



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Riku Penttilä

SÄHKÖLAITTEISTON
KUNNOSSAPITO-OHJELMAN JA
KESKUSKAAVIOIDEN LUOMINEN

Tekniikka ja liikenne
2016

ALKUSANAT

Tämän opinnäytetyön ohjaajana toimi tehtaanjohtaja Mikael Blomback, kiitokset kuuluvat hänelle. Työn tehokkaan aloittamisen, opastamisen ja onnistumisen kannalta kiitokset kuuluvat myös sähköhuollon ammattilaiselle Markku Terholle ja E J Hiipakka Oy:n henkilökunnalle.

Kiitokset myös työn valvojalle lehtori Timo Männistölle ja Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan opettajille.

Riku Penttilä

TIIVISTELMÄ

| | |
|--------------------|---|
| Tekijä | Riku Penttilä |
| Opinnäytetyön nimi | Sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelman ja keskuskaavioiden luominen |
| Vuosi | 2016 |
| Kieli | suomi |
| Sivumäärä | 44 + 9 liitettä |
| Ohjaaja | Timo Männistö |

Opinnäytetyössä päivitettiin E J Hiipakka Oy:n huonekalutehtaan sähköpiirustuksia, koska vanhat piirustukset olivat puutteellisia, ja osittain niitä ei ollut olemassa. Pääkeskuksen sekä suurempien ryhmäkeskusten keskuskaaviot laadittiin alusta asti uudelleen vastaamaan tämän päivän kytkentöjä. Tehtaalle laadittiin myös kunnossapito- ja huolto-ohjelma keskuksille ja niitä syöttäville sähkölaitteille.

Keskuskaavioiden piirtäminen toteutettiin JCAD SÄHKÖ – SUUNNITTELU PLUS – ohjelmalla. Keskuksista löytyi alkuperäisiä käsin piirrettyjä piirustuksia, joista sai hieman alustavaa tukea työn aloittamiseen, lukuisat vuosien aikana suoritettavat muutokset kytkennöissä ilman muutosmerkintöjä toivat omat haasteensa työhön. Kunnossapito-ohjelma toteutettiin käyttämällä Microsoft Office Excel-ohjelmaa, koska se mahdollistaa helpon ja käytännöllisen päivittämisen tulevaisuudessakin.

Kaavioiden päivittämisen yhteydessä kävi ilmi, kuinka tärkeää on pitää keskusten tiedot ajan tasalla tulevien muutosten ja huoltojen vuoksi. Kunnossapito-ohjelma on hyödyllinen apuväline tarkastusten, huoltojen sekä yleisen turvallisuuden ylläpitämiselle ja seuraamiselle.

ABSTRACT

| | |
|--------------------|---|
| Author | Riku Penttilä |
| Title | Creating Maintenance Program and Centre Schema for Electrical Equipment |
| Year | 2016 |
| Language | Finnish |
| Pages | 44 + 9 Appendices |
| Name of Supervisor | Timo Männistö |

In this thesis the aim was to create the drawings of electrical switchboards for E J Hiipakka Oy because there were no schemas nor drawings at all. The updated drawings were made to correspond the current state of the electrical switchboards. Creating a maintenance program for electric facilities located in the transformer substation, medium voltage switchgear, electrical switchboards and compensation were also part of this thesis.

The drawings were made using the JCADS design program. After a little work, the original drawings were found hand-drawn to back up the process. Several modifications without notifications were little problematic and brought some challenges on the way. The maintenance program was created using Microsoft Excel which made it easy and a practical way to keep it in an updated state and expand in future as well.

When updating the drawings, it was noted how important it is to keep the chart up to date for future modifications and maintenances. The maintenance program is a very useful tool to follow up the inspections, maintenances and to maintain overall security.

| | |
|----------|---|
| Keywords | Electrical drawings, maintenance program, main electrical switchboard, inspection, electrical switchboard |
|----------|---|

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

| | | |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 9 |
| 2 | YRITYSESITTELY | 10 |
| 3 | SÄHKÖLAITTEET | 11 |
| | 3.1 Muuntaja | 11 |
| | 3.2 Sähkökeskus..... | 13 |
| | 3.3 Varoke..... | 14 |
| | 3.4 Sulake..... | 15 |
| | 3.5 Johdonsuoja-automaatti | 17 |
| | 3.6 Kontaktori | 17 |
| | 3.7 Erotin..... | 18 |
| 4 | SÄHKÖLAITTEIDEN LUOKITTELU..... | 20 |
| 5 | SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO JA TARKASTUKSET | 23 |
| | 5.1 Käyttönottotarkastus | 23 |
| | 5.2 Varmennustarkastus | 24 |
| | 5.3 Huolto ja kunnossapito | 25 |
| | 5.4 Määräaikaistarkastus..... | 25 |
| | 5.5 Palotarkastukset | 26 |
| 6 | PIIRUSTUKSET JA DOKUMENTOINTI..... | 27 |
| | 6.1 Yleistä | 27 |
| | 6.2 Käyttökäytännöt | 28 |
| 7 | KÄYTTÖPIIRUSTUKSET..... | 29 |
| | 7.1 Asemapiirros | 29 |
| | 7.2 Asennuspiirustus | 29 |
| | 7.3 Sähkökeskusten piirustukset | 30 |
| | 7.3.1 Pääkaavio | 30 |
| | 7.3.2 Piirikaavio | 30 |
| | 7.3.3 Kokoonpanopiirustus | 31 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.3.4 | Keskuksen kojeluettelo | 31 |
| 7.3.5 | Järjestelmäkaaviot | 31 |
| 8 | KALUSTETEHTAAN DOKUMENTOINNIN PÄIVITYS..... | 33 |
| 8.1 | Sähkönjakelun pääkaavio..... | 33 |
| 8.2 | Kokoonpanokuva | 35 |
| 8.3 | Keskuskaavio | 37 |
| 8.4 | Keskuskaavion päivitysprojekti..... | 38 |
| 9 | KUNNOSSAPITO -OHJELMA | 39 |
| 9.1 | Kunnossapito-ohjelma | 39 |
| 9.2 | Pienjännite..... | 40 |
| 9.3 | Keskijännitelaitteet | 41 |
| 10 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 42 |

LÄHTEET

LIITTEET

KUVALUETTELO

| | |
|---|----|
| Kuva 1. E J Hiipakka Oy:n 20 kV / 400 V muuntaja..... | 12 |
| Kuva 2. Hiipakan tehtaan sähköpääkeskus PK1. | 13 |
| Kuva 3. Hiipakan tehtaan ryhmäkeskus RK1. | 14 |
| Kuva 4. RK1:n kahvavarokkeita, joissa on kahvasulakkeet paikallaan. | 15 |
| Kuva 5. Pääkeskuksen lähdöt 6, 7 ja 8, sekä niiden kahvasulakkeet. | 16 |
| Kuva 6. Ryhmäkeskus RK1:n tulppasulakkeita | 16 |
| Kuva 7. 3-napainen johdonsuojakatkaisija..... | 17 |
| Kuva 8. ABB:n 3-napainen kontaktori..... | 18 |
| Kuva 9. ABB:n varokekuormaerotin..... | 19 |
| Kuva 10. Laitteistoluokat ja niiden tarkastusvälit./7/..... | 20 |
| Kuva 11. Hiipakan huonekalutehtaan sähköjärjestelmän pääkaavio | 34 |
| Kuva 12. Ryhmäkeskus RK1:n kokoonpanokuva..... | 36 |
| Kuva 13. Osa Hiipakan tehtaan pääkeskusaaviosta | 37 |

LIITELUETTELO

LIITE 1. Kunnossapidon tehtäväluettelo

LIITE 2. Tarkastuspöytäkirja, pienjännite

LIITE 3. Tarkastuspöytäkirja, kj-kojeisto / muuntamo

LIITE 4. Huoltopäiväkirja, pienjännite

LIITE 5. Huoltopäiväkirja, kj-kojeisto / muuntamo

LIITE 6. Kunnossapidon seurantapäiväkirja, pienjännite

LIITE 7. Kunnossapidon seurantapäiväkirja, kj-kojeisto / muuntamo

LIITE 8. Määräaikaistarkastusten seurantapäiväkirja

LIITE 9. 2-vuotishuollon kytkentäohje

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin E J Hiipakka Oy:n kalustetehtaalle Jurvaan. Opinnäytetyössä päätehtävänä oli Hiipakan kalustetehtaan pääkeskuksen sekä ryhmäkeskusten keskuskäaviöiden luominen ja kunnossapito-ohjelman laatiminen pien- ja keski-jännitesähkölaitteistolle. Opinnäytetyön toteutuksessa on myös perehdytty ja siinä on huomioitu sähkölaitteiden kunnossapitoon sekä tarkastuksiin vaikuttaviin standardeihin, lakeihin ja viranomaispäätöksiin.

Lähtötilanteessa lähes jokaiselta keskukselta puuttuivat kokoonpanokuva sekä keskuskäaviö. Vanhat merkinnät yksittäisissä papereissa ja keskuksien ovissa eivät suurelta osalta pitäneet paikkaansa, eivätkä vastanneet keskuksiin tehtyjä muutoksia vuosien varrelta. Työn toteuttaminen tuli ajankohtaiseksi, koska tulevia huoltoja, muutoksia sekä tarkastuksia varten täytyi olla nykytilannetta vastaavat päivitettyt piirustukset.

Myös kunnossapito-ohjelman tekeminen oli tärkeää, koska sellaista ei varsinaisesti ollut lainkaan. Kunnossapito-ohjelman luomiseen käytettiin Hiipakan omia yksittäisiä ohjeita ja määräyksiä sekä ST-kortiston aineistoa kerättynä yhdeksi selkeäksi paketiksi. Ohjelma pitää sisällään standardien, päätöksien, lakien sekä eri huolto-oppaiden asetettuja ja suositeltuja vaatimuksia.

