

Jari Aunio

OLEMASSA OLEVIENTEN SÄHKÖPIIRUSTUSTEN SIIRTÄMINEN  
CAD-MUOTOON

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
2013

# OLEMASSA OLEVIEN SÄHKÖPIIRUSTUSTEN SIIRTÄMINEN CAD-MUOTOON

Aunio, Jari  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Elokuu 2013  
Ohjaaja: Nieminen, Esko  
Sivumäärä: 28  
Liitteitä: 45

Asiasanat: jakokeskus, dokumentointi, tasopiirustus, keskuskaavio

---

Opinnäytetyön tehtävänä oli siirtää olemassa olevat keskusdokumentit CAD-muotoon sekä päivittää niissä olevat tiedot todellista tilannetta vastaavaksi. Tämän lisäksi työhön tehtiin tasopiirustukset kohteen kolmeen eri kerrokseen, apuna käyttäen olemassa olevia vanhoja tasopiirustuksia. Opinnäytetyö toteutettiin käyttämällä vanhoja sähködokumenteja sekä jokaisen keskuksen rakenne ja sisältö käytiin selvittämässä kohteessa yksityiskohtaisesti. Työ tehtiin toiminnallisena opinnäytetyönä.

Toimeksianto tälle työlle tuli YIT Kiinteistötekniikka Oy:ltä Raumalla sijaitsevaan kohteeseen. Salassapitosopimuksen takia työssä ei mainita tarkempia tietoja kohteesta, jolle sähködokumentit tehtiin. Raumalla sijaitsevan kohteen dokumentit olivat todella vanhoja ja siksi oli tärkeää päivittää ne ajan tasalle.

Selkeillä ja ajan tasalla olevilla piirustuksilla saadaan aikaan keskuksen luotettava toiminta, turvallinen käyttö sekä ne auttavat keskuksen huoltotoimenpiteissä. Huonosti dokumentoidut asennukset saattavat aiheuttaa vaaratilanteita sekä lisätä tulipaloriskiä. Teollisuuden järjestelmät ja laitteet muuttuvat jatkuvasti ja sen vuoksi on tärkeää, että muutokset merkitään myös piirustuksiin, jotta ne pysyvät jatkossakin ajan tasalla.

## TRANSFER THE EXISTING ELECTRICAL DOCUMENTS TO CAD FORMAT

Aunio, Jari

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

August 2013

Supervisor: Nieminen, Esko

Number of pages: 28

Appendices: 45

Keywords: distribution board, documentation, installation drawings, centre schemas

---

The purpose of this thesis was to transfer the existing switchboard documents to CAD format and to update the information contained in the actual situation. In addition the work was carried out with installation drawings in three floors of the site by using the help of the existing old installation drawings. The thesis was made by using the old switchboard documents. Each structure and content of the switchboard was investigated in detail in the site. The study was implemented as a functional thesis.

The assignment for this work came from the company called YIT Kiinteistötekniikka Oy and the work site is located in Rauma. Because of the non-disclosure agreement, any details from the site in which the switchboard documents was made is not mentioned in the thesis. The documents of the site in Rauma were really old and therefore it was important to update those documents.

With clear and up-to-date drawings is achieved a reliable operation and safe use of the switchboard and those will help the maintenance operations. Faulty documented installations may cause dangerous situations and increase the risk of fire. Industrial systems and equipments are constantly changing and it is therefore important to record the changes to the drawings to ensure that they remain up-to-date.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SÄHKÖKESKUKSET .....	7
2.1	Keskuksessa annettavat tiedot ja merkinnät .....	7
2.2	Keskuksen sijoittaminen ja asennuspaikan määrittely.....	8
2.3	Nimellisarvot .....	8
2.4	Ympäristön lämpötila .....	9
2.5	Kotelointiluokka .....	9
2.6	Standardien täytyminen kohteessa olevissa keskuksissa .....	10
3	KYTKINLAITTEET .....	11
3.1	Painikekytkin ja kiertokytkin.....	11
3.2	Sähkömekaaniset releet.....	11
3.3	Kontaktori .....	12
3.4	Lämpörele ja suojakontaktori .....	12
3.5	Varokkeet.....	13
3.6	Johdonsuojakatkaisija .....	13
3.7	Termostaatit .....	14
4	DOKUMENTOINTI .....	14
4.1	Käyttödokumentti .....	14
4.2	Keskusdokumentit .....	15
4.3	Tasopiirustus.....	16
5	PIIRROSMERKIT .....	17
5.1	Piirrosmerkkien luokittelu .....	17
5.2	Piirrosmerkkien valinta ja käyttö.....	17
5.3	Piirrosmerkin merkitys ja asento .....	18
6	KOHTEEN DOKUMENTOINTI .....	18
6.1	Vanhat keskuskaaviot ja keskuksen sisällä olevat sulakemerkinnät .....	19
6.2	Kokoonpanopiirustukset .....	20
6.3	Tasopiirustukset.....	20
6.4	Lähtökohdat keskuskusten dokumentointiin .....	20
6.4.1	Pääkeskus .....	21
6.4.2	Mittaus- ja ohjauskeskus .....	21
6.4.3	Ryhmäkeskus RK6.....	21
6.4.4	Ryhmäkeskus RK 10 ja RK10L.....	22
6.4.5	Ryhmäkeskus RK 11 ja RK 11L.....	22
6.4.6	Ryhmäkeskus RK 12.....	22
6.4.7	Ryhmäkeskus RK 13.....	23

6.4.8 Ryhmäkeskukset RK 14 ja RK14.1.....	23
6.4.9 Ryhmäkeskus RK 15.....	24
6.4.10 Ryhmäkeskus RK 16 .....	24
6.4.11 Ryhmäkeskukset RK 19, RK 20 ja RK 21.....	24
6.4.12 Pääkeskus 1-UPS .....	25
7 PROJEKTIN ARVIOINTI JA PÄÄTTÄMINEN.....	25
7.1 Arviointi opinnäytetyön vaiheista ja resurssien hallinnasta .....	25
7.2 Aikataulussa pysyminen .....	27
7.3 Opinnäytetyön tuloksen hyödyntäminen ja arviointi.....	27
7.4 Opinnäytetyön jatkuminen ja keskeiset uudet ideat .....	27
LÄHTEET.....	28
LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty YIT Kiinteistötekniikka Oy yrityksen toimeksiannosta Raumalla sijaitsevaan kohteeseen. Salassapitosopimuksen takia en mainitse tarkempia tietoja kohteesta tässä opinnäytetyössä. Opinnäytetyöni tarkoituksena on olemassa olevien keskusdokumenttien siirtäminen CAD-muotoon sekä niissä olevien tietojen päivittäminen todellista tilannetta vastaavaksi. Tämän lisäksi piirrän tasopiirustukset kohteen kolmeen eri kerrokseen, apuna käyttäen olemassa olevia vanhoja piirustuksia. Vanhojen sähködokumenttien päivitykseen ja tasopiirustusten tekoon tulen käyttämään CADS Planner Electric 16- suunnitteluohjelmaa.

Opinnäytetyöhön kuuluvat keskuksat ovat pääkeskus, mittaus- ja ohjauskeskus sekä noin kymmenen eri ryhmäkeskusta. Jokaiseen sähkökeskukseen päivitettävät dokumentit ovat keskuksen pääkaavio ja kokoonpanopiirustus, joista voidaan tarkastella keskuksen erilaisia toimilaitteita, kuten varokkeita, releitä ja kontaktoreita. Näiden lisäksi opinnäytetyöhön kuuluu pääkeskuksen nousujohtokaavion päivitys.

Selkeillä ja ajan tasalla olevilla piirustuksilla saadaan aikaan keskuksen luotettava toiminta, turvallinen käyttö sekä ne auttavat keskuksen huoltotoimenpiteissä. Puutteellisesti dokumentoidut asennukset saattavat aiheuttaa vaaratilanteita sekä lisätä tulipaloriskiä. Teollisuuden järjestelmät ja laitteet muuttuvat jatkuvasti ja siksi on tärkeää, että muutokset merkitään myös piirustuksiin, jotta ne pysyvät ajan tasalla.

Opinnäytetyössä kerron sähkökeskuksiin liittyvistä standardeista ja vertaan niitä kohteessa oleviin sähkökeskuksiin. Tarkistan myös silmämääräisesti kohteen keskuksat ja katson, onko keskuksissa jotain korjattavaa kuten rikkinäisiä tai irronneita komponentteja.

## 2 SÄHKÖKESKUKSET

Standardi SFS-EN 60439-1 määrittelee jakokeskuksen seuraavasti: jakokeskus on rakennelma, joka on varustettu yhdellä tai useammalla enintään 1000V kytkinlaitteella ja niihin liittyvillä ohjaus-, mittaus-, suoja- ja säätölaitteilla. Jakokeskus on välttämätön energiajakelun haaroituspaikka ja jakokeskuksen sijoittelulla sekä rakenteella vaikutetaan johtoverkon rakentamiskustannuksiin ja käytettävyyteen. Jakokeskuksella huolehditaan myös turvallisuus- ja häiriönsietovaatimusten täyttymisestä. Standardisarja SFS-EN 60439 asettaa keskuksille rakennevaatimuksia ja niiden tarkoitus on varmistaa tuotteen kestoisuus ympäristön vaikutuksia vastaan sekä tuotteen sähköiset ominaisuudet ja turvallisuus käyttö- ja huolto-ohjeita noudattaen. (Autio 2003, 11.)

### 2.1 Keskuksessa annettavat tiedot ja merkinnät

Valmistajan tulee varustaa keskus yhdellä tai useammalla arvokilvellä ja niissä olevat merkinnät pitää olla tehty luotettavalla tavalla. Kilvet on sijoitettava paikkaan, jossa ne ovat näkyvissä ja helposti luettavissa keskuksen asentamisen jälkeen. Seuraavat tiedot pitää löytyä vähintään arvokilvestä: valmistajan nimi tai rekisteröity tavaramerkki sekä mallimerkintä, tunnistusnumero tai muu tunnistus tieto, joka mahdollistaa tarpeellisten tietojen saamisen valmistajalta. Keskuksen valmistajana pidetään organisaatiota, joka on vastuussa koko keskuksesta. (SFS-EN 60439-1 2005, 38,40.)

Useamman keskuksen järjestelmässä keskukseseen merkitään keskustunnus esimerkiksi RK3. Keskuksen pääkytkin on merkittävä tekstillä ”pääkytkin” ja muiden kytkimien käyttötarkoitus on myös merkittävä näkyviin. Jos keskukseseen tulee ohjaus- tai muita jännitteitä, joita pääkytkin ei katkaise, tulisi keskukseseen laittaa varoitus: ”keskuksessa vieras ohjausjännite”. Merkinnöistä on nähtävä, mitkä piirit jäävät vielä jännitteisiksi, kun pääkytkin avataan. Keskuksessa, missä on useita kansia, tulisi merkata kansi, jonka alla on suojamaadoitus tehty sekä kansi, jonka alla on suoritettu PE- ja N-liittimen yhdistys. (Autio 2003, 45.)

## 2.2 Keskuksen sijoittaminen ja asennuspaikan määrittely

Sähköturvallisuuden kannalta on tärkeää, että keskusta käyttävä henkilö voi turvallisesti ja esteettä hoitaa kaikki ohjaukset, sulakkeiden vaihdot ja muut keskuksen liittyvät käyttötoimenpiteet. Kahvavarokkeet tulee sijoittaa lukittuun tai työkalulla avattavaan keskusosaan ja keskus tulisi saada jännitteettömäksi vaihdon ajaksi. (Autio 2003, 11.)

Jännitteisinä käsiteltävät varokkeet, pääkytkin ja käyttötoimenpiteenä käsiteltävät osittain kosketussuojatut kojeet tulee asentaa laitteen tai laitteiston keskilinjasta mitattuna vähintään 0,4 m ja enintään 2,0 m korkeuteen hoitotilasta. Tyyppitestatuilla vapaasti seisovilla standardin mukaisilla keskuksilla ei ole vaatimusta alarajasta. Jakokeskuksen edessä olevassa tilassa, josta sitä huolletaan ja käytetään, ei saa olla keskuksen kuulumattomia johtavia osia, joita todennäköisesti joudutaan jatkuvasti koskettamaan tehtäessä asennus-, huolto- tai käyttötoimenpiteitä. Kun nimellisvirta on 63 A tai suurempi, on keskuksen edessä oltava esteetön hoitokäytävä, jonka leveys on vähintään 0,8 m ja korkeus 2,0 m. Jakokeskushuoneista on päästävä poistumaan helposti ja ovet on saatava auki ilman avainta sisäpuolelta. (SFS-Käsikirja 600 2007, 573-574.)

## 2.3 Nimellisarvot

Sähkökeskus voidaan määrittellä sen sähköisten ominaisuuksien mukaan. Sähköisiä ominaisuuksia ovat nimellisjännite, nimellisvirta ja nimellistaajuus. (SFS-EN 60439-1 2005, 34.)

Keskuksen *nimellisjännite* ( $U_e$ ) on jännitteenarvo, joka määrää nimellisvirran kanssa piirin käyttösovelluksen. Monivaiheisissa virtapiireissä nimellisjännite on vaiheiden välinen jännite. Keskuksen valmistaja ilmoittaa jänniterajat, joiden sisällä pää- ja apupiirit toimivat oikein. Jänniterajojen tulee olla sellaiset, että jännite ohjauspiiriin kuuluvien sisäisten komponenttien liittimissä pysyy normaaleissa kuormitustilanteissa komponenttien IEC-standardien määrittelemissä rajoissa. (SFS-EN 60439-1 2005, 34,36.)

Valmistaja määrittelee keskuksen piirien *nimellisvirran* huomioon ottaen keskuksen sähköisten komponenttien nimellisarvot, sijoituksen ja käytön. Nimellisvirta on voitava johtaa piirin kautta siten, että sen eri osat eivät lämpene liikaa. Nimellisvirralle ei ole standardiarvoja, koska sen suuruuteen vaikuttavia asioita on monia. (SFS-EN 60439-1 2005, 36.)

Keskuksen *nimellistaajuus* on taajuusarvo, joka keskukselle on annettu ja siihen perustuu keskuksen oikea toiminta. Silloin kun keskuksen virtapiirit on suunniteltu eri taajuusarvoille, on piirien nimellistaajuudet ilmoitettava erikseen. Käyttötaajuuden rajat on annettu IEC-standardeissa eri komponenteille. Rajat ovat 98% ja 102% nimellistaajuudesta, jollei keskuksen valmistaja ilmoita toisin (SFS-EN 60439-1 2005, 38.)

#### 2.4 Ympäristön lämpötila

Keskuksista syntyy aina lämpöä käytön aikana. Sen takia on huolehdittava siitä, että ilmanvaihto on riittävä keskuksen jäähtymisen aikaansaamiseksi tilassa, jonne keskus on asennettu. Myös valaistuksen tulee olla riittävä, jotta keskuksella voidaan tehdä tarvittavat käyttö- ja huoltotyöt. (Juhonen, Koivisto & Paajanen 2004, 180.)

Sisäasennuksissa ympäristön lämpötila ei saa ylittää +40 °C eikä sen 24 tunnin keskiarvo saa ylittää +35 °C. Ympäristön lämpötilan alaraja sisäasennuksissa on -5 °C. Ulkoasennuksissa on samat ympäristön ylärajat kuin sisäasennuksissa, kun taas alaraja on lauhkeassa ilmastossa -25 °C ja arktisessa ilmastossa -50 °C (SFS-EN 60439-1 2005, 42.)

#### 2.5 Kotelointiluokka

Keskuksen kotelointiluokka eli kosketus-, vesi- ja vierasainesuojausaste merkitään tunnuksella IP... standardin IEC 60529 mukaisesti. Sisäasennuksissa, joissa ei vaadita vesisuojausta, suositellaan IP00, IP2X, IP3X, IP4X ja IP5X koteloluokkien käyttöä. Koteloidun keskuksen ja vain etupuolelta suojatun keskuksen etupuolen kote-

lointiluokan on oltava vähintään IP2X valmistajan ohjeiden mukaisesti. Ilman lisäsuojauksista olevissa ulosasetettävissä keskuksissa, toisen numeron on oltava vähintään 3. Ulkoasennuksissa lisäsuojauksena voi olla katto tai vastaava. (SFS-EN 60439-1 2005, 54.)

Valmistajan ilmoittama kotelointiluokka koskee koko keskusta, mikäli se on asennettu valmistajan ohjeiden mukaisesti, eikä kotelointiluokkaa ole erikseen määritelty. Valmistajan pitää ilmoittaa kosketussuojauksen aste sekä vierasaine- ja vesisuojauksen myös siten, että tehtävään opastettu henkilö tai sähköalalla ammattitaitoinen henkilö pystyy käyttämään tai huoltamaan keskuksen sisäisiä osia myös keskuksen tilojen ollessa avattuina. Valmistajan on ilmoitettava erikseen, jos keskuksen osa, esimerkiksi ohjaustaulun kotelointiluokka, poikkeaa pääosan kotelointiluokasta. Esimerkki IP00 – ohjaustaulu IP20. (SFS-EN 60439-1 2005, 54.)

## 2.6 Standardien täytyminen kohteessa olevissa keskuksissa

Kohteessa olevat keskuksat noudattivat luvussa kaksi esitettyjä standardeja. En huomannut keskuksissa muita epäkohtia tai työturvallisuutta haittaavia tekijöitä, paitsi keskuksista RK13 oli irronnut pääkytkin, josta löytyy vielä tieto asentajille menevästä taulukosta.

Keskuksat olivat sijoitettu järkevasti ja keskuksille oli esteetön pääsy ja niiden edessä oli riittävästi tilaa, jotta keskuksiin voidaan helposti toteuttaa tarvittavat toimenpiteet. Lämpötilat pysyivät keskushuoneissa standardin mukaisissa lämpötiloissa. Keskuksista löytyivät arvokilvet, joihin oli merkattu keskuksista tarvittavat tiedot. Pääkeskuksista löytyi myös varoituskyltit muista syöttöpisteistä tulevista takajännitteistä. Myös keskuksista RK10 löytyi varoitukset keskuksen läheisyydessä olevista jännitteisistä osista. Kahvavarokkeet olivat sijoitettu keskuksissa työkalulla avattaviin keskusosiin ja keskuksista löytyivät kytkimet, joilla keskuksat saadaan jännitteettömiksi huolto ja muutostöiden ajaksi. Myös muista kytkimistä löytyivät tiedot niiden käyttötarkoituksista. Vain keskuksista RK6 ja RK12 puuttuivat ”pääkytkin kyltti” pääkytkimen kohdalta. Jakokeskushuoneista pääsi poistumaan helposti ja ovet sai auki ilman avainta.

### 3 KYTKINLAITTEET

Virtapiirin avaamiseen ja sulkemiseen käytettävää laitetta kutsutaan kytkinlaitteeksi, joita ovat esimerkiksi painikekytkin, kiertokytkin, vipukytkin, rele, termostaatti ja varoke. Suurten tehojen katkaisemisessa ja sulkemisessa käytetään katkaisijoita ja erottimia. Tällaisia kytkinlaitteita käytetään sähköenergian tuotannon ja siirron alueilla. Ulkokuori ja runko-osa sekä toimivina osina avautuvat ja sulkeutuvat koskettimet ohjauslaitteineen muodostavat kytkimien pää rakenneosat. Seuraavissa luvuissa käsitellään sähkötekniikan virtapiireissä yleisesti käytettyjä kytkimiä ja varokkeita. (Ahoranta & Mattila 1983, 11-12.) Opinnäytetyöhöni kuuluvat kohteen keskukset koostuivat suurimmaksi osaksi kytkinlaitteista, joiden teoriaa käsitellään seuraavissa alaluvuissa.

#### 3.1 Painikekytkin ja kiertokytkin

Suurten huone- ja hallitilojen sekä asuinrakennusten porraskäytävien valojen ohjauksessa käytetään *painikekytkimiä*. Näiden lisäksi painikekytkimien tavanomaisia käyttökohteita ovat moottoreiden käynnistäminen ja pysäyttäminen, palo- ja murtohälytyspainikkeet sekä sähkökoneiden hätäpysäytyspainikkeet, joiden tulee toimies- saan lukkiutua aukiasentoon. (Ahoranta & Mattila 1983, 13.)

*Kiertokytkimiä* puolestaan käytetään ohjaus- ja mittauskytkiminä sekä kuormakyt- kiminä. Ohjauskytkimiä käytetään nimensä mukaisesti erilaisissa ohjaus-, lukitus- ja hälytysvirtapiireissä, kun taas mittauskytkimillä valitaan mittarin mittausalue tai - kohde. Kuormakytкимиä käytetään tavallisimmin moottorikytкимиinä sekä lämpöko- jeiden kojekytкимиinä. (Ahoranta & Mattila 1983, 16.)

#### 3.2 Sähkömekaaniset releet

Edellä esitettyjen painike- ja kiertokytkimien toiminta sulkiessaan ja avatessaan vir- tapiirin perustuu siihen, että kytkimien koskettimia ohjataan mekaanisen ohjauslait- teen avulla. Ohjauslaitteena toimii ohjauspainike tai vääntönappi akseleineen. *Releis- sä* koskettimia puolestaan ohjaa mekaanisen ohjauslaitteen sijasta sähkömagneetti-

nen, elektroninen tai moottorikäyttöinen toimielin. Rele on koje, jossa toimieliimen eli kelan virtapiirin sulkeutuminen tai avautuminen saa releen toimiessa aikaan yhden tai useamman koskettimilla ohjattavan virtapiirin sulkeutumisen tai avautumisen. (Ahoranta & Mattila 1983, 19.)

Releen toiminta perustuu siihen, kun kelan liittimiin kytketään jännite, kelan kautta alkaa kulkea sähkövirta. Sähkövirta tekee kiinteästä rautasydäimestä magneetin, joka vetää ankkurin kiinni itseensä ja saa näin aikaan kosketintoiminnat eli kosketin sulkeutuu ja/tai avautuu. Kelan virtapiirin katketessa rautasydämen magneettisuus häviää ja silloin jousikuormitettu ankkuri irtoaa rautasydäimestä. Tämä aikaan saa sen, että koskettimet palautuvat takaisin perusasentoon. (Ahoranta & Mattila 1983, 19.)

### 3.3 Kontaktori

*Kontaktorin* rakenne- ja toimintaperiaate on samanlainen kuin edellä käsitelty sähkömagneettinen rele. Oleellisin ero kontaktorissa ja sähkömagneettisessa releessä on siinä, että kontaktori on tarkoitettu kytkinlaitteeksi sähkökoneen tai -laitteen päävirtapiiriin, mutta rele ohjausvirtapiiriin. Kontaktorissa koskettimet on rakennettu sähkölaitteen ottaman virran (10 A-1000 A) katkaisemiseen ja kytkemiseen. Releen koskettimien nimellisvirta on normaalisti enintään 16 A. (Ahoranta & Mattila 1983, 28.)

### 3.4 Lämpörele ja suojakontaktori

*Lämpöreleen* toiminta perustuu lämpövaikutukseen ja releen toimivana osana on kaksoismetallililiuska eli bimetallililiuska. Lämmitessään se taipuu ja aiheuttaa vipumekanismin avulla kosketintoiminnan. Bimetallililiuskaa lämmittää sen kautta sähkölaitteeseen kulkeva sähkövirta. Tästä johtuen lämpöreleellä voidaan estää sähkölaitteen ylikuormittuminen, koska laitteen ottama liian suuri virta laukaisee lämpöreleen. Näillä lämpöreleillä suojataan pyöriviä sähkökoneita ja sähkölämpökojeita, kuten esimerkiksi sähkömoottoreita. Lämpöreleet jaetaan sen lämmitystavan mukaan välillisesti ja suoraan lämmitettyihin lämpöreleisiin. (Ahoranta & Mattila 1983, 29-30.)

Kontaktorista ja lämpöreleestä koostuu *suojakontaktori*. Jäähdyttyään lauennut lämpörele viritetään uudelleen palautuspainikkeesta painamalla. Suojakontaktoria käytetään esimerkiksi sähkömoottorin käynnistys- ja pysäytyskytkimenä. Suojakontaktoria käytetään siis pyörivien koneiden käyttökytkimenä työturvallisuuden takia. Täten varmistetaan siitä, että kone ei itsestään lähde käyntiin sähkökatkoksen jälkeen. (Ahoranta & Mattila 1983, 32-33.)

### 3.5 Varokkeet

*Varokkeita* käytetään ylivirtasuojina eli niillä suojataan sähkölaitteita liian suurilta virroilta. Varokkeessa on varokepesä, sulake ja mahdollisesti varokekansi. Sulakkeen tehtävänä on katkaista virta. Lasiputkivaroke, tulppavaroke ja kahvararoke ovat tavallisimmat varokerakenteet. (Ahoranta & Mattila 1983, 34.)

*Tulppasulakkeen* sulavana lankana on käytetty ohutta hopealankaa tai ohennettua kuparinauhaa. Sulakkeen pohjassa olevalla värinastalla ilmaistaan sulakkeen koko. Tämän lisäksi sulakkeen koko voidaan leimata sulakkeen pohjaan tai sulakkeen ulko-kuoreen. Sulakkeiden värimerkinnot ovat: 2 A ruusunpunainen, 4 A ruskea, 6 A vihreä, 10 A punainen, 16 A harmaa, 20 A sininen, 25 A keltainen, 35 A musta, 50 A valkoinen ja 63 A kuparin värinen. (Ahoranta & Mattila 1983, 34.)

*Kahvasulakkeen* ja tulppasulakkeen rakenteet ovat samanlaisia. Sulavana lankana käytetään reikäistä kuparinauhaa, jota ympäröi kvartsijauhe. Kahvasulakkeen toimissa siitä ponnahtaa sen sivussa tai päädyssä oleva punainen merkinasta irti. Kahvasulakkeiden koot ovat 2A - 1000A. Kokomerkinnot on merkattu sulakkeen ulko-kuoreen. (Ahoranta & Mattila 1983, 35.)

### 3.6 Johdonsuojakatkaisija

Johdonsuojakatkaisija toimii sekä käsikäyttöisenä kytkimenä että automaattisesti laukeavana suojakytkimenä. Näitä kytkimiä käytetään suojaamaan johtoja ja kojeita ylikuormitusta ja oikosulkuvirtaa vastaan, tavallisimmin ohjausvirta-, valaistusvirta- ja puolijohdepiirien suojaamiseen. (Ahoranta & Mattila 1983, 37.)

### 3.7 Termostaatit

Lämmitysjärjestelmien ja sähkölaitteiden ohjauspiireissä käytetään *termostaatteja*. Termostaattiohjausta käytetään erilaisten teollisuusprosessejen, kuten ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmien automatiikkapiireissä. (Ahoranta & Mattila 1983, 39.)

## 4 DOKUMENTOINTI

Dokumentilla tarkoitetaan kiinteää ja jäsenneiltyä määrää ihmisten tutkittavaksi tarkoitettua informaatiota, jota voidaan hallita ja vaihtaa yhtenä osana käyttäjien ja järjestelmän välillä. Dokumentti pystytään tunnistamaan sen informaatiolajin ja informaation perusteella, esimerkiksi yleiskaavio, liitäntätaulukko tai toimintadiagrammi. (ST 13.30 2009, 1.)

Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenee seuraavat tiedot: virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit) sekä tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet voidaan tunnistaa. (SFS-Käsikirja 600 2007, 222.)

### 4.1 Käyttödokumentti

Käyttödokumentit ovat joukko piirustuksia ja muita asiakirjoja, jotka jokaisesta kohteesta tulisi vähintään laatia, jotta kohteen käyttö, huolto ja kunnossapito olisivat mahdollista ja turvallisesti toteutettavissa (ST 13.30 2009, 1). Sähkölaitteiston haltijan pitää huolehtia siitä, että käyttödokumentit ovat ajan tasalla. Käyttödokumenttien tulee olla käyttö-, huolto- ja kunnossapitohenkilöstön saatavilla kohteen koko elinkaaren ajan, jotta laitteiston käyttö, huolto ja kunnossapito voidaan toteuttaa turvallisesti. Muutos- ja laajennustöiden suunnittelussa ja toteutuksessa on ehdottoman tärkeää että, käyttödokumentointi on pidetty ajan tasalla. (ST 13.30, 2009, 6.)

## 4.2 Keskusdokumentit

Sähkökeskuksilla olevia dokumentteja ovat pääkaavio, kokoonpanopiirustus, piirikaavio ja kojeluettelo. Edellä mainitut käyttökäytännöt ovat tärkeitä laitteiston käytön, huollon ja kunnossapidon kannalta. (ST 13.30 2009, 1.)

*Pääkaaviota* sanotaan myös toiselta nimeltä nousujohtokaavioksi ja se on keskuksen pääpiirejä kuvaava kaavio. Pääkaaviossa esitetään seuraavat asiat: johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa, keskuksessa olevat komponentit, ryhmätunnus, ryhmien nimet, lämmitys sekä laiteryhmiä tehotiedot. Pääkaaviossa esitetään myös suojalaitteiden laji, tyyppi, mitoitusvirta ja katkaisukyky sekä aseteltavien suojalaitteiden asetteluarvot, katkaisukyky ja ominaisuudet. Pääkaaviosta löytyy prospektiiviset oikosulkuvirrat, varokepesän ja varokealustan koko, lähtöjen ohjaustapa sekä paikka periaatteellisella tasolla. Lisäksi pääkaaviosta ilmenee keskukseseen tulevat ja siitä lähtevät johdot/kaapelit ja niiden tyypit ja keskuksen tekniset tiedot kaavion etulehdellä. (ST 13.30 2009, 4.)

*Piirikaavio* on kaavio, jossa kuvataan keskuksen sähköisiä virtapiirejä. Piirikaaviossa esitetään seuraavat asiat: ohjauskytkentöjen toteutus, ohjauspiireissä käytetyt komponentit, ohjauskomponenttien sijainti, mikäli ne eivät sijaitse itse keskuksessa, kojeja laitetunnukset, rivi- ym. liittimien sijainti, merkintä ja kytkentä. (ST 13.30 2009, 4.)

*Kokoonpanopiirustusta* sanotaan myös toiselta nimeltä layout-piirustukseksi tai epävirallisesti ”naamakuvaksi”. Kokoonpanopiirustuksella kuvataan keskuksen fyysistä rakennetta ja siinä esitetään seuraavat asiat: keskuksen fyysiset mitat mittakaavassa, komponenttien fyysinen sijoitus kannet auki sekä kansien käyttökojeiden sijoittelu, komponenttien tunnuksat, keskuksen pääkiskotasoinen johdotus ja valmistajan esittämät tekniset tiedot, kuten oikosulkukestoisuus. (ST 13.30 2009, 4.)

### 4.3 Tasopiirustus

Tasopiirustuksien päätehtävänä on osoittaa laitteiston tai komponenttien keskinäinen sijoitus. Tasopiirustus esittää koko laitteiston tai osan siitä sekä laitteita yhdistävät johdot. Laatumiseen käytetään piirrosmerkkejä. Tasopiirustuksista täytyy ilmetä, käytetäänkö uppo- vai pinta-asennusta. Uppoasennuksessa piirretään putkitus ja pinta-asennuksessa kaapelit. (Christenssen & Kördel 2003, 55-56.) Kansainvälisen standardoinnin myötä pinta- ja uppoasennusten kojeet voidaan esittää samoilla piirrosmerkeillä ja piirrosmerkin viereen merkitään tarvittaessa asennustapa kirjaimella S tai F (Ahoranta 2012, 91).

Kojeet ja kaapelit piirretään asennuspaikoilleen pinta-asennuksessa seuraavalla tavalla. Kaapeli piirretään todellista asennuspaikkaansa vastaavaan piirustuksen kohtaan suoralla viivalla. Kaapelityyppi tai johtimien tunnuksot merkitään piirustukseen. Seinäpinnan viereen piirretään seinälle asennettava jakorasia. Uloimmaksi piirretään seinällä päällekkäin asennettavista kojeista se, joka asennetaan seinällä ylimmäksi. Piirustuksessa käytetään kirjainta S (surface) pinta-asennustavan selventävänä tunnuksena. (Ahoranta 2012, 90-91.)

Kojeet ja kytkentärasiat piirretään puolestaan uppoasennuksessa asennuspaikoilleen tasopiirustuksessa seuraavanlaisesti. Johtoviivoilla esitetään kojeiden ja rasioiden keskinäiset yhteydet. Johdot piirretään käyrillä viivoilla (tai murtoviivoilla). Johdintäärä ja johtimien tunnuksot on yleensä merkitty johtoviivaan. Uloimmaksi piirretään seinällä päällekkäin asennettavista rasioista ja kojeista se, joka asennetaan seinällä ylimmäksi. Piirustuksessa käytetään tarvittaessa kirjainta F (Flush) uppoasennuksen selventävänä tunnuksena. (Ahoranta 2012, 90-91.)

Tasopiirustuksissa esitetään seuraavaksi mainitut asiat. Kojien, laitteiden ja komponenttien sijoitus on esitettävä sekä se, ovatko ne pinta- vai uppoasennuksia. Piirustuksissa esitetään myös valaisin-, lämmitin- ja laitepositiot. Näiden perusteella valaisimet, lämmittimet ja laitteet määritellään tarkemmin esimerkiksi luetteloissa. Lisäksi tasopiirustuksissa pitää esittää johdotusten tarvitsemat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit sekä niiden tyypit, johdotukset ja niiden asennustapa (useita kojeita tai laitteita sisältävien ryhmien käytännön toteutus), maadoitusten ja potentiaalintasaus-

ten sijoitusmerkinnät sekä verkkojännitteisten ryhmien ryhmänumerot ja ryhmitysrajat (ryhmätunnus vastaten keskuksen pääkaaviosta ilmenevää merkintää) sekä johtimien poikkipinnat ja lukumäärät. (ST 13.30 2009, 4.)

## 5 PIIRROSMERKIT

Suomenkielessä termillä piirrosmerkki tarkoitetaan graafisia symboleja, joita käytetään teknisissä piirustuksissa ja kaavioissa. Sana piirrosmerkki on suomenkielinen vastine englanninkieliselle sanalle graphical symbol for diagram ja sen määritelmä löytyy kansainvälisestä ISO-standardista, ISO 81714-1. Standardi määrittelee piirrosmerkin seuraavalla tavalla: piirrosmerkki on visuaalisesti havaittava kuvio, jota käytetään välittämään informaatiota kielestä riippumattomasti. Piirrosmerkillä on mahdollista esittää tarkasteltava kohde tuotteena, toimintona tai esittää sen sijainti. Jos graafinen symboli on laitteessa, silloin suomen kielessä käytetään termiä kuvantunnus. (ST 13.50 2012, 1.)

### 5.1 Piirrosmerkkien luokittelu

Piirrosmerkkien suunnittelustandardi ISO 81714-1 luokittelee piirrosmerkit kahteen luokkaan: luokkaan 1 kuuluvat piirrosmerkit, jotka esittävät perustiedot eli perusmerkit ja luokkaan 2 kuuluvat piirrosmerkit, jotka esittävät lisätietoja eli tarkennusmerkit. Luokan 1 piirrosmerkkejä käytetään sellaisinaan tai niitä voidaan yhdistää toiseen luokan 1 tai luokan 2 piirrosmerkkiin. Luokan 2 piirrosmerkkejä käytetään luokan 1 piirrosmerkkien kanssa ja ne ovat esimerkiksi käsitealkioita tai tarkennuspiirrosmerkkejä. (ST 13.50 2012, 1.)

### 5.2 Piirrosmerkkien valinta ja käyttö

Jos piirrosmerkille on olemassa vaihtoehtoisia esitysmuotoja, silloin valitaan merkki, joka esittää parhaiten kohdetta piirustuksessa. Silloin kun kohteelle ei ole olemassa

standardoitua piirrosmerkkiä, voidaan käyttää yleisiä symboleja neliö, suorakaide tai ympyrä tai piirrosmerkki voidaan luoda noudattamalla standardeissa IEC 60617 DB ja ISO 81714-1 annettuja sääntöjä. Standardipiirrosmerkki voidaan tarvittaessa korvata jollakin yleisellä symbolilla käyttäen standardoitua piirrosmerkkiä tarkennusmerkinä yleisen symbolin sisällä tai lisäämällä kuvaava teksti yleisen symbolin sisälle. (ST 13.50 2012, 1.)

Piirustuksen laatija, esimerkiksi sähkösuunnittelija, päättää viime kädessä kohdetta esittävän piirrosmerkin valinnasta. Valintaan vaikuttavat myös kohteeseen sovellettavat standardit tai asiakasvaatimukset ja standardeissa voi olla velvoittava viite tai suora vaatimus käyttää standardipiirrosmerkkejä esimerkiksi SFS 6000 ja SFS-EN 60204-1. Projektiin liittyvissä sopimuksissa vaaditaan joskus käyttämään standardista poikkeavia piirrosmerkkejä, kuten vanhan kohteen laajennus, jossa rakennetun osan piirrosmerkit poikkeavat piirrosmerkkistandardista ja kohteen dokumentaatio halutaan pitää yhdenmukaisena. (ST 13.50 2012, 1.)

### 5.3 Piirrosmerkin merkitys ja asento

Piirrosmerkin merkitys määritellään sen muodon ja sen sisällön mukaan. Koko ja viivan vahvuudet eivät vaikuta piirrosmerkin merkitykseen. Piirrosmerkit tulisi asettaa siten, että ne tukevat kaaviossa valittua virtauksen pääsuuntaa. Piirrosmerkkejä koskevia huomautuksia käytetään silloin, kun merkitystä ei voida muilla keinoin esittää. Huomautukset sijoitetaan sen kohdan viereen, johon sitä sovelletaan tai tehdään viittaus huomautustekstiin, jos se on sijoitettu muualle piirustuksen sisältöalueella. Huomautukset esitetään ensimmäisellä sivulla, jos informaatio on jaettu usealle sivulle. (ST 13.50 2012, 1.)

## 6 KOHTEEN DOKUMENTOINTI

Ennen varsinaisen työn aloittamista, kävimme työntilaajan kanssa läpi tarkemmin, mitkä asiat opinnäytetyöhöni kuuluvat. Kävimme myös työkohteessa ja työntilaaja

esitteli rakennuksen tiloja ja kävimme niissä huoneissa, joissa keskuksat sijaitsevat. Sain myös kansion, jossa oli kohteen sähködokumentit. Yhteensä sähkökeskuksia oli 15, joihin sähködokumenttien päivitys sähköiseen muotoon tarvitsi tehdä. Eli työhöni kuului pääkeskus, mittaus- ja ohjauskeskus sekä 13 ryhmäkeskusta. Työhöni kuului myös tasopiirustuksen teko kolmeen eri kerrokseen. Tasopiirustusten piirtämisessä käytin apuna vanhoja tasopiirustuksia, jotka eivät olleet enää ajan tasalla. Vanhojen sähködokumenttien päivitykseen käytin CADS Planner Electric 16- suunnitteluohjelmaa. Päivitettäviin sähködokumentteihin kuuluivat keskuskaaviot, kokoonpanopiirustukset, nousujohtokaavio pääkeskuksesta sekä tasopiirustukset. Aloitin sähködokumenttien päivityksen keskuskaavioista ja kokoonpanopiirustuksista. Kun olin saanut ne valmiiksi, ryhdyin tekemään tasopiirustuksia. Tasopiirustusten teossa tarvitsin päivitettyjä keskuskaavioita eri sähköryhmien merkkaukseen.

#### 6.1 Vanhat keskuskaaviot ja keskuksen sisällä olevat sulakemerkinnät

Keskusten vanhat keskuskaaviot olivat vanhoja ja joihinkin kaavioihin ei ollut tehty kaikkia päivityksiä niistä muutoksista, joita keskukseseen on tehty. Onneksi kaikista vanhoista keskuksista löytyi keskuskaaviot ja osa kaavioista oli pidetty hyvin ajan tasalla. Lähinnä keskuskaavioista puuttui päivityksiä ryhmistä, jotka eivät ole tällä hetkellä käytössä, vaan ovat varalla. Myös monessa kohtaa sulakekoot olivat merkattu erikokoisiksi kuin keskuksessa olevat sulakkeet ovat.

Keskuksissa sijaitsevista sulakkeista löytyivät sulakemerkinnät lähestulkoon jokaisesta sulakkeesta ja yleensä sulakemerkintöihin oli merkattu ryhmänumero, sulakekoko, johdotus ja ryhmän osoite. Vain muutamasta sulakkeesta puuttui sulakemerkinnät. Ryhmän osoite löytyi kaikista sulakkeista, joihin merkinnät oli tehty. Sulakekoko, ryhmänumero ja johdotustiedot puuttuivat joistakin sulakkeista. Myös jotkut sulakkeissa olevat tiedot oli jätetty päivittämättä, kun keskuksiin oli tehty muutoksia. Enimmäkseen varalla olevissa sulakkeissa tiedot eivät olleet ajan tasalla. Myös osa sulakekokotiedoista olivat vanhoja eivätkä pitäneet enää paikkansa.

## 6.2 Kokoonpanopiirustukset

Keskusten kokoonpanopiirustukset pitivät joissain keskuksissa hyvin paikkansa, mutta osassa keskuksista niihin ei ollut merkitty kaikkia keskuksen komponentteja. Myös monista keskuksen osista puuttuivat tunnuksat kokoonpanopiirustuksesta ja keskuksen sisällä olevista merkinnöistä. Kokoonpanopiirustuksissa oli käytetty vanhoja piirrosmerkkejä ja niissä oli vanhat tunnuksat esimerkiksi sulakkeet oli merkattu E-kirjaimella, kytkimet b-kirjaimella ja kontaktorit C-kirjaimella. Päivitin uusiin piirustuksiin uudet piirrosmerkit sekä vaihdoin tunnuksat nykyaikaisiksi tunnuksiksi (sulake = F, kontaktori = K ja kytkin = S). Kokoonpanopiirustusten tekoa hidasti myös se, että jotkut keskuksien kannet oli ruuvattu kiinni, joten tarvitsin asentajan apua niiden avaamisessa.

## 6.3 Tasopiirustukset

Kohteen tasopiirustukset olivat vanhoja ja niistä puuttui paljon komponentteja, joita on lisätty myöhemmin kohteeseen, mutta ei oltu päivitetty piirustukseen. Vanhassa piirustuksessa valaistuspaikat pitivät hyvin paikkansa, mutta pistorasiaryhmät olivat muuttuneet paljon siitä, mitä piirustukseen oli laitettu. Vanhaan tasopiirustukseen ja CAD-tasopiirustus pohjaan ei oltu päivitetty kohteen kaikkia rakennemuutoksia. Osa uusista huoneista puuttui ja parissa kohtaa seinän paikka oli muuttunut sekä osa ovien paikoista oli väärissä paikoissa. Tasopiirustusten teon aloitin ensin tulostamalla piirustus pohjat ja sen jälkeen kävin läpi kohteen huone kerrallaan ja tein niihin tarvittavat merkinnät apuna käyttäen vanhoja tasopiirustuksia. Lopuksi piirsin ne puhtaaksi CAD-tasopiirustus sovelluksella.

## 6.4 Lähtökohdat keskuskusten dokumentointiin

Kappaleissa 6.4.1 - 6.4.12 on tietoa niistä keskuksista, jotka kuuluivat opinnäytetyöhöni. Kappaleissa kerrotaan keskuksien sijainti ja mitä ryhmiä keskuksat pääosin sisältävät sekä kappaleissa käydään läpi puutteelliset tiedot keskuskaavioissa, sulakemerkinnöissä ja layout-kuvissa. Päivitettyihin keskuskaavioihin on merkitty kysymysmerkillä epäselvät ryhmät, jotka asentaja käy joskus myöhemmin tarkistamassa.

#### 6.4.1 Pääkeskus

Pääkeskus sisältää pääasiassa kahva- ja luukkusulakkeita sekä tulppasulakkeita, joista lähtee syöttöjä ryhmä- ja nousukeskuksille. Pääkeskushuoneen seinällä oleva nousujohtokaavio oli vanha ja puutteellinen. Kaaviosta puuttui puolet nykyisistä lähdoistä ja sulakkeista. Myös pääkeskuksen layout-kuvasta puuttui keskuksen osia ja jotkut osat olivat piirretty väärin paikkoihin. Löysin onneksi vielä toisen dokumentin nousujohtokaaviosta, joka oli paremmin ajan tasalla. Keskuksen kaikista tulppasulakkeista löytyi tiedot keskuksen sisältä. Keskuksen ulkopuolelta ovista löytyi merkintöjä kahvasulakelähdoistä.

#### 6.4.2 Mittaus- ja ohjauskeskus

Mittaus- ja ohjauskeskus sijaitsee pääkeskushuoneessa ja keskus sisältää mittaukseen ja ohjaukseen liittyviä ryhmiä. Keskuksen vanha keskuskaavio oli hyvin ajan tasalla, ainoastaan ryhmään 18 oli merkattu väärä sulakekoko. Myös keskuksen sulakemerkinnät olivat ajan tasalla, eikä niissä ilmennyt virheitä. Keskuksen vanhasta kokoonpanopiirustuksesta puuttui jonkin verran päivityksiä, joita keskukseseen on myöhemmin tehty.

#### 6.4.3 Ryhmäkeskus RK 6

Ryhmäkeskus RK 6 sijaitsee väestönsuojassa ja keskus sisältää kaksi tuloilmapuhallin- ja jätevesipumppuryhmää sekä kaksi lämmitysryhmää ja yhden valaistusryhmän. Keskus on pieni ja sen vanha keskuskaavio oli ajan tasalla. Myös keskuksen sisällä olevat sulakkeet on selvästi merkitty. Ainoa ristiriita keskuskaaviossa ja sulakkeiden merkinnöissä on se, että tuloilmapuhallin TP7 on merkitty 2 ryhmään ja tuloilmapuhallin TP6 on merkitty 3 ryhmään keskuskaaviossa, mutta keskuksen sisällä ne on merkitty toisin päin.

#### 6.4.4 Ryhmäkeskus RK 10 ja RK 10L

Ryhmäkeskus RK 10 sijaitsee neljännessä kerroksessa. RK 10L sisältää lämmitysryhmiä ja siitä lähtee syöttö kiukaalle. RK10 sisältää enimmäkseen valaistus- ja pistorasiaryhmiä. Kaikkia keskuksen tehtyjä muutoksia ei ole päivitetty vanhaan keskuskaavioon, eikä sulakemerkintöihin keskuksen sisällä. Sulakkeet keskuksen ryhmissä 9, 11.3, 13, 14, 19, 20 sekä 22.3 olivat erikokoisia kuin keskuskaavioon ja sulakemerkintöihin oli laitettu. Päivitykset puuttuivat myös monesta varalla olevasta ryhmästä. Ryhmä numero 20 oli merkattu kahden eri sulakeryhmän kohdalle keskuskaavioon sekä keskuksen sisällä oleviin sulakemerkintöihin. Keskuksen sulakemerkinnöistä puuttui tiedot ryhmästä 18, mutta keskuskaavioon ne olivat merkattu.

#### 6.4.5 Ryhmäkeskus RK 11 ja RK 11L

Ryhmäkeskus RK 11 sijaitsee pääkeskushuoneessa. RK 11L sisältää lämmitysryhmiä ja RK 11 sisältää suurimmaksi osaksi pistorasia- ja valaistusryhmiä. Keskuksen vanha keskuskaavio ei ollut ajan tasalla ja siitä puuttui paljon merkintöjä muutoksista, joita keskuksen on tehty. Keskuksen sisällä olevat sulaketiedot olivat paremmin ajan tasalla. Sulakkeet keskuksen ryhmissä 2.3, 3.1, 7 ja 14 olivat erikokoisia kuin keskuskaavioon ja sulakemerkintöihin oli laitettu. Kaikkia varalla olevia sulakkeita ei ole päivitetty keskuksen tietoihin.

#### 6.4.6 Ryhmäkeskus RK 12

Ryhmäkeskus RK 12 sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa ja se sisältää pääasiassa poistoilmahuonehallin-, perusvesipumppu-, kiertopumppu- ja voimapistorasiaryhmiä. Kaikkia keskuksen tehtyjä muutoksia ei ole päivitetty vanhaan keskuskaavioon eikä sulakemerkintöihin keskuksen sisällä. Sulakkeet keskuksen ryhmissä 12.1, 23.2 ja 27 olivat erikokoisia, mitä keskuskaavioon ja keskuksen sisällä oleviin sulakemerkintöihin oli laitettu. Myös keskuksessa olevat sulakkeet ryhmissä 4.3 ja 9 on merkitty erikokoisiksi keskuksen sisälle. Kaikista tällä hetkellä varalla olevista ryhmistä ei ole tehty päivityksiä. Keskuksen ryhmät 24–26 jäivät epäselviksi, koska niistä puuttuivat tiedot kokonaan keskuksessa olevista ryhmämerkinnöistä sekä keskuskaaviosta.

#### 6.4.7 Ryhmäkeskus RK 13

Ryhmäkeskus RK13 sijaitsee IV-konehuoneessa (Daikin-huone) ja keskus sisältää pääasiassa valaistus-, pistorasia- ja lämmitysryhmiä. Kaikkia keskuksen tehtyjä muutoksia ei ole päivitetty vanhaan keskuskaavioon eikä sulakemerkintöihin keskuksen sisällä. Keskuksen ryhmässä 39 sulake oli erikokoinen kuin keskuskaavioon ja keskuksen sisällä oleviin sulakemerkintöihin oli laitettu. Keskuksen sisällä olevista sulakemerkinnöistä puuttui monesta kohtaa sulakkeen koko, vaikka ryhmän osoite oli päivitetty. Näitä ryhmiä olivat 10, 12.2, 12.3, 26 ja 29. Ryhmään 48 on merkattu 63 A sulakkeet keskuksen sisälle ja ryhmässä 48.1 ja 48.3 merkintä piti paikkansa, mutta ryhmään 48.2 oli laitettu 10A sulake. Keskuksen sisällä oleviin sulakemerkintöihin on merkattu molempiin ryhmiin 49 ja 56 JK-2 ja keskuksen ulkokanteen on merkattu ryhmään 49 JK-1 ja ryhmään 56 JK-2. Keskuksen ryhmät 54 ja 55 jäivät epäselviksi, koska keskuskaavioon on merkattu ryhmille eri osoitteet kuin sulakemerkintöihin. Keskuskaaviossa ryhmän 54 osoite on valaistus transmissiohuolto ja ryhmässä 55 osoite on valaistus voimalaitehuone ja sulakemerkinnöissä ryhmään 54 on merkattu valaistus bittimurskaamo kuulakärkikynällä ja lyijykynällä valaistus transmissiohuolto ja ryhmään 55 on merkattu valaistus tasasuuntaajahuone. Keskuksen vanhasta kokoonpanopiirustuksesta puuttui kontaktoreista ja releistä tunnuksot, eikä niitä ole myöskään merkattu kuin muutamaan keskuksen sisällä olevaan osaan. Keskuksen pääkytkin on irronnut keskukselta ja se pitäisi kiinnittää takaisin paikoilleen.

#### 6.4.8 Ryhmäkeskukset RK 14 ja RK14.1

Ryhmäkeskukset RK 14 ja RK14.1 sijaitsevat neljännessä kerroksessa ilmanvaihtokonehuoneessa. RK14.1 on pieni keskus, jossa on pelkästään lauhdutin- ja puhallinryhmiä. Keskuksen keskuskaavio ja sulakemerkinnät olivat ajan tasalla, eikä niissä ilmennyt virheitä. Keskukselta puuttui kokonaan vanha kokoonpanopiirustus. RK14 sisältää pääosin tulo- ja poistopuhallinryhmiä, kierto- ja jäähdytysvesipumppuryhmiä, vedenjäähdytinryhmiä sekä muihin pumppuihin liittyviä ryhmiä. Keskuksen vanhat tiedot olivat puutteellisia ja keskuskaavioon ei ole tehty päivityksiä pitkään aikaan. Ryhmistä 31 ja 37.3 puuttuivat oikeat tiedot keskuskaaviosta ja keskuksen

sisällä olevista sulakemerkinnoistä. Myös ryhmä 44 jäi epäselväksi, koska keskuskaaviosta on yliviivattu ryhmän osoite kiertovesipumppu P2. Keskuksen sisällä oleviin sulaketietoihin on myös merkitty kiertovesipumppu P2, mutta sulakekoko 2A ei täsmännyt keskuksessa olevaan sulakkeeseen, joka on 16A. Sulakkeet keskuksen ryhmissä 3, 15.1, 16, 22, 48, 26, 28, 37.2 ja 38 olivat erikokoisia, mitä keskuskaavioon ja sulakemerkitöihin oli laitettu. Keskuksen sisällä olevat sulaketiedot puuttuvat kokonaan ryhmästä 32 sekä sulakekoko puuttuu ryhmistä 37.2, 38, 40 ja 43. Keskuksen sisälle on merkitty ryhmänumero 39 väärään paikkaan ja sen tilalla pitäisi olla 38.

#### 6.4.9 Ryhmäkeskus RK 15

Ryhmäkeskus RK 15 sijaitsee pääkeskushuoneessa. Keskuksessa ei ollut kuin ainoastaan kaksi ryhmää käytössä ja loput olivat varalla. Toinen käytössä olevista ryhmistä jäi epäselväksi, koska ryhmänumero 11 oli merkattu keskuskaavioon varalle ja keskuksesta sulaketieto puuttui kokonaan.

#### 6.4.10 Ryhmäkeskus RK 16

Ryhmäkeskus RK16 sijaitsee pääkeskushuoneessa ja se on loistehonkompensointikeskus. Keskukselta puuttui kokonaan keskuskaavio ja kokoonpanopiirustus. Keskusdokumentit olivat kuitenkin helppo piirtää, koska keskuksessa oli vain kuusi ryhmää, jotka menivät kondensaattoreille.

#### 6.4.11 Ryhmäkeskukset RK 19, RK 20 ja RK 21

Ryhmäkeskukset RK 19, RK 20 ja RK 21 sijaitsevat tasasuuntaajahuoneessa ja keskukset sisältävät pääasiassa tasasuuntaaja- ja erotusmuuntajaryhmiä. Keskukset ovat pieniä ja RK 19 ja RK 20 ovat samanlaisia keskuksia, joten niistä oli helppo piirtää layout-kuvat. Myös RK 21 on lähestulkoon samanlainen keskusten RK 19 ja RK 20 kanssa eli sen layout-kuva oli helppo piirtää RK 19 pohjalta. Keskuksien vanhat keskuskaaviot olivat hyvin ajan tasalla. Keskusten sulakkeiden alta löytyivät kaikki tie-

dot, paitsi keskukselta RK 20 puuttui ryhmän 5 alta tiedot kokonaan. Keskuksen RK 20 keskuskaavioon on merkitty ryhmään 12 6A sulake ja keskuksen sulaketekstiin 16A, mutta todellisuudessa siinä paikassa on 10A sulake.

#### 6.4.12 Pääkeskus 1-UPS

Keskus sijaitsee kohteen alimmassa kerroksessa ja siitä lähtee syötöt yhteentoista UPS keskukseseen. Keskus oli uudempi kuin muut kohteen keskuksat ja siinä oli siksi uudemmat keskusdokumentit. Keskuksen keskuskaavioon ja keskuksen johdonsuojakatkaisijoihin on merkattu myös UPS keskuksien sijainnit. Mutta nämä sijainnit oli merkattu keskuskaaviossa eri tavalla kuin johdonsuojakatkaisijoissa osassa keskuksen ryhmiä.

## 7 PROJEKTIN ARVIOINTI JA PÄÄTTÄMINEN

Ammattikorkeakoulun toiminnallisessa opinnäytetyössä yhdistyvät käytännön toteutus ja sen raportointi. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.) Toiminnallisessa opinnäytetyössä on yleensä toimeksiantaja, kuten esimerkiksi yritys. Toimeksi annetun opinnäytetyön avulla voi näyttää ja kehittää omaa osaamistaan ja herättää työelämän kiinnostuksen sekä opettaