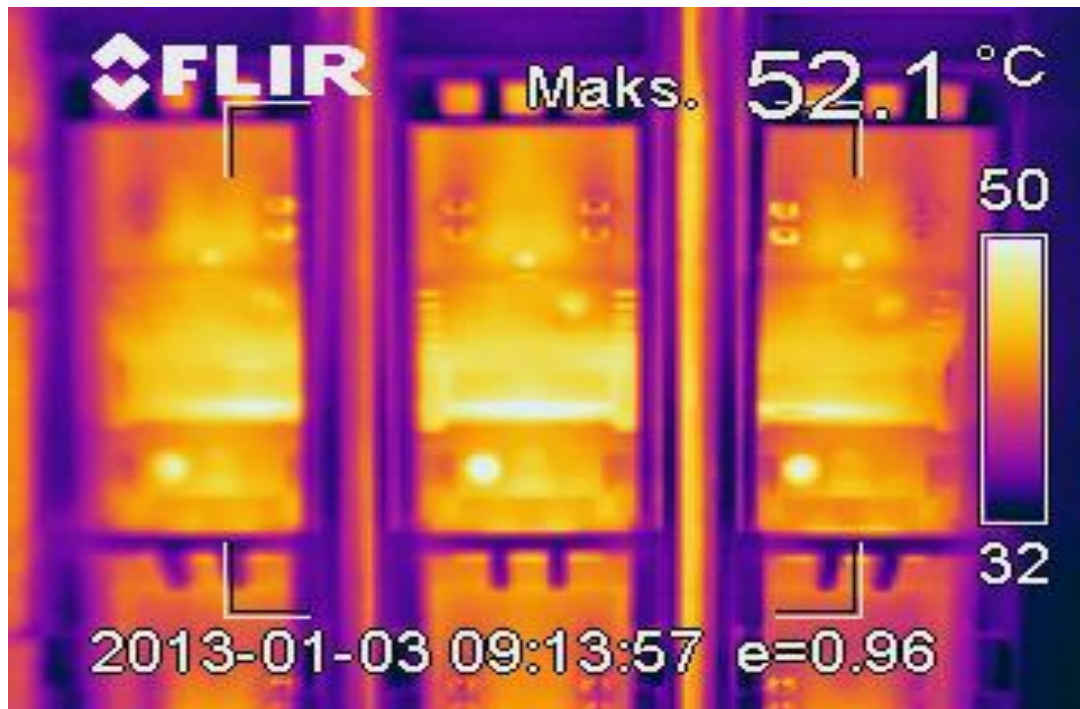
Kuva 10. Autolämmityspistorasiatolppa

7.8 Lämpökamerakuvaus

Lämpökamera on laite, joka vastaanottaa kuvattavan kohteen pinnalta lähtevää lämpösäteilyä ja muodostaa siitä kuvan kohteen infrapunasäteilyn perusteella. Lämpökameralla saadaan nopeasti isolta alueelta lämpötilatieto yhdellä kertaa, mikä voidaan laskea lämpökameran suurimmaksi eduksi. Lämpökameralle tyypillisiä käyttökohteita ovat erilaisten lämpövuotojen paikantaminen, koneen osien mittaukset sekä sähkökäyttöjen kaappien lämpötilamittaukset. (Mikkonen 2009, 444-445.)

Kuvattaessa lämpökameralla on syytä tietää kuvattavan kohteen materiaali, koska niissä on vaihteleva emissiivisyyskerroin. Tämä kerroin tarkoittaa mitattavan kohteen materiaalin emittoimaa lämpösäteilyä suhteessa täydellisesti säteilevään kappaleeseen, jonka emissiivisyyskerroin on 1. Mitä suurempi on kappaleen emissiivisyys, sitä enemmän kohde säteilee lämpöä. (Laine 2012, 13.)

Bronto Skyliftilla lämpökamerakuvaukset suoritetaan kerran vuodessa jokaiselle kiinteistössä olevalle keskukselle. Kuvauksilla pyritään selvittämään keskuksien vialliset komponentit ja löystyneet liitokset eri keskuksen osissa, kuten esimerkiksi kontaktoreissa. Lämpökameralla erottaa selkeästi mahdollisesti ylikuormitetut sulakeryhmät ja muut mahdolliselle ylivirrälle altistuvat kohteet ja komponentit niiden lämpötilan perusteella. Lämpökamera ei kuitenkaan havaitse hetkellisiä ylikuormituksia, minkä takia saatujen tuloksien tarkka analysointi ja tallentaminen johonkin järjestemään on tärkeää. Edellisiin kuvauksiin vertaamalla pystytään havaitsemaan vikaantunut komponentti ja vaihtamaan se, ennen kuin se aiheuttaa mahdollisesti tuotantokatkoksen rikkoutumisellaan.



Kuva 11. Pääkeskuksen pääsulakkeista ottamani lämpökamerakuva keväällä 2013



Kuva 12. Pääkeskuksen pääsulakkeet

8 OPINNÄYTETYÖN ARVIOINTI

Opinnäytetyön valmistuminen kesti reilu kolme kuukautta. Tein opinnäytetyötäni Bronto Skylifilla siellä olevien muiden töiden ohella, jonka koin välillä haasteelliseksi aikataulussa pysymisen kannalta. Toimivan kunnossapito-ohjelman tarpeellisuus tuli myös konkreettisesti huomattua, koska pelkän sähkölaitteiston ylläpitäminen ja hallitseminen ilman toimivaa järjestelmää on todella haastavaa. Hyvin laaditulla ja toimivalla ohjelmalla pystytään kuitenkin helposti varmistamaan laitteistojen säännöllinen huolto ja toimintavarmuus.

Opinnäytetyö oli aiheeltaan ja kokonaisuudeltaan erittäin mielenkiintoinen, haastava ja omaa alaani vastaava. Opinnäytetyö osoittautui myös paljon laajemmaksi kuin alussa kuvittelin. Keskusten ja sähkölaitteiden kartoitustyöt, dokumenttien puhtaaksi piirtäminen ja tiedonhankinta ottivat työn alussa paljon aikaa. Työn tavoitteena oli päivittää keskusten dokumentit nousujohtokaavion, keskuskaavioiden ja pienempien keskusten piirikaavioiden osalta sekä luoda helposti ylläpidettävä, laajennettava ja tulevaisuudessa käyttöön otettavaan automaattiseen kunnossapito-ohjelmistoon siirrettävä kunnossapito-ohjelma keskuksille ja kiinteistön sähkölaitteille. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät mielestäni hyvin ja olen tekemääni työhön tyytyväinen. Pääsin hyödyntämään koulussa saamiani oppeja käytännössä ja työ vastasi kaikilta osin tulevaa koulutustani. Opinnäytetyön kautta opin myös paljon uutta liittyen teollisuuden sähkölaitteisiin ja niiden kunnossapitoon. Tätä arvokasta tietoa pystyn varmasti hyödyntämään myös tulevaisuudessa.

Bronto Skyliftillä oltiin myös tyytyväisiä työni tulokseen ja uskottiin, että tekemäni suunnitelman avulla saadaan luotua hyvä, säännöllinen ja helposti laajennettavissa oleva kunnossapitoperusta yrityksen sähkölaitteille. Positiivinen palaute työn tilajaajalta on tekijälle palkitsevaa ja kertoo, että työ on onnistunut.

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa työn tilaajan Bronto Skyliftin Oy Ab:n Porin tehtaan sähkölaitteiden kunnossapitoa. Tehtaan hitsaamossa ja koneistamossa on tehty suuria muutoksia laitteiden tuotannon parantamisen suhteen. Uuden tuotantomallin toteuttaminen on aiheuttanut sähkökeskuksille ja laitteille paljon muutoksia ja uudistuksia.. Tästä syystä takia niihin liittyvien huoltotoimien päivittäminen ja kehittäminen oli aiheellista.

Työn alussa käydään läpi yleistä teoriaa liittyen kunnossapitoon yleensä, sekä tarkennettuna vielä sähkölaitteiden kunnossapitoa. Työssä käydään läpi standardien määrittelemiä sähkölaitteiden eri luokituksia sekä erilaisten tarkastusten määritelmiä, kuten esimerkiksi käyttöönottotarkastukset ja määräaikaistarkastukset. Standardeista löytyy paljon erilaisia määritelmiä liittyen sähkölaitteiden kunnossapitoon ja huoltoon, jota piti ottaa huomioon esimerkiksi huoltosuunnitelmaa luodessa.

Dokumentointien päivittäminen ajantasalle oli yksi työn tavoitteista. Päivitystyö rajattiin tilaajan kanssa kattamaan kiinteistön nousujohtokaavio, keskuskaaviot, sekä pienempien keskusten piirikaaviot. Apunani oli vanhat kuvat nousujohtokaaviosta ja keskuksista. Raportoinnista löytyy lyhyt kuvaus jokaisesta keskuksista sekä nousujohtokaavion työn prosessista. Liitteenä esimerkkinä on JK10 dokumentit sekä nousujohtokaavio. Dokumenttien päivittämiseen käytettävissä oli kaksi ohjelmistoa: AutoCAD sekä JCAD.

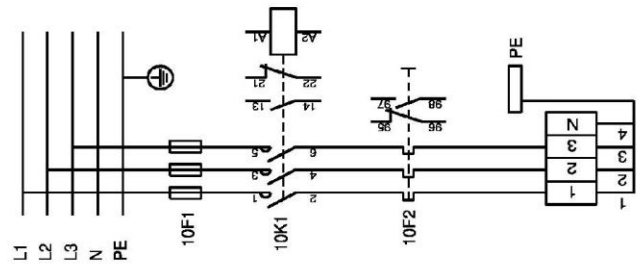
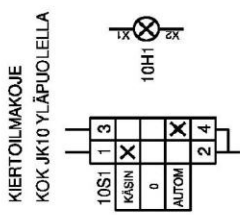
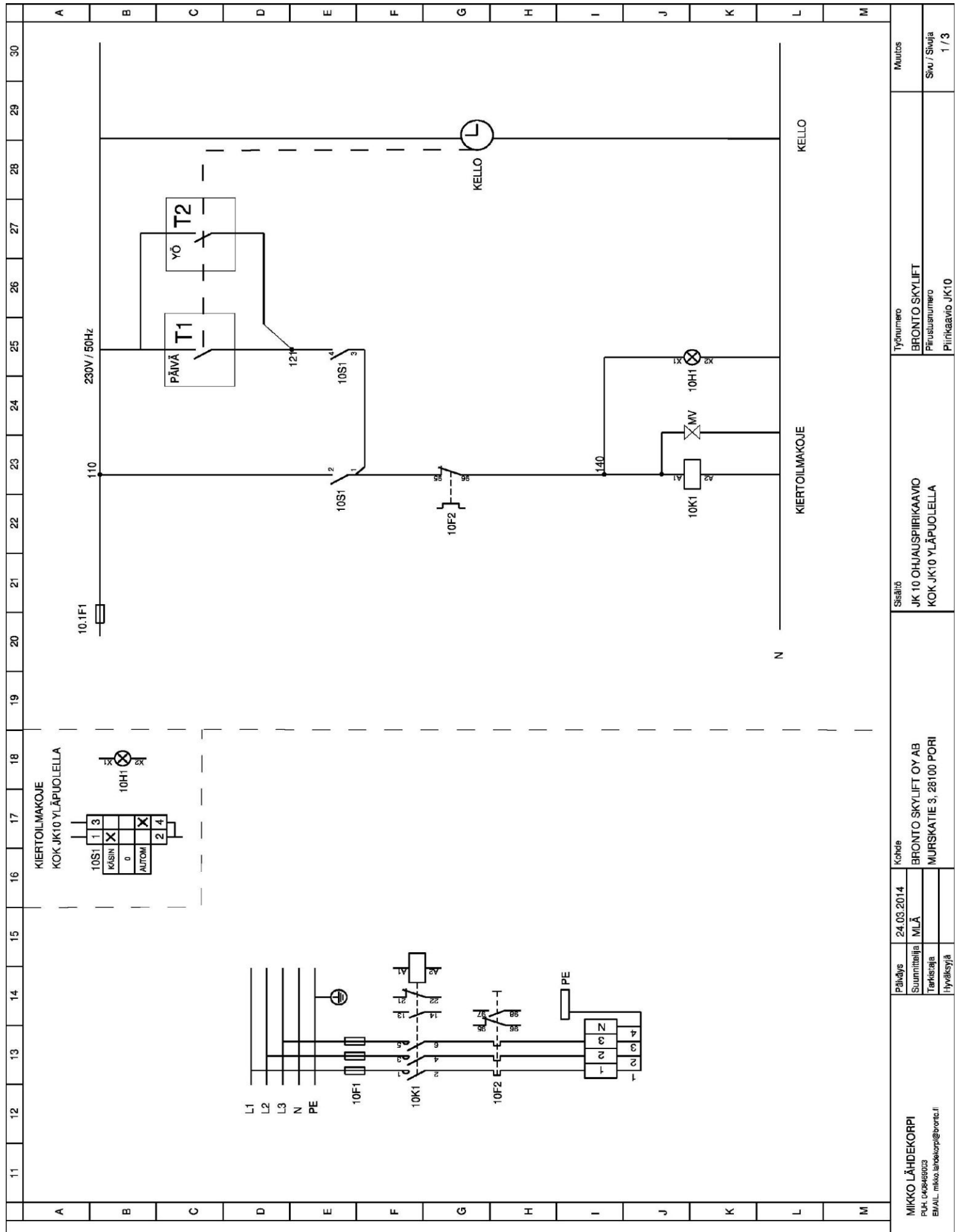
Tavoitteena oli luoda Bronto Skyliftille sähkölaitteiden kunnossapitosuunnitelma, jonka kautta saadaan niiden kunnossapito selkeämmäksi ja säännölliseksi. Suunnitelmaan olen tiivistänyt tärkeimmät sähkölaitteet liittyen Bronton kiinteistön toiminnasta. Yrityksellä ei entuudestaan ollut mitään varsinaista kunnossapitosuunnitelmaa sähkölaitteille, eli työssäni ei ollut mahdollisuutta lähteä rakentamaan tai muokkaamaan suunnitelmaa minkään vanhan pohjalta. Liitteistä löytyy toimenpidelistat liittyen kunnossapitotöihin.

LÄHTEET

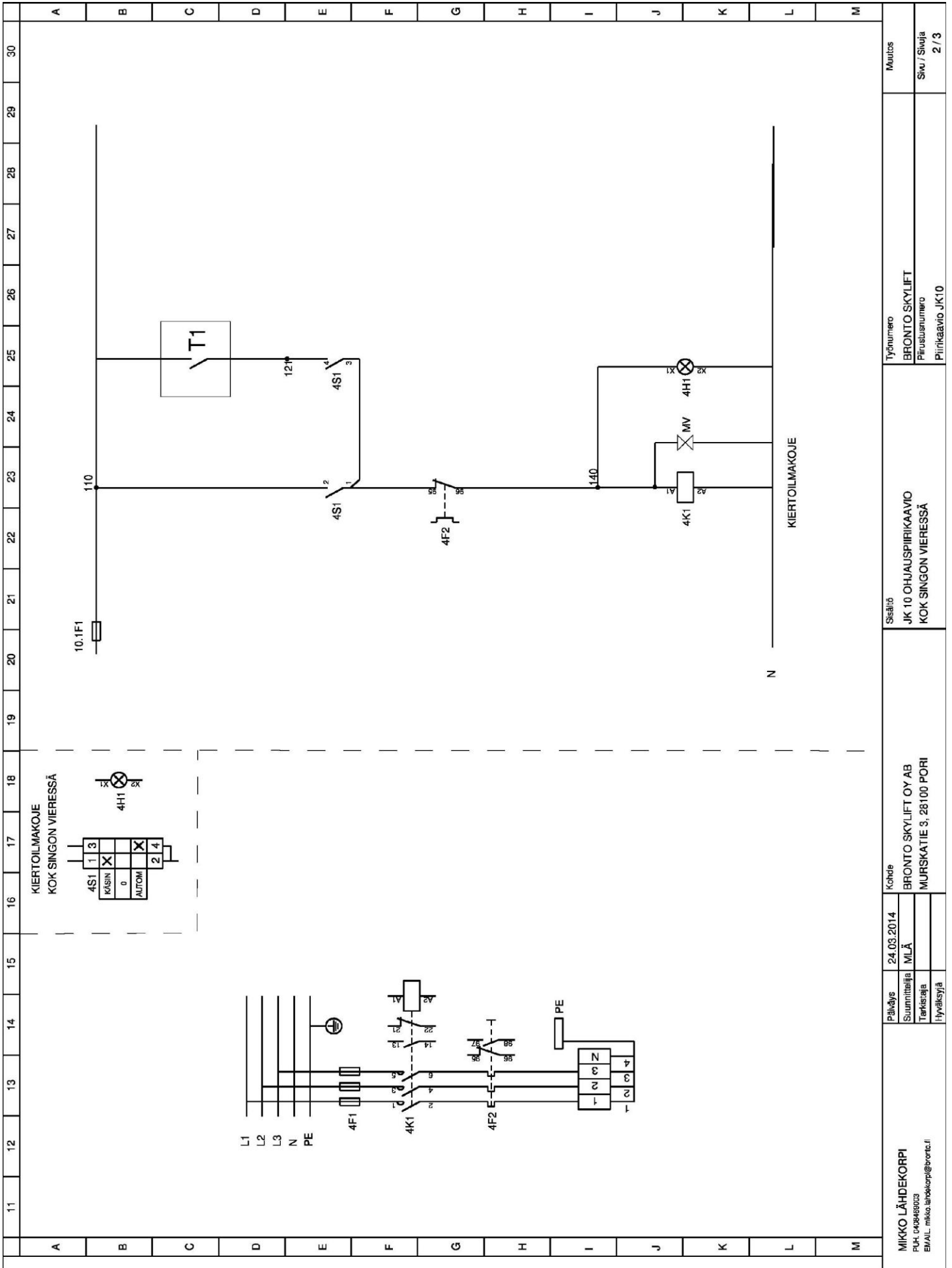
- Ahponen, V, Kasurinen, E, Timonen, T. 1996. Valaistuksen laskenta, mittaukset ja huolto. Espoo: Sähköinfo Oy.
- Bronto Skylift Oy www-sivut. 2014. Viitattu 10.2.2014 . <http://www.bronto.fi>
- Enston www-sivut. 2014. Viitattu 13.4.2014. <http://www.ensto.com/>
- Hietalahti, L. 2013. Teollisuuden sähkökäytöt. Tampere: Amk-Kustannus Oy Tammertekniikka.
- Laine, P. 2012. Turvakytkimien ja sähkökeskusten ennakkohuollon kehittäminen. AMK-opinnäytetyö. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.4.2014. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43732/Laine_Petteri.pdf?sequence=1/
- Mäntymaa, S. 2013. Teollisuuslaitoksen sähkökeskusten kunnossapitosuunnitelma. AMK-opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 9.4.2014. http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58519/Mantymaa_Sami.pdf?sequence=1
- Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy.
- Mörsky, J. 1993. Relesuojaustekniikka. Espoo: Otatieto Oy.
- Nurmi, T, Siivola, S, Kytöpuu, M, Hieta-Wilkman, S. 1997. Jakokeskusopas. Espoo: Sähköinfo Oy.
- SFS 6002. 2012. Sähköasennukset. Osa 2: Säädökset, sähkötyöturvallisuus, erityisasennukset ja liittyvät standardit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- Turvallisuus ja kemikaalivirasto Tukes www-sivut. 2014. viitattu 17.2.2014. <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tukes-ohjeet/1Sahko-ja-hissit/S4-11-Sahkolaitteistot-ja-kaytonjohtajat/>

LIITE 2

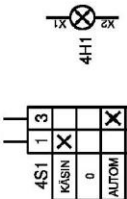
	KAAVIO	NIMITYS	TEHO [kW]	SULAKE/ VAROKE [A]	JOHTO [mm ²]
		PÄÄKYTKIN, SYÖTTÖ JK 1:LT.A		3 x 100A	AMCMK 4x70+35
1		VOIMAPISTORASIA		25 / 25	MMJ 5x6S
2		VOIMAPISTORASIA JA PISTORASIA		16 / 25	MMJ 5x2,5S
3		VOIMAPISTORASIA		25 / 25	MMJ 5x6S
4		KOK SINGON VIERESSÄ		10 / 25	MMJ 5x1,5S
5		OVIVERHOPUHALLIN		16 / 25	MMJ 5x2,5S
6		OVIVERHOPUHALLIN		10 / 25	MMJ 5x1,5S
7		VOIMAPISTORASIA JA PISTORASIA		16 / 25	MMJ 5x2,5S
8		LÄMPÖKAAPPI		16 / 25	MMJ 5x2,5S
9		OVIMOOTTORI		10 / 25	MMJ 5x1,5S
10		KOK.JK 10 YLÄPUOLELLA		10 / 25	MMJ 5x1,5S
10.1		KOK. OHJAUS		10 / 25	MMJ 5x1,5S
11		VARA		/63	
12		VARA		/63	
13		PISTORASIAKESKUS ESIKÄSITTELY		50 / 63	MCMK 4x16+16
14		PISTORASIAKESKUS HITSAAAMO		35 / 63	MCMK 4x10+10
15		VOIMAPISTORASIA 63A		63 / 63	MMJ 4x16S



MIKKO LÄHDEKORPI PUH. 0408450023 EMAIL: mikko.lahdekorpi@bronto.fi	Päiväys Suunnittelija Tarkistaja Hyväksyjä	24.03.2014 MLÄ MURSKATIE 3, 28100 PORI	Kohde BRONTO SKYLIFT OY AB MURSKATIE 3, 28100 PORI	Sisältö JK 10 OHJALUSPIIRIKAAVIO KOK JK10 YLÄPUOLELLA	Työnnumero BRONTO SKYLIFT Pirustusnumero Piirikaavio JK10	Muutos Sivu / Sivuja 1 / 3
--	---	--	--	---	--	----------------------------------



KIERTOILMAKOJE
KOK SINGON VIERESSÄ



MIKKO LÄHDEKORPI
Puh. 0406603
EMAIL: miko.lahdekorpi@bronto.fi

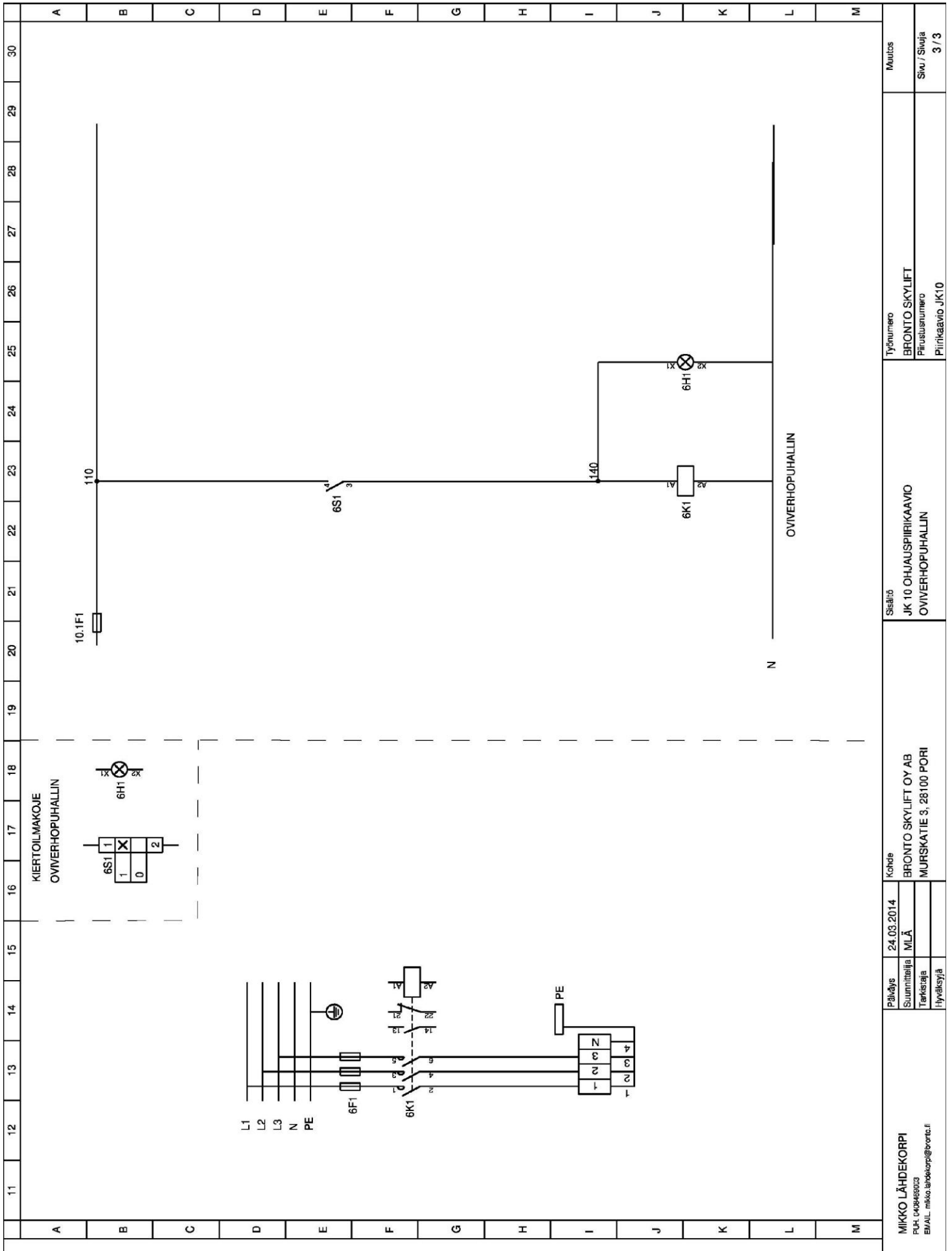
Päiväys 24.03.2014
Suunnittelija MLÄ
Tarkistaja
Hyväksyjä

Kohde
BRONTO SKYLIFT OY AB
MURSKATIE 3, 28100 PORI

Sisäid
JK 10 OHJAUSPiIRIKAAVIO
KOK SINGON VIERESSÄ

Työnumero
BRONTO SKYLIFT
Piirustusnumero
Piirikaavio JK10

Muutos
Sivu / Sivuja
2 / 3



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

MIKKO LÄHDEKORPI PUH. 044646003 EMAIL: mikko.lahdekorpi@bronto.fi		Päiväys 24.03.2014 Suunnittelija MLÄ Tarkastaja Hyväksyjä	Kohde BRONTO SKYLIFT OY AB MURSKATIE 3, 28100 PORI	Sisältö JK 10 OHJAUSPHRIKKAVID OVVERHOPUHALLIN	Työnumero BRONTO SKYLIFT Piirustusnumero Piirikeavio JK10	Muutos Sivu / Sivuja 3 / 3
--	--	--	--	--	--	----------------------------------

KUNNOSSAPITOKOHDE: Pääkeskus**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Toimistotilat 2.krs**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Keskustilan yleisen siisteyden tarkastus
- 2 Esteettömän pääsyn, kulkemisen ja keskuksen edustan tarkastus
- 3 Pääkeskustilan valaistuksen kunnon ja toiminnan tarkastus
- 4 Kilpiarvojen kunnon ja merkintöjen tarkastus
- 5 Piirrustusten ja kaavioiden tarkastus
- 6 Pääkatkaisijan ja suojaraleen tarkastus
- 7 Liitosten ja liitäntöjen tarkastus
- 8 Kahvasulakkeiden ja lähtöjen merkintöjen tarkastus
- 9 Keskustilan paloläpivientien tarkastus
- 10 Maadoitusten kunnon, liitosten ja kireyden tarkastus
- 11 Kaapelihyllyjen ja läpivientien tarkastus
- 12 Suojareleen virta-arvojen kirjaaminen ylös
- 13 Pääkeskuksen jännitearvojen kirjaaminen ylös
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Ryhmäkeskukset**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Hitsaamo & koneistamo**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Keskuksen yleisen siisteyden tarkastus
- 2 Keskuksen edustan tarkastus
- 3 Vikavirtasuojakytkimien testaus
- 4 Kilpiarvojen kunnon ja merkintöjen tarkastus
- 5 Piirrustusten ja kaavioiden tarkastus
- 6 Pääkytkimen toimivuuden tarkastus
- 7 Liitosten ja liitöntöjen tarkastus
- 8 Sulakkeiden ja sulakemerkintöjen tarkastus
- 9 Pääsulakkeen koon tarkastus
- 10 Kontaktorien ja lämpöreleiden kunnon tarkastus
- 11 Työpisteiden pistorasiakeskusten tarkastus
- 12 Maadoitusten kunnon, liitosten ja kireyden tarkastus
- 13 Kellokytkimien toiminnan ja ajan tarkastus
- 14 Kaapelihyllyjen ja läpivientien kunnon tarkastus
- 15 Merkkilamppujen tarkastus
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Lämpökamerakuvaus PK**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Toimistotilat 2.krs**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Keskushuoneen yleisen lämpötilan toteaminen lämpökameralla
- 2 Pääsulakkeiden lämpökuvaus
- 3 Kahvasulakkeiden lämpökuvaus
- 4 Liitosten ja liittimien lämpökuvaus
- 5 Kaapelien lämpökuvaus
- 6 Kuvien analysointi ja tallennus järjestelmään
- 7 Havaittujen vikaantuneiden komponenttien vian selvitys ja korjaus
- 8 Havaittujen löysien liitosten kiritys
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Lämpökamerakuvaus RK:t**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Hitsaamo & koneistamo**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Koko keskussten yleiskuva lämpökameralla
- 2 Pääsulakkeiden- ja kytkimien lämpökuvaus
- 3 Kahva- ja tulppalähtöjen lämpökuvaus
- 4 Kaikkien ohjauslaitteiden ja komponenttien lämpökuvaus
- 5 Liitosten ja liittimien lämpökuvaus
- 6 Kaapelien lämpökuvaus
- 7 Virta- ja maadoituskiskojen lämpökuvaus
- 8 Pistorasiakeskusten lämpökuvaus
- 9 Kuvien analysointi ja tallennus järjestelmään
- 10 Havaittujen vikaantuneiden komponenttien vian selvitys ja korjaus
- 11 Havaittujen löysien liitosten kiritys
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Sisävalaistus**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Tuotanto-, toimisto- ja sosiaalitytlat**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Toimistotilojen valaistuksen tarkastus
- 2 Sosiaalitylojen valaistuksen tarkastus
- 3 Hitsaamon ja koneistamon valaistuksen tarkastus
- 4 Kokoonpanon valaistuksen tarkastus
- 5 Valaisimien kunnan tarkistus, ritilöiden ja kupujen puhdistus
- 6 Palaneiden loisteputkien vaihto
- 7 Valaistuksen ohjauksien tarkastus
- 8 Viallisten valaisiminen vian selvitys ja korjaus
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Ulkovalaistus**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Piha-alue**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Piha-alueen ja varastorakennuksien ulkovalaisimien kunnon tarkastus
- 2 Valaisin kupujen puhdistus ja uusiminen tarvittaessa
- 3 Palaneiden lamppujen vaihto
- 4 Ohjauslaitteiden, hämäräkytkimien ja kellokytkimien säätö keskuksilta
- 5 Viallisten valaisimien vian selvitys ja korjaus
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Merkki ja turvavalaistuskeskus**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Toimistotilat 2.krs**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Järjestelmän maksimi käyttöajan testaus akkukäytöllä
- 2 Turvavalaisimien kunnan tarkastus (puhtaus, kunto, toiminta)
- 3 Palaneiden lamppujen vaihto ja kupujen puhdistus tarvittaessa
- 4 Valvontalaitteiden toiminnan tarkastus
- 5 Testin jälkeen tarkastetaan, että keskus palautuu normaalitilaan
- 6 Keskuksen merkinantolaitteiden tarkastus
- 7 Akun vaihto, jos valaisimien palamisaika liian lyhyt
- 8 Tarkastuksesta merkinnät seinällä kansiossa olevaan pöytäkirjaan
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Kompensointikeskus**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Tomistotilat 2.krs**MUUTA:** Huollon suorittaa Falico Oy**TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Keskuksen silmämääräinen tarkastus
- 2 Suodatintuulettimen kunnan tarkastus
- 3 Paristojen kapasitanssiarvojen mittaus (suoritetaan jännitteettömänä)
- 4 Kontaktorien kunnan tarkastus
- 5 Liitosten ja liittimien kunnan ja kireyden tarkastus
- 6 Sulakkeiden tarkastus
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Autolämmitystolpat**HUOLTOVÄLI:** 1 vuosi**SIJAINTI:** Piha-alueen parkkipaikat**MUUTA:** Huolto suoritettava ennen lämmityskauden alkua**TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Lämmitystoppien kunnan silmämääräinen tarkastus
- 2 Vikavirtasuojien toiminnan testaus
- 3 Ajastuskellojen ajan säätö
- 4 Viallisten tolppien vian selvitys ja korjaus
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Vikavirtasuojat

HUOLTOVÄLI: 6kk

SIJAINTI: Ryhmäkeskukset ja pistorasiakeskukset

MUUTA: Pistokokeiden suorittaminen työpisteissä kerran kuukaudessa!

TOIMENPIDELISTA:

- 1 Silmämääräinen kunnan tarkastus
- 2 Testauksen ohjeistuksen löytyminen vikavirtasuojasta tai sen läheisyydestä
- 3 Toiminnan tarkastus vikavirtasuojan testipainikkeesta
- 4 Vikavirtasuojan toimiessa oikein palauta vipu ON-asentoon
- 5 Viallisten suojien vika selvitettävä ja korjattava
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

KUNNOSSAPITOKOHDE: Merkki ja turvavalaistuskeskus**HUOLTOVÄLI:** 1 kk**SIJAINTI:** Toimistotilat 2.krs**MUUTA:****TOIMENPIDELISTA:**

- 1 Järjestelmän lyhytaikainen testaus akkukäytöllä
- 2 Turvavalaisimien kunnan tarkastus (puhtaus, kunto, toiminta)
- 3 Palaneiden lamppujen vaihto ja kupujen puhdistus tarvittaessa
- 4 Keskuksen valvontalaitteiden toiminnan tarkastus
- 5 Testin jälkeen tarkastetaan, että keskus palautuu normaalitilaan
- 6 Tarkastuksesta merkinnät seinällä kansiossa olevaan pöytäkirjaan
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20