2 YRITYSESITTELY

E J Hiipakka Oy on aloittanut toimintansa perheyrittäjänä sekavarakauppana vuonna 1951. Toiminta on kuitenkin tästä kehittynyt yhdeksi suurimmaksi kalustealan toimijaksi Suomessa. Yritys toimii Etelä-Pohjanmaalla Jurvassa, josta sen toiminta on laajentunut koko valtakuntaan ja myös muihin Pohjoismaihin.

Yritys kehittyi ja kasvoi monenlaista kauppaa tehden. Hiipakka teki 70-luvulla maatalouskauppaa, elintarvikekauppaa ja kasvihuonetoimintaa. Teollinen toiminta alkoi vahvistua, kun yritys aloitti vaahtomuovin leikkaamisen patjanvalmistusta varten tekonahan kuvioinnin rinnalla. Tuotevalikoima sai voimakkaan laajennuksen kalusteiden valmistukseen käytettävillä raaka-aineilla.

Hiipakan nykyiseen tuotevalikoimaan kuuluvat teollisuustarvikkeet, komponentit ja kodin kalusteet. Teollisuusasiakkaille on tarjolla esimerkiksi altaita, keittömekanismia, työtasoja, levyjä, pintakäsittelyaineita sekä pientarvikkeita. Huonekalujen valmistuksessa pääraaka-aine on MFC-kalustelevy ja tuotevalikoimaa kehitetään jatkuvasti vastaamaan asiakkaiden kysyntää. Hiipakalla on omat tuotemerkit, mutta tuotteita valmistetaan myös alihankintana asiakkaiden tarpeiden mukaan.

Nykyaikaisessa, pitkälle koneellistetussa tuotannossa sekä myynnin ja kehityksen tiloissa on töissä 43 alan ammattilaista. E J Hiipakka Oy:n liikevaihto tulee olemaan vuonna 2016 noin 7 miljoonaa euroa ja vienti 600 000 euroa.

Opinnäytetyö on tehty E J Hiipakka Oy:n huonekalutehtaalle. Tehtaan tuotantoprosessi muodostuu seuraavista toiminnoista: huonekaluissa ja komponenteissa käytettävän levy materiaalin sahaaminen, levykappaleiden työstö (listoitus ja poraus) sekä kokoaminen, pakkaaminen ja varastointi sekä tilausten keräily ja lähettäminen.

3 SÄHKÖLAITTEET

3.1 Muuntaja

Muuntaja on sähkölaite ilman liikkuvia osia. Se toimii ainoastaan vaihtosähköllä, koska sen toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Se muuttaa jännitteen tai virran toiselle puolelle samantaajuisesti korkeammaksi tai matalammaksi jännitteeksi tai virraksi. Yksinkertaisimmillaan muuntajassa on rautasydän, joka on kahden toisistaan eristetyn käämin välissä./1/

Muuntajassa tapahtuu kuormitus- ja rautahäviöitä. Kuormitushäviö syntyy käämeissä kulkevan sähkövirran vaikutuksesta. Rautahäviö syntyy rautasydämessä kulkevan vuon vaikutuksesta. Näiden häviöiden vaikutuksesta muuntajien hyötysuhteet ovat 0,97 – 0,99 luokkaa./1/

Muuntajat jaotellaan mittamuuntajiin ja voimamuuntajiin. Mittamuuntajat pystytään jakamaan edelleen jännite- sekä virtamuuntajiin. Niitä käytetään mittaus- ja suojaustekniikassa. Niiden tehtävänä on muuntaa ensiöpiirin jännite- ja virtasuureet mittareille ja releille sopivaan arvoon eli laajentaa mitta-alaa. Niitä käytetään siksi, että mittareiden ja releiden rakentaminen suurille virroille ja jännitteille on teknisesti vaikeaa./1/

Tehomuuntajat pystytään jakamaan kahteen eri ryhmään, suurtehomuuntajiin, sekä jakelumuuntajiin. Yli 3150 kVA nimellistehon tai yli 20 kV nimellisjännitteinen muuntaja luokitellaan suurtehomuuntajaksi. Jakelumuuntajat voidaan jakaa öljykäyttöisiksi muuntajiksi tai kuivamuuntajiksi. Paisuntasäiliöiset, hermeettisesti suljetut sekä pylväsmuuntajat käyttävät eristys- ja jäähdytysaineena muuntajaöljyä. Kuivamuuntajia käytetään yleensä vain, jos nestekäyttöisen muuntajan käyttö on kielletty tai vaatii hintavia toimenpiteitä./2/

Hiipakan huonekalutehtaalla on yksi 20 kV / 400 V:n jakelumuuntaja (**kuva 1**), joka sijaitsee muuntamorakennuksessa huonekalutehtaan välittömässä läheisyydessä. Muuntaja saa syöttönsä 20 kV-kojeistosta ja syöttää tehtaan 400 V:n pääkeskusta.



Kuva 1. E J Hiipakka Oy:n 20 kV / 400 V muuntaja

3.2 Sähkökeskus

Sähkökeskukset ovat keskeinen osa kiinteistöjen sähkön jakelua. Teollisuudessa niistä hoidetaan moottorien ohjaus sekä käynnistyslaitteiden keskittäminen sisätiloihin. Tässä työssä keskukset muodostuvat yhdestä pääkeskuksesta ja useasta ryhmäkeskuksesta. Pääkeskuksen yhteydessä on mittaus, kompensointilaitteisto sekä syötöt ryhmäkeskuksille. Ryhmäkeskuksilta vuorostaan hoidetaan koneiden, pistorasioiden, valojen sekä pienempien ryhmäkeskusten syötöt.



Kuva 2. Hiipakan tehtaan sähköpääkeskus PK1.



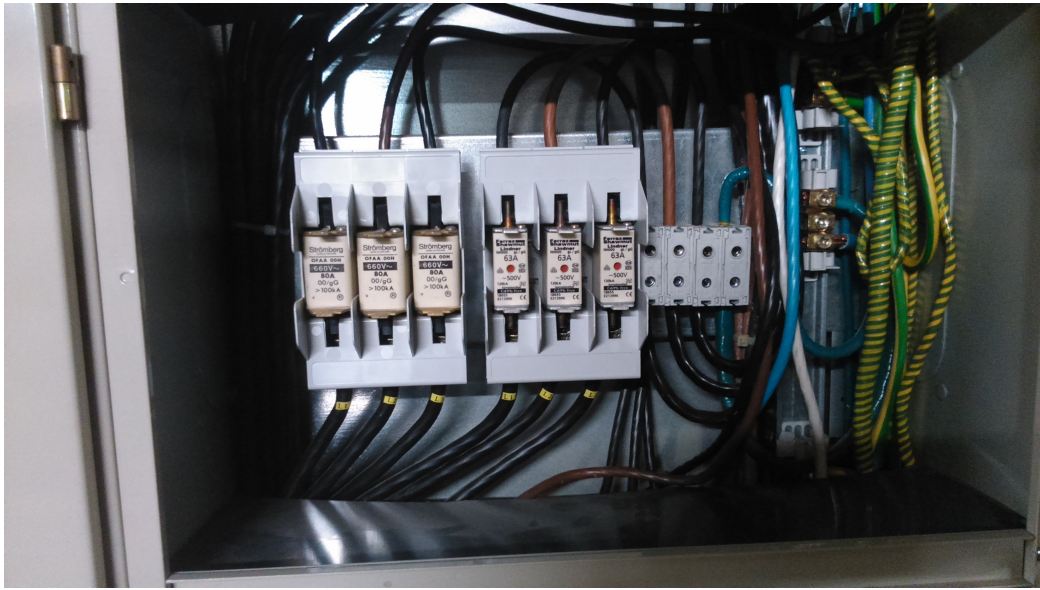
Kuva 3. Hiipakan tehtaan ryhmäkeskus RK1.

3.3 Varoke

Varoke on laite, jossa yhden tai useamman tähän tarkoitukseen valmistetun ja mitoitetun osan sulaminen avaa tietyssä ajassa piirin, johon se on kytketty katkaisemalla virran tämän ylittäessä tietyn arvon.

Varokkeet voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: kahva-, tulppa- ja putkivarokkeet.

Kahvavarokkeen pääosat ovat varokealusta ja kahvasulake. Kahvavarokkeita käytetään pienjänniteverkossa. Kahvasulakkeet, pääsääntöisesti kolme kappaletta, kiinnitetään varokepohjaan erillisen työkalun, ns. vaihtokahvan avulla. Vanhoissa kahvavarokkeissa ei yleensä ole kosketussuojaa. Kahvavarokkeita käytetään yleensä yli 63 A virtapiirien suojaukseen./3/



Kuva 4. RK1:n kahvavarokkeita, joissa on kahvasulakkeet paikallaan.

Tulppavaroke käsittää varokepesän, sulakkeen, pohjakoskettimen sekä sulakekananen. Tulppavarokkeita on kahta kokoa, alle 25 A sulakkeille ja alle 63 A sulakkeille. Tulppasulakkeita käytetään pääsääntöisesti vanhoissa asennuksissa alle 25 A tai alle 63 A virroille. Uudemmissa asennuksissa tulppavarokkeiden sijasta käytetään usein johdonsuoja-automaatteja./3/

Putkivarokkeita käytetään keskijänniteverkoissa. Keraaminen putki sisältää sulakelangan, jonka palaminen laukaisee toiseen kosketinkupuun sijoitetun iskutapin. Putki on täytetty kvartsihiekillä valokaaren sammuttamista varten./3/

3.4 Sulake

Rakenteensa perusteella sulakkeet voidaan jakaa kahva-, tulppa- ja putkisulakkeisiin. Sulakkeet voivat olla tyypiltään ns. nopeita tai hitaita. Niiden rakenteessa on sulakelanka, joka on mitoitettu siten, että se sulaa poikki suunnitellulla virralla./4/



Kuva 5. Pääkeskuksen lähdöt 6, 7 ja 8, sekä niiden kahvasulakkeet.



Kuva 6. Ryhmäkeskus RK1:n tulppasulakkeita

3.5 Johdonsuoja-automaatti

Johdonsuoja-automaatit ovat ylivirtasuojia, joilla pystytään korvaamaan varokkeiden ja sulakkeiden tehtäviä. Niissä on magneettipiirin avulla toimiva hetkellislaukaisu oikosulkuvirroilla ja bimetallilaukaisija ylikuormitusvirroilla. Johdonsuojakatkaisijat ovat suosittuja uusissa asennuksissa, sillä ne ovat käyttökelpoisia myös automaattisen avautumisen jälkeen./3/



Kuva 7. 3-napainen johdonsuojakatkaisija

3.6 Kontaktori

Kontaktori on sähkömagneetin avulla toimiva kytkinlaite, joka on tarkoitettu sähkölaitteen päävirtapiiriin (kolmivaiheinen) ja rele ohjausvirtapiiriin (yksivaiheinen). Kontaktorin ja releen ero on koskettimien virtakestoisuudessa. Kontaktorilla ohjattavat virrat ovat suurempia, eli kontaktori on tarkoitettu kytkinlaitteeksi sähkölaitteen päävirtapiiriin, mutta rele ohjausvirtapiiriin./5/



Kuva 8. ABB:n 3-napainen kontaktori

3.7 Erotin

Erottimen tehtävänä on muodostaa turvallinen avausväli erotettavan virtapiirin ja muun laitoksen välille sekä saattaa laitoksen osa jännitteettömäksi turvallista työskentelyä varten. Erottimen on pystyttävä suljettuna johtamaan vaurioitumatta, avautumatta ja liiaksi lämpenemättä kaikki virtapiirissä esiintyvät kuormitus- ja oikosulkuvirrat. Erotinta ei ole tarkoitettu kuormitetun virtapiirin avaamiseen tai sulkemiseen. Sen avaaminen ja sulkeminen saa tapahtua pääsääntöisesti vain jännitteettömänä./3/

Kuormaerotin on erikoisrakenteinen erotin, joka pystyy tavallisen erottimen tehtävien lisäksi katkaisemaan tietyn kuormitusvirran ja kytkemään pienehkön oikosulkuvirran. Kuormaerotinta käytetään erottamaan kuormitusvirrallisia verkon osia toisistaan. Varokekuormaerotin on vapaalaukaisulaitteella ja sulakkeilla varustettu kuormaerotin. Yhdenkin sulakkeen palaminen aiheuttaa kuormaerottimen auki ohjautumisen. Varokekuormaerotinta käytetään yleisimmin jakelumuuntamoissa katkaisijan korvaavana kytkinlaitteena./3/



Kuva 9. ABB:n varokekuormaerotin

4 SÄHKÖLAITTEIDEN LUOKITTELU

Sähkölaitteistot on jaettu laajuutensa ja erityisominaisuuksiensa perusteella kolmeen luokkaan, joiden perusteella määräytyy

- varmennustarkastuksen tarkastusväli ja tarkastuksen tekijän kelpoisuusvaatimukset
- määräaikaistarkastuksen tarkastusväli ja tarkastuksen tekijän kelpoisuusvaatimukset./6/

| Laitteistoluokka | Tarkastuksen kohde tai tila | Tarkastuksen tekijä | Tarkastusväli |
|------------------|--|--|---------------|
| Luokka 3 | kemikaalilupaa edellyttävät räjähdysvaaralliset tilat lääkintätilat leikkaussaleja sisältävissä sairaaloissa ja lääkäriasemilla sekä verkkoyhtiöiden sähköverkot | <ul style="list-style-type: none">• valtuutettu laitos • valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja | 5 vuotta |
| Luokka 2 | Suurjänniteliittyjät ja yli 1600 kVA:n pienjänniteliittyjät, muut lääkintätilat | <ul style="list-style-type: none">• valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja | 10 vuotta |
| Luokka 1 | muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jossa pääsulakkeet tms. ovat yli 35 A (mm. julkiset rakennukset, liike-, teollisuus- ja maatalousrakennukset, ulkoilualueet) sekä ilmoituksenvaraiset räjähdysvaaralliset tilat | <ul style="list-style-type: none">• valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. (30.4.2004 asti myös sähköasennusurakoitsija tai pätevyystodistuksen haltija) | 15 vuotta |

Kuva 10. Laitteistoluokat ja niiden tarkastusvälit./7/

1) luokan 1 sähkölaitteisto

- a) sähkölaitteistoa asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa
- b) muuta kuin asuinrakennuksen sähkölaitteistoa, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3
- d) sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi vaatii ilmoitusta

2) luokan sähkölaitteisto

- b) lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa, terveyskeskuksessa tai yksityisellä lääkäriasemalla, jossa ei tehdä yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä
- c) sähkölaitteistoa, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia sähkölaitteistoja
- d) sähkölaitteistoa, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovoltiampeeria

3) luokan 3 sähkölaitteisto

- a) sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi taikka räjähteen valmistus vaatii lupaa

b) lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa tai terveyskeskuksessa taikka sellaisella yksityisellä lääkäriasemalla, jossa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muuta vastaavaa sähköverkkoa./6/

5 SÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO JA TARKASTUKSET

Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käyttötöitä varten *käytön johtaja*,

- 1) jos sähkölaitteistoon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja, tai
- 2) jos sähkölaitteiston liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria./6/

Käytön johtajan on huolehdittava siitä, että

- 1) sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia sekä sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä sekä
- 2) käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä./6/

Koska Hiipakan kalustetehtaalla on yli 1000 voltin muuntamo, on heillä oltava nimettynä käytönjohtaja.

5.1 Käyttöönottotarkastus

Sähkölaitteistolle on tehtävä ennen laitteiston tai sen osan käyttöönottoa käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain (410/96) 5 §:ssa tarkoitettua vaaraa tai häiriötä.

Käyttöönottotarkastuksesta tulee laatia sähkölaitteiston haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jollei 2 momentissa muuta määrätä.

Tarkastuspöytäkirjasta tulee käydä ilmi kohteen yksilöintitiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä sekä tarkastusten ja testausten tulokset. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja./9/

Aistinvaraisesti on tarkastettava, että kiinteästi asennetut sähkölaitteet

- ovat niitä koskevien turvallisuusvaatimusten mukaisia
- ovat pienjännitesähköasennuksia koskevien standardien (SFS 6000) vaatimusten ja valmistajien ohjeiden mukaisesti valittuja ja asennettuja
- eivät ole vaaraa aiheuttavalla tavalla näkyvästi vaurioituneita./8/

Käyttöönottotarkastuksessa on tehtävä seuraavat testit, mikäli asennuksessa on ko. laitteita tai järjestelmiä

- suojaohjelmien jatkuvuus
- sähköasennusten eristysresistanssi
- SELV- ja PELV-piirien tai suojaerotettujen piirien erotus
- lattia- ja seinäpintojen resistanssi
- syötön automaattisen poiskytkennän toiminta
- napaisuus
- jännitelujuus
- toiminta./10/

5.2 Varmennustarkastus

Sähköturvallisuuden varmistamiseksi sähkölaitteistolle on käyttöönottotarkastuksen lisäksi tehtävä varmennustarkastus, kun kyseessä on luokan 1—3 sähkölaitteisto/9/.

Varmennustarkastuksessa on riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistettava, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus./9/

Varmennustarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos. Luokan 1 ja 2 sähkölaitteistoille varmennustarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja./9/

5.3 Huolto ja kunnossapito

Sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että sähkölaitteistossa havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti/11/.

5.4 Määräaikaistarkastus

Käytössä olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus seuraavasti

1. luokan 1 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta viidentoista vuoden välein
2. luokan 2 sähkölaitteistolle verkonhaltijan sähköverkkoa lukuun ottamatta kymmenen vuoden välein
3. luokan 3 sähkölaitteistolle ja verkonhaltijan sähköverkolle viiden vuoden välein./7/

Määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos. Luokan 1 ja 2 sähkölaitteistoille määräaikaistarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja/7/.

Määräaikaistarkastuksissa tulee riittävässä laajuudessa pistokokein tai muulla soveltuvalla tavalla varmistua siitä, että

- sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet
- sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä
- sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat

Määräaikaistarkastuksesta on laadittava haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jossa on yksilöitävä tarkastusta koskevat tiedot ja havaitut sähköturvallisuuteen liittyvät puutteet. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja./7/

Määräaikaistarkastuksessa varmistutaan sähkölaitteistojen kunnosta ja käytön turvallisuudesta. Tarkastuksella ehkäistään sähkövahinkojen, esimerkiksi sähköpalojen riskejä. Samalla pyritään varmistamaan, ettei sähkön käyttöön tule laitteistohäiriöistä johtuvia katkoksia./12/

Määräaikaistarkastuksesta huolehtiminen voi vaikuttaa myös laitteiston haltijan vakuutusturvaan ja vahingonkorvausvastuuseen./12/

5.5 Palotarkastukset

Palotarkastukset voidaan käytännössä jakaa tehtäväksi kolmella tasolla.

- Pelastustoimilain mukaan palotarkastuksen saa suorittaa kunnan pelastusviranomainen. Sen tarkoituksena on ehkäistä ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle tulipaloista tai muista onnettomuuksista aiheutuvaa vaaraa. Laissa määritellään tarkastuskohteet, viranomaisoikeudet ja määräysvalta, sitä täydentää Sisäasiainministeriön Pelastusosaston antama palotarkastusohje.
- Toisena tasona voidaan pitää vakuutusyhtiöiden suorittamaa palotarkastustoimintaa, joka Yritykset tekevät omia sisäisiä palotarkastuksia olemassa olevien turvallisuussuunnitelmien mukaisesti sovittuja kertoja vuodessa. Näistä tehdyt pöytäkirjat ovat viranomaisten ja vakuutusyhtiöiden tarkastajien käytettävissä heidän tarkastuskäyntiensä yhteydessä.
- perustuu vakuutuslakia ja ehtoihin ja joissa tuodaan esiin vakuutusyhtiön oikeus tarkastaa vakuuttamansa kohteet lähinnä siltä osin, että toiminta, laitteet sekä rakenteet ovat ehtojen ja määräysten mukaisia./13/

6 PIIRUSTUKSET JA DOKUMENTOINTI

6.1 Yleistä

Hyvä piirustus on selkeä, ymmärrettävä ja kysymyksiä herättämätön. Piirustuksessa on selkeät linjat ilman sotkuisia päällekkäisyyksiä komponenttien ja elementtien kohdalla. Selkeyttä tuo kun kuvasta jätetään kaikki turhat elementit pois, jotka eivät ole välttämättömiä piirustuksen ymmärtämisen kannalta. Piirustuksesta olisi asiaan perehtymättömänkin tarkoitus ymmärtää kuvan tarkoitus ja pääpiirteet.

Jumpponen määrittelee hyvän piirustuksen kirjassaan:

- Piirustuksessa on **oikeita tietoja oikein esitettynä**, koska eivät vain väärät tiedot, vaan myös oikeat tiedot väärin ymmärrettyinä aiheuttavat virheitä
- Kaikki **tarpeellinen on esitetty, mutta turha jätetty pois**, tämä helpottaa piirustuksen ymmärtämistä eli ”lukemista”

Piirustuksessa on **käytetty sovittuja (standardin mukaisia) esitystapoja ja piirrosmerkkejä**, ja jos on jouduttu syystä tai toisesta poikkeamaan yleisesti tunnetusta, esimerkiksi standardin mukaisesta esitystavasta, tämä on selitetty ao. piirustuksessa./14/

Piirrosmerkit ja piirrosten esitystavat on yhtenäistetty standardeilla, jotta piirustuksista saataisiin selkeitä, yksiselitteisiä ja helposti tulkittavia. Standardin SFS 6000-5-51 kohta 514.5 edellyttää, että sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenevät erityisesti seuraavat tiedot: virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit) sekä tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa./15/

Kansainvälisen standardisoinnin ansiosta Suomen ja Manner-Euroopan standardit ovat suurelta osin samoja.

Sähköalan maailmanlaajuisesta standardisoinnista vastaa IEC (International Electrotechnical Commission) ja muun tekniikan alan standardisoinnista ISO (International Organization for Standardization). Muista kansainvälisistä standardisointijärjestöistä merkittäviä ovat Euroopan yhteisön standardisointijärjestöt CENELEC (sähkötekniikka) ja CEN (muu tekniikka).

SFS (Suomen standardoimisliitto) valvoo ja koordinoi Suomen kansallista standardisointia. SFS:n alaisuudessa toimii oman alansa standardeja laativia eri alojen toimialayhteisöjä. SESKO (Suomen Sähköteknillinen Standardisointiyhdistys.) Aikeisemmin sähköalan dokumentointi on perustunut suurelta osin saksalaisiin DIN- ja VDE-standardeihin./16/

6.2 Käyttökäytännöt

Käyttökäytännöt ovat joukko piirustuksia ja muita asiakirjoja, jotka jokaisesta kohteesta tulee vähintään laatia, jotta kohteen käyttö, huolto ja kunnossapito on mahdollista ja turvallisesti toteutettavissa./15/

7 KÄYTTÖPIIRUSTUKSET

Käyttöpiirustukset ovat projektin toteutuksen aikana tehtävät projektikohtaiset piirustukset, jotka luovutetaan tilaajalle loppupiirustuksina kohteen valmistuttua./15/

7.1 Asemapiirros

Asemapiirustus on sijaintipiirustus, jossa esitetään seuraavat asiat:

- Pääkeskuksien ja keskijännitekojeistojen sijainti
- Maa- tai ilmakaapelireitit, kiinteisiin maastopisteisiin tai koordinaatistoon mitoitettuna
- Maa- tai ilmakaapelien tyypit
- Maa- tai ilmakaapeilla syötettyjen sähkölaitteiden sijainti
- Valaisin-, lämmitin- ja laitepositiot
- Teleteknisien laitteiden sijoitukset, kuten tukiasemat, kamerat, tms.
- Telehuoneen sijainti, johon ulkopuoliset yhteydet kytketään./15/

7.2 Asennuspiirustus

Asennuspiirustus on sijaintipiirustus, jossa kohteen rakennusten tasokuvaan on esitettyä seuraavat asiat:

- Sähkökojeiden, -laitteiden ja -komponenttien sijoitus
- Johdotusten tarvitsemat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit (tyypeineen, mikäli erillistä kaapelireittikaaviota ei laadita)
- Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmän johdotukset (useita kojeita tai laitteita sisältävien ryhmien käytännön toteutus)

- Verkkojännitteisten ryhmien ryhmänumerot ja ryhmitysrajat (ryhmätunnus, vastaten keskuksen pääkaaviosta ilmenevää merkintää)./15/

7.3 Sähkökeskusten piirustukset

7.3.1 Pääkaavio

Pääkaavio on ruotokuva, josta käyvät ilmi seuraavat merkinnät:

- johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa
- keskuksessa olevat komponentit
- ryhmätunnus
- ryhmien nimet
- lämmitys- ja laiteryhmiä tehotiedot
- ryhmäsuojan koko ja tyyppi
- varokepesän ja varokealustan koko
- keskukseseen tulevat ja siitä lähtevät johdot/kaapelit ja niiden tyypit./15/

7.3.2 Piirikaavio

Piirikaavio on liitännättaulukko, josta käyvät ilmi seuraavat asiat:

- ohjauskytkentöjen toteutus
- ohjauspiireissä käytetyt komponentit
- ohjauskomponenttien sijainti, mikäli eivät sijaitse itse keskuksessa
- koje- ja laitetunnukset
- liitinnumeroinnit

- sähkölämmitysryhmistä tehotiedot./15/

7.3.3 Kokoonpanopiirustus

Kokoonpanopiirustus on naamakuva, josta käyvät ilmi seuraavat asiat:

- fyysiset mitat mittakaavassa
- komponenttien fyysinen sijoitus
- komponenttien tunnuksat
- keskuksen pääkiskotasoinen johdotus./15/

7.3.4 Keskuksen kojeluettelo

- kojeiden valmistaja
- kojeiden maahantuoja
- kojeiden tyyppi
- kojeiden ominaisuudet (vaadittava oikosulkukestoisuus ym.)./15/

7.3.5 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaaviot ovat yleiskaavioita, joista ilmenevät seuraavat asiat:

- maadoitusten ja potentiaalintasausten toteutus johdintyyppineen
- pää- ja nousujohtokaavio johtotyyppineen
- kaapelireittikaavio tyyppitietoineen
- turvajärjestelmät
 - johdotustiedot
 - käytetyt komponentit

- komponenttien sijaintitiedot
- automaatiojärjestelmät
 - johdotustiedot
 - käytetyt komponentit
 - komponenttien sijaintitiedot
- tele- ja tietojärjestelmät
 - johdotustiedot
 - käytetyt komponentit
 - komponenttien sijaintitiedot./15/

8 KALUSTETEHTAAN DOKUMENTOINNIN PÄIVITYS

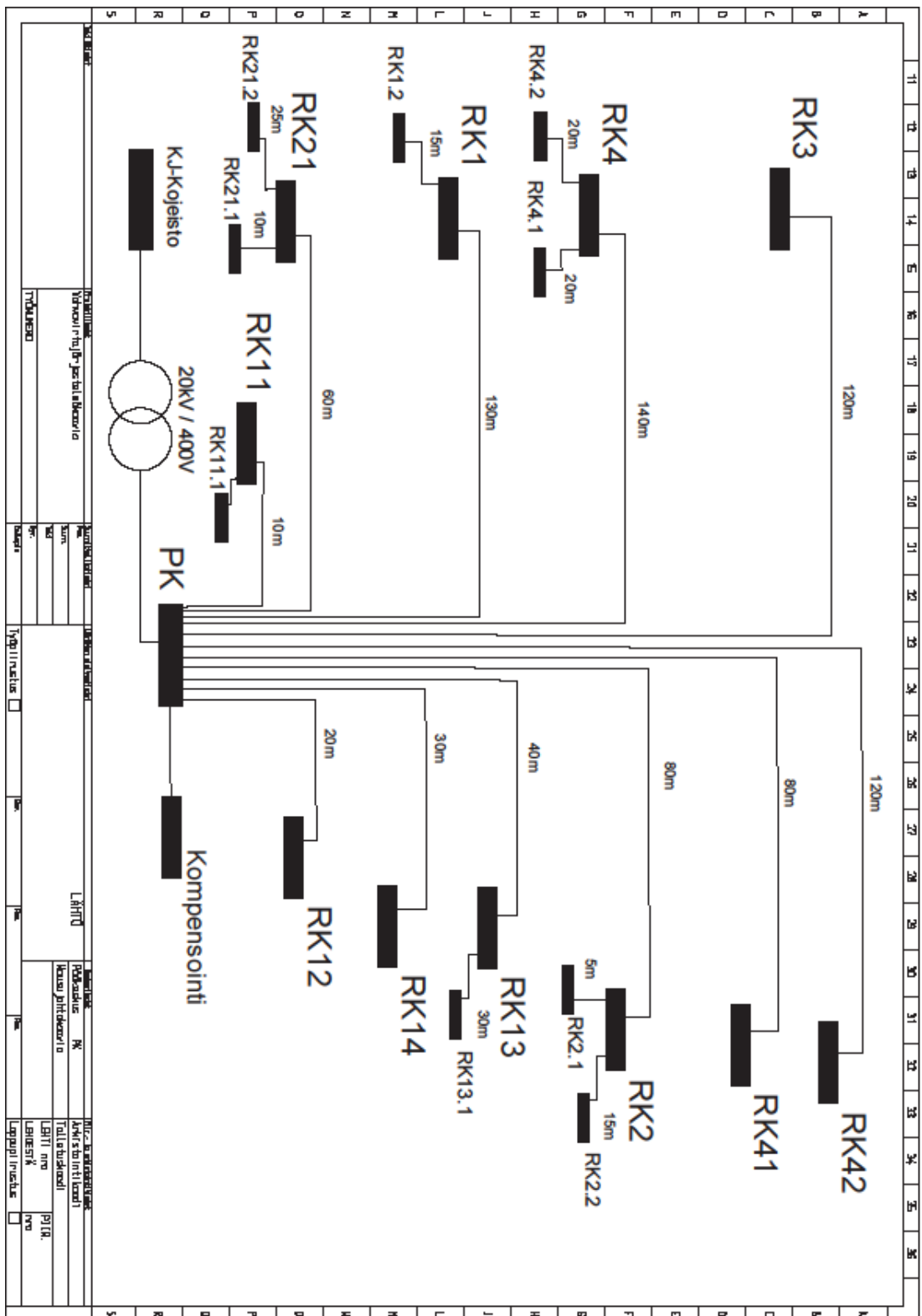
Työ aloitettiin tutustumalla sähkökeskusten sisältöön ja niiden lähtöihin. Työn alussa otettiin yhteyttä Ilmajoen Sähkökoje Oy:lle, joka on valmistanut tehdashal- lissa käytössä olevat kojeistot, ja kyseltiin mahdollisia alkuperäisiä piirustuksia keskuksille. Monelle keskukselle saatiinkin kokoonpanopiirustukset ja keskus- kaaviot, mutta osalle ei löytynyt kumpaakaan ja osalle vain toinen.

Työ toteutettiin piirtämällä JCAD SÄHKÖ – SUUNNITTELU PLUS-ohjelmalla tarpeelliset dokumentit kaikista keskuksista. Kokoonpanokuvaan merkittiin lähdöt järjestyksessä vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas kotelo kerrallaan. Kun lähdöt olivat selkeästi määritelty, oli keskuskaavioiden piirtämisen aloittaminen helpom- paa. Keskuskaavioon sai kokoonpanokuvan avulla tehtyä lähdön tyypin, järjestys- numeron sekä sulakkeen kokoluokan pienen tarkastuksen jälkeen.

8.1 Sähkönjakelun pääkaavio

Pääkaavio esittää kojeiston periaatteellisen järjestelyn sekä pääpiirien elimet ja niihin liittyvät laitteet. Pääkaavio on pääpiirien yksiviivainen esitys, josta käy ilmi kaikki niihin kuuluvat kojeet, johdot ja kiskostot, sekä näihin liittyvät tärkeimmät apuvälineet, kuten mittarit ja releet. Kaavion tulee noudattaa mahdollisimman tar- kasti laitteiden todellista sijoitusta, ja siihen on merkittävä laiteosien ja niihin kuu- luvien asennusyksiköiden sekä erillisten päaelinten tunnuksset.

Kaavioon ei merkitä laitteiden tyyppimerkkejä, mittamuuntajien tarkkuusluokkaa ja kuormitettavuutta, releiden asetusarvoja eikä mittareiden asteikkoarvoja.

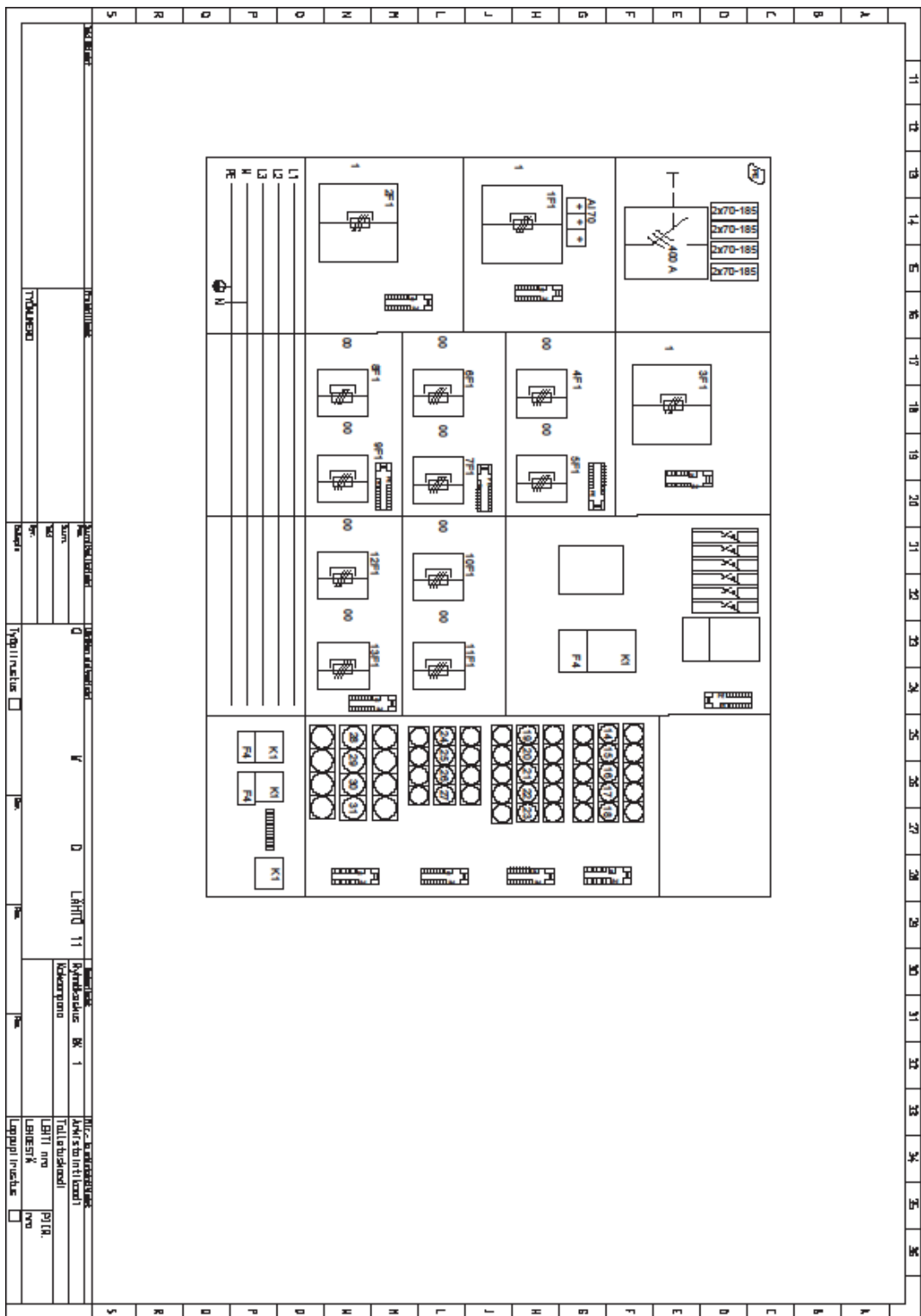


Kuva 11. Hiipakan huonekalutehtaan sähköjärjestelmän pääkaavio

8.2 Kokoonpanokuva

Kokoonpanokuva on keskuksen ns. naamakuva, josta käy ilmi fyysiset mitat mitakaavassa, komponenttien fyysinen sijoitus, komponenttien tunnuukset ja keskuk-sien pääkiskotasoinen johdotus.

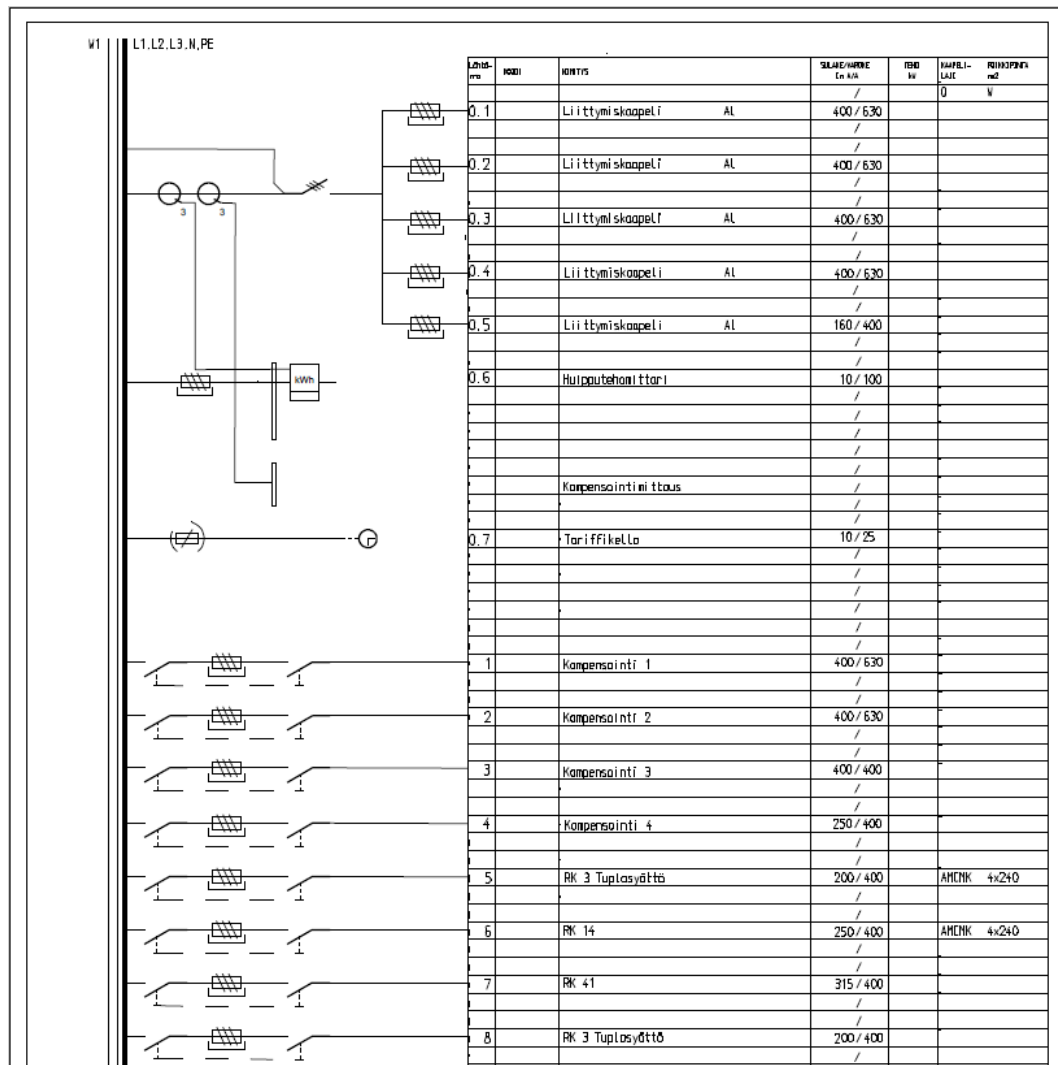
Joskus kokoonpanokuvassa esitetään keskuksen kojeluettelo, josta käy ilmi kojei-den valmistajat, kojeiden maahantuoja, kojeiden tyyppi sekä kojeiden ominaisuu-det.



Kuva 12. Ryhmäkeskus RK1:n kokoonpanokuva

8.3 Keskuskaavio

Keskuskaavio kertoo kaiken oleellisen keskuksen sisällöstä. Siitä näkee tekniset tiedot, lähdöt sekä kaikki pääkomponentit, kuten sulakkeet, katkaisijat, varokkeet, mittarit, kontaktorit, johdonsuojakatkaisijat, vikavirtasuojakatkaisijat, nousujohdot sekä releet./17/



Kuva 13. Osa Hiipakan tehtaan pääkeskuskaaviosta

Keskuskaavio pitää sisällään tiedot keskusta syöttävästä kaapelista sekä kohteista, joita kyseinen keskus syöttää. Standardin mukainen piirrosmerkki on helpoin ja nopein tapa esittää komponentin tyyppi sekä selkeyttää keskuksen rakennetta.

Piirrosmerkkiä tuetaan lähdön merkinnällä sekä nimikkeellä, että tiedetään esim. mitä lähdön 5 kolmivaiheinen kahvasulake suojaa. Samalla rivillä kerrotaan myös sulakkeen / varokkeet kokoluokka ja halutessa tehon määrä kyseiselle laitteelle. Viimeisestä sarakkeesta saadaan selville johdon tyyppi ja koko, että tiedetään lähdön maksimi sulakekoko.

Jokaisella keskuksella on oma keskuskaavionsa, ettei sekaantumisia lähtöjen suhteen ilmenisi. Kaikki keskuskaaviossa esitetyt asiat sijaitsevat keskuksen sisällä, jonka vuoksi niiden päivittäminen ja sisällön muutoksien merkitseminen on tärkeää ja säästää aikaa jatkossa suoritettavien asennusten yhteydessä. Keskuskaavioiden perusteella on voitava selvittää korjausten, huoltojen ja muutosten kannalta, mikä koje löytyy minkäkin lähdön takaa.

8.4 Keskuskaavion päivitysprojekti

Keskuksien kokoonpanokuvien ja keskuskaaviopohjien piirtämisen jälkeen aloitettiin lähtöjen päivittäminen vastaamaan tämän päiväisiä kytkentöjä. Vanhoista lähtömerkinnöistä ei juurikaan ollut mitään hyötyä lukuisten muutosten jälkeen ja koneiden siirtelyn ja vaihtumisen seurauksesta.

Lähdön sisällön selvittämiseksi työssä oli mukana ammattilainen, joka meni keskuksia läpi merkatien epäselviä kohtia paperille, josta ne saivat helposti siirrettyä tietokoneelle piirrettävään muotoon. Lähtöjä selvitettiin johtoja seuraamalla, mikä johti pistorasialle ja mikä porakoneelle. Selvittämistä vaikeutti lukuisat ”tyhjät” lähdöt, joissa ei ollut enää kytkettyjä laitteita ollut vuosikausiin ja johtojen päät saattoivat vain lojua tyhjän päällä tai roikkua hyllyiltä. Valaisimia tai yksittäisiä voimapistorasioita oli helppo kokeilla sulakkeita irrottamalla, mutta osaa lähdöistä oli melkein mahdotonta saada selville ilman onnea ja hyvää tuuria. Päivittämisen yhteydessä tuli irrotettua tyhjiltä lähdöiltä sulakkeet sekä korjausta vaativat kohdet merkatua jatkotoimenpiteitä varten turvallisuuden vuoksi.

9 KUNNOSSAPITO -OHJELMA

Kunnossapidon tarkoitus on pitää sähkölaitteisto vaaditussa kunnossa. Kunnossapito voi koostua ennakoidusta kunnossapidosta, jota tehdään tavanomaisen käytännön mukaisesti laitteiden rikkoutumisen ehkäisemiseksi ja laitteiden pitämiseksi hyvässä kunnossa tai korjaavasta kunnossapidosta, joka tehdään rikkoutuneen osan korjaamiseksi tai vaihtamiseksi./18/

Sähkölaitteiston haltijan on siis käyttäessään ja hoitaessaan hallitsemaansa sähkölaitteistoa huolehdittava siitä, että suojaus sähköiskulta ja palovaaralta säilyy. Muina tavoitteina ovat taloudelliset ja toiminnalliset hyödyt, kuten sähkölaitteiston häiriöttömän ja suunnitellun toiminnan varmistaminen, huollot ja kunnossapitotoimien ajoittaminen sopiviin ajankohtiin, käyttökeskeytysten väheneminen, huoltokustannusten hallinta, laitteiden eliniän piteneminen ja energian kulutuksen suunnitelmallinen seuranta./18/

Kaikki kunnossapitokäytännöt hyväksyy sähkölaitteiston käytöstä vastaava henkilö. Samankaltaisina toistuvissa kunnossapitotöissä luvan työn aloittamiseen, keskeyttämiseen tai lopettamiseen voi antaa työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja. Työtä tekevien henkilöiden tulee olla työhön riittävästi opastettuja tai sähköalalla ammattitaitoisia./19/

9.1 Kunnossapito-ohjelma

Varsinaista kunnossapito-ohjelmaa ei ollut olemassakaan, joten sen luominen aloitettiin tutustumalla Hiipakalle annettuihin määräyksiin ja käyttökohteisiin. Käytiin läpi mitä ohjelmassa pitää olla, ja jaettiin työ kahteen osaan: pienjännite ja keskijännite. Pienjännitepuoli pitää sisällään ns. tehtaan sisäpuolella olevat laitteet ja keskukset ja keskijännitepuolelle jäi keskijännitekojeisto sekä muuntamo.

Ohjelman selkeys ja sisältö olivat tärkeitä, joten sen luomiseen käytettiin apuna ST-kortiston aineistoa sekä yleisiä selkeitä piirteitä kunnossapito-ohjelmien ohjeista ja malleista.

E J Hiipakka Oy:lle laadittu kunnossapito-ohjelma on tiivistetty versio täydellisestä ohjelmasta. Se pitää sisällään kuitenkin kaikki oleellimmat asiakirjat kunnossapito-ohjelman kannalta. Kunnossapito-ohjelma sisältää kunnossapidon tehtäväluettelon, huoltopäiväkirjan, tarkastuspöytäkirjan ja seurantapäiväkirjan.

9.2 Pienjännite

Pienjännitepuolelle suunniteltu kunnossapito-ohjelma pitää sisällään yleistä silmämääräistä tarkastelua kuin myös pitemmällä aikavälillä suoritettavia tarkastuksia ja kiristyksiä. Pienjännite pitää sisällään sähköpääkeskuksen ja kaiken siitä eteenpäin tulevan laitteiston ja johdotuksen. Pääkeskus, kompensointilaitteisto sekä ryhmäkeskukset ja niiden lähiympäristö on otettu ohjelmassa huomioon. Varsinaista poistumisvalaistusta ei Hiipakalla ole, mutta se on ohjelmassa alustavasti mukana, jos jatkossa sellainen tulee ajankohtaiseksi.

Kuuden kuukauden tarkastusväli -ohjelma pitää sisällään aistinvaraisia tarkastuksia, yleisen turvallisuuden kannalta tärkeän kaluston huoltoa ja tarkastusta, varaosien määrien tarkastusta, sekä keskuksien vikavirtasuojauksien testaaminen.

Kahden vuoden tarkastusväli -ohjelmaan sisältyy kaapelihyllyjen kiinnityksien tarkastus ja puhdistus, kompensointilaitteiston tarkastus, maadoitusten liitosten kiristys, sekä moottorien ja laitteiden puhdistaminen.

Viiden vuoden tarkastusväli -ohjelmalle on määrätty suoritettavan lämpökamera-kuvaus keskuksille, komponenteille, liitoksille sekä kaapelihyllyille. Näiden yhteyteen sitten on lisätty maadoitusmittaukset sekä nousukaapelien kuormituksen mittaaminen.

9.3 Keskijännitelaitteet

Keskijännite-kojeisto sekä muuntaja löytyvät omista tiloistaan ja niille on pitänyt määrätä oma laitteiston valvoja. KJ-kojeisto pitää sisällään syötön 20 kV verkolta, joka tulee kuormaerotinkennolle ja jatkaa siitä mittaukseen. Mittauksen jälkeen on varokekuormaerottimet, jotta pystytään erottamaan muuntaja ja mittaristo erikseen sekä suojaamaan laitteistoa. Varokekuormaerottimelta tulee syöttö muuntajalle, joka muuntaa 20 kV ensiöpuolelta toisiopuolelleen 400 V. Muuntaja on 1250 kVA:n öljymuuntaja.

Kuuden kuukauden tarkastusväli pitää sisällään yleisesti siisteyden tarkastamisen, tiiveyden ja lukituksien tarkastuksen, muuntajan öljyn määrän tarkastuksen, mahdollisten vuotojen korjauksen ja mittareiden toimivuuden toteamisen. Kahden vuoden välein tehtävään toimenpiteeseen on laitettu liitosten ja erotinten puhdistaminen, yleistä puhdistusta ja kireyksien tarkastusta. Lämpökamerakuvauksen voi suorittaa tässä, jos sen tuntee tarpeelliseksi. Viiden vuoden välein on taas määrätty lämpökameratarkastus mahdollisten heikkojen kohtien havaitsemiseksi, maadoitusmittauksen suorittaminen sekä muuntajaöljyn analysoiminen tarvittaessa.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehdyt piirustukset ovat Hiipakan tietokannassa JCAD-piirustusmuodossa sekä PDF-muodossa tulostuskelpoisena mahdollisia tulevia muutoksia varten. Muutoksia tullaan todennäköisesti ensisijaisesti piirtämään paperille ja siitä sopivin väliajoin aina päivittämään sähköiseen muotoon tietokantaan.

Kunnossapito-ohjelma tehtiin täysin Microsoft – Excel – ohjelmalla, koska siihen on helppo päivittää muutokset ja mahdolliset lisäykset. Työssä ei ihan jokaista keskusta ehditty saada päivitettyyn muotoon, mutta täytettävät pohjat ovat valmiina odottamassa lähtöjen selvitystä.

Kunnossapito-ohjelman muutokset ja puutteet tulevat ilmi ajan kanssa kun ohjelma otetaan käyttöön ja mahdolliset unohdukset käyvät ilmi. Ohjelma on tulostettu paperiversioksi, jotta siihen olisi helppo merkitä tarkastetut sekä kirjata puutteet ja korjattavat asiat.

Opinnäytetyön yhteydessä aivan aluksi täytyi opetella käyttämään itselle vierasta piirustus-ohjelmaa: JCAD SÄHKÖ – SUUNNITTELU PLUS, joka poikkesi melko paljon itselle tutusta CADS – Plannerista. Perusasioiden kuten sijoituspisteiden, skaalauksen, kopioinnin ja valmiiden komponenttien löytämisen jälkeen työ alkoi sujumaan varsin mallikkaasti. Keskuskaavion piirtämien meinasi tuottaa alussa hieman päänvaivaa, kun attribuutit eivät halunneet istua oikeille paikoille.

Sähkökaapin sisältö oli myös hieman epäselvä ennen työn aloittamista, mutta siihen pääsi nopeasti sisälle. Lähdöt, sulakekoot, varokepesät ja kontaktorit alkoivat käydä loogisesti järkeen, jolloin alkoi ymmärtää yleisesti sähkökaapin rakenteen päälle ja miten eri komponentit ovat kosketuksissa toisiinsa.

Kunnossapito-ohjelma oli myös hyvin avartava, kun joutui miettimään jokaisen kohdan erikseen ja mitä eri tarkastuspisteitä kyseisistä eri paikoista löytyy. Kunnossapidon ulkoasu piti miettiä; onko se helposti täytettävissä, ymmärrettävissä, tulostettavissa ja onko siinä tilaa kirjata kommentteja ja puutteita.

LÄHTEET

- /1/ Aura, L & Tonteri, A. 2000. Sähkämiehen käsikirja. s 274 – 279.
- /2/ Aura, L & Tonteri, A. 1994. Teoreettinen sähkötekniikka. 3. – 4. painos. Helsinki. WSOY, 267 - 288
- /3/ Korpinen, L. MUUNTAJAT JA SÄHKÖLAITTEET. Viitattu 9.4.2016.
(http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/9muuntajat_ja_sahkolaitteet.pdf)
- /4/ ABB Strömberg, Teknisiä tietoja ja taulukoita, 1990, 586 s.
- /5/ Ahoranta, J, Sähköasennustekniikka, 9. uudistettu painos, WSOYpro Oy, 2011, 109 s
- /6/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 517/1996 2,5§
- /7/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 12, 13, 14,15§
- /8/ Pienjänniteasennukset ja sähköturvallisuus. SFS-käsikirja 600. Suomen standardisoimisliitto ry, 2007.
- /9/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996 / 517 3, 4, 5, 6, 8 §
- /10/ SFS 6000-6-61
- /11/ Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 10§
- /12/ Turvatekniikan keskus, Määräaikaistarkastukset. Viitattu 9.4.2016.
(http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/ohjeet/maara_aikaistarkastukset.pdf)
- /13/ OP-Pohjola, Palotarkastukset. Viitattu 9.4.2016.
(<https://www.pohjola.fi/pohjola/yritys--ja->

[yhteisoasiakkaat/riskienhallinta/omaisuus-ja-toiminta/paloturvallisuus?id=328120\)](#)

/14/ Sähköpiirustuskirja. Jumpponen, E. Sähkö ja teleurakoitsijaliitto. 1999 3. korjattu painos.

/15/ Saastamoinen, A. Käyttödokumentit 17.9.2008. Sähköala-lehti 11/2008, 1 s

/16/ Ahoranta, J. 2011. Sähköasennustekniikka. 9. uud. painos. Helsinki. WSOY-pro Oy.

/17/ Sähkötieto ry. 2007. Esimerkkipiirustukset, ST-esimerkit 4. 2 painos. Espoo. Sähköinfo Oy.

/18/ Sähköinfo Severi. Kunnossapito-ohjelma. Viitattu 9.4.2016.

(<https://severi.sahkoinfo.fi/item/266?search=96.02>)

/19/ Tampereen teknillinen yliopisto, Sähkötyöturvallisuus. Kunnossapitotyön organisointi. Viitattu 9.4.2016.

(<http://www.tut.fi/sahkotyoturvallisuus/tietosivusto/kunnossapitoty%C3%B6n-organisointi.html>)

LIITE 1

Kunnossapidon tehtäväluettelo

Vastuuhenkilö: PJ - Markku Terho, KJ / muuntamo - Hannu-Pekka Kivistö

| Pienjännite / keskijännite | | 6 kk |
|----------------------------|---|-----------------|
| Tunnus | Toimenpide / Kohteen tarkastus | Huomioitavaa |
| S22 | Sähköenergian pääjakelujärjestelmä | |
| | Sähkötila | |
| | Alkusammutuskalusto | |
| | Ensiapuohje | |
| | Esteetön kulku | |
| | Huonelämpötilan tarkkailu | |
| | Ilmanvaihto ja suodattimet | |
| | MEB-kiskon merkinnät | |
| | Ovien lukitus | |
| | Piirustukset ja kaaviot | |
| | Valaistus | |
| | Varoituskilvet | |
| | Yleinen siisteys | |
| | | |
| | Työvälineet | |
| | Jännitteenkoetin | |
| | Kahvasulakkeen vaihtokahva | |
| | Kasvosuoja | |
| | Työmaadoitusvälineet | |
| | | |
| S2212 | KI-kojeisto | |
| | Ovien lukitus | |
| | Varoituskilvet | |
| | Yleinen siisteys | |
| | Työvälineistä | |
| | | |
| S2222 | Pääkeskus PK1 | |
| | Keskusten lukitus ja merkinnät | |
| | Käytettyjen sulakekokojen tarkastus | |
| | Tarkastus sähköturvallisuuden kannalta | |
| | Varasulakkeiden määrä | |
| | | |
| S61 | Poistumisvalaistus | Ei ole olemassa |
| | Akuston kunto | |
| | Huoltopäiväkirjanpito koestuksista ja vioista | |
| | Hälytykset | |
| | Keskuksen toiminta | |
| | Valaisinten/kilpien tarkastus | |

LIITE 1

Kunnossapidon tehtäväluettelo

Vastuuhenkilö: PJ - Markku Terho, KJ / muuntamo - Hannu-Pekka Kivistö

| Pienjännite / keskijännite | | 2-vuotta |
|----------------------------|---|--------------|
| Tunnus | Toimenpide/Kohteen tarkastus | Huomioitavaa |
| S110 | Kaapelihyllyt | |
| | Kiinnitykset | |
| | Puhtaus | |
| S150 | Läpiviennit | |
| | Tiiveyden tarkastus | |
| S2224 | Kompensointi | |
| | Häilytyksen toiminnan tarkastus ja kokeilu | |
| | Kaapeliliitosten tarkastus/kiristys | |
| | Kapasitanssiarvojen tarkastus mittaamalla jokaisen yksikön virta | |
| | Kompensoinnin riittävyyden tarkastus tilaajan kulutusseurannasta | |
| | Kontaktorit | |
| | Pariston puhdistus | |
| | Sulakkeet | |
| | Suodattimen puhtaus | |
| | Säätäjän asetteluarvot | |
| | Tuulettimen toiminta | |
| S2227 | Keskusten väliset syötöt | |
| | Johtojen kiinnityksen ja mekaanisten suojiin tarkastus | |

LIITE 1

Kunnossapidon tehtäväluettelo

Vastuuhenkilö: PJ - Markku Terho, KJ / muuntamo - Hannu-Pekka Kivistö

Pienjännite / keskijännite

5-vuotta

| Tunnus | Toimenpide/Kohteen tarkastus | Huomioitavaa |
|--------|---|--------------|
| S2212 | Keskijännitekojeisto | |
| | Katkaisija | |
| | Kisko- yms. Liitokset | |
| | Kuormaerotin | |
| | Laitteiden puhdistus | |
| | | |
| | Erottimet | |
| | Akseleiden laakerointien tarkastus | |
| | Veitsien tarkastus | |
| | | |
| S2213 | Muuntaja | |
| | Johdin- ja kiskoliitokset | |
| | Maadoitusresistanssin mittaus | |
| | Puhdistus | |
| | | |
| S2223 | Maadoitukset | |
| | Liitosten kunnon ja kireyden tarkastus | |
| | | |
| | Korroosioaurioiden ja mekaanisen kunnon tarkastus | |
| S2227 | Keskusten väliset syötöt | |
| | Nousukaapeliin kuormituksen tarkastus | |

LIITE 1

Kunnossapidon tehtäväluettelo

Vastuuhenkilö: PJ - Markku Terho, KJ / muuntamo - Hannu-Pekka Kivistö

Pienjännite / keskijännite

10-vuotta

| Tunnus | Toimenpide/Kohteen tarkastus | Huomioitavaa |
|--------|--------------------------------|--------------|
| | Sähkön pääjakelujärjestelmä | |
| | Määräaikaistarkastuksen tilaus | |

LIITE 2

Tarkastusöytäkirja

Aikaväli: 6kk

Vastuhenkilö: Markku Terho

| Pienjännite | Tekijä: | Pvm: | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kohde | OK | Huomautettavaa | Korjattu |
| Pääkeskus PK1 | | | |
| Keskuksen lukitus ja merkinnät | | | |
| Käytettyjen sulakekokojen tarkastus | | | |
| Mittarien toiminta | | | |
| Sähköturvallisuus | | | |
| Varuslakkeiden määrä | | | |
| Vikavirtasuojauksesta | | | |
| Työvälineet | | | |
| Jännitekoetin | | | |
| Kahvasulakkeen vaihtokahva | | | |
| Kasvosuojus | | | |
| Työmaadoitusräjätykset | | | |
| | | | |
| Poistumisvalaistus | | | |
| Akuston kunto | | | |
| Huoltopäiväkirjanpito vioista | | | |
| Hälytykset | | | |
| Keskuksen toiminta | | | |
| Valaisinten ja kilpien tarkastus | | | |
| | | | |
| Sähkökeskukset | | | |
| Alkusammutuskalusto | | | |
| Ensiapuohje | | | |
| Esteetön kulku | | | |
| Huonelämpötilan tarkkailu | | | |
| Ilmanvaihto ja suodattimet | | | |
| MEB-kiskon merkinnät | | | |
| Ovien lukitus | | | |
| Valaistus | | | |
| Varoituskilvet | | | |
| Yleinen siisteys | | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | | |
| | | | |

LIITE 2

Tarkastuspöytäkirja

Aikaväli: 2-vuotta Vastuuhenkilö: Markku Terho

| Pienjännite | Tekijä: | Pvm: | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kohde | OK | Huomautettavaa | Korjattu |
| Kaapelihiyllyt | | | |
| Kiinnitykset | | | |
| Puhtaus | | | |
| | | | |
| Läpiviennit | | | |
| Tiiveyden tarkastus | | | |
| | | | |
| Keskusten väliset syötöt | | | |
| Johtojen kiinnitykset ja mekaanisten suojujen tarkastus | | | |
| | | | |
| Sähkökeskukset | | | |
| Liitosten tarkastus, tarvittaessa kiristys | | | |
| Lämpöreleen, etuvarokekoon tarkastus | | | |
| Merkkilamppujen tarkastus | | | |
| Piirustukset ja kaaviot | | | |
| Varuslakkeiden tarkastus | | | |
| | | | |
| Yleistä | | | |
| Dokumentointi | | | |
| Lämpökuvaus tarvittaessa | | | |
| Moottorien puhdistus tarvittaessa | | | |
| Sähkölaitteiden aistinvarainen tarkastus | | | |
| Varoituskilpien tarkistus | | | |
| | | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | | |
| | | | |

LIITE 2

Tarkastuspöytäkirja

Aikaväli: 2-vuotta

Vastuuhenkilö: Markku Terho

Pienjännite

Tekijä:

Pvm:

| Kohde | OK | Huomautettavaa | Korjattu |
|--|----|----------------|----------|
| Maadoitukset | | | |
| Korroosioaurioiden ja mekaanisen kunnan tarkastus | | | |
| Liitosten kunnan ja kireyden tarkastus | | | |
| | | | |
| Kompensointi | | | |
| Kaapelliitosten tarkastus/kirstys | | | |
| Kontaktorit | | | |
| Pariston puhdistus | | | |
| Sulakkeet | | | |
| Suodattimen puhtaus | | | |
| Säätäjän asetteluarvot | | | |
| Tuulettimen toiminta | | | |
| | | | |
| Kapasitanssiarvojen tarkastus mittaamalla jokaisen yksikön virta | | | |
| Kompensoinnin riittävyyden tarkastus tilaajan kulutusseurannasta | | | |
| | | | |
| | | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | | |
| | | | |

LIITE 2

Tarkastuspöytäkirja

Aikaväli: 5-vuotta

Vastuuhenkilö: Markku Terho

Pienjännite

Tekijä:

Pvm:

| Kohde | OK | Huomautettavaa | Korjattu |
|---|----|----------------|----------|
| Yleistä | | | |
| Maadoitusmittaukset | | | |
| Keskusten väliset syötöt | | | |
| Nousukaapelin kuormituksen tarkastus | | | |
| Lämpökamerakuvaus | | | |
| Havainnoidaan korroosiot, ongelmat | | | |
| Kaapelihiyllyt | | | |
| Keskusten komponentit | | | |
| Liitokset | | | |
| Liitosten kiristys | | | |
| Nousukaapelit | | | |
| Varokelähdöt | | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | | |
| | | | |

LIITE 3

Tarkastuspöytäkirja

Aikaväli: 6 kk

Vastuhenkilö: Hannu-Pekka Kivistö

| KJ-kojeisto / Muuntamo | Tekijä: | Pvm: | |
|---|---------|----------------|----------|
| Kohde | OK | Huomautettavaa | Korjattu |
| Läpiviennit | | | |
| Tilveyden tarkastus | | | |
| KJ-kojeisto | | | |
| Ovien lukitus | | | |
| Varoituskilvet | | | |
| Yleinen silsteys | | | |
| Yleistä | | | |
| Muuntamon imurointi tarvittaessa | | | |
| Sähkölaitteiden aistinvarainen tarkastus | | | |
| Varoituskilpien tarkistus | | | |
| Muuntaja | | | |
| Vuodot | | | |
| Öljyn määrä | | | |
| Mittarit | | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | | |
| | | | |

LIITE 3

Tarkastuspöytäkirja

Aikaväli: 2-vuotta

Vastuhenkilö: Hannu-Pekka Kivistö

| KI-kojeisto / Muuntamo | Tekijä: | | Pvm: |
|--|---------|----------------|-----------|
| Kohde | OK | Huomautettavaa | Korjattu: |
| Yleistä | | | |
| Lämpökuvaus tarvittaessa | | | |
| | | | |
| Keskijännitekojeisto | | | |
| Katkaisija | | | |
| Kisko- yms, liitokset | | | |
| Kuormaerotin | | | |
| Laitteiden puhdistus | | | |
| | | | |
| Muuntaja | | | |
| Johdin- ja kiskoliitokset | | | |
| Puhdistus | | | |
| | | | |
| Maadoitukset | | | |
| Korroosiovaurioiden ja mekaanisen kunnan tarkastus | | | |
| Liitosten kunnan ja kireyden tarkastus | | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | | |
| | | | |

LIITE 3

Tarkastuspöytäkirja

Aikaväli: 5-vuotta

Vastuuhenkilö: Hannu-Pekka Kivistö

| KJ-kojeisto / Muuntamo | Tekijä: | Pvm: |
|---|---------|----------------|
| Kohde | OK | Huomautettavaa |
| Muuntaja | | |
| Muuntajaöljyn näytteenotto tarvittaessa | | |
| Muuntajaöljyn analyysi tarvittaessa | | |
| | | |
| Lämpökamerakuvaus | | |
| KJ-kojeisto | | |
| Muuntaja | | |
| Liitokset | | |
| | | |
| Yleistä | | |
| Maadoitusmittaukset | | |
| Muuta huomautettavaa / korjattavaa | | |
| | | |

LIITE 9

Kunnossapito-ohjelma

KytKentäohje:

2-vuotishuollon kytKentäohje, kojeiston tekeminen
jännitteettömäksi turvallisuustoimenpiteet SFS6002:n mukaan

| Nro | Toimenpide |
|-----|--|
| 1 | Kuormien katkaisu katkaisijalla, ilmoitus energialaitokselle |
| 2 | Muuntamo jännitteettömäksi, energialaitos |
| 3 | Avataan erotin E1/E2 |
| 4 | Jännitteettömyyden toteaminen |
| 5 | Työmaadoitusten asentaminen |
| 6 | Huolto |
| 7 | Varmistus, että työkalut pois ja työ valmis |
| 8 | Työmaadoituksen poistaminen |
| 9 | Suljetaan erotin E1/E2 |
| 10 | Ilmoitus energialaitokselle |
| 11 | Muuntamo jännitteiseksi, energialaitos |
| 12 | Suljetaan katkaisija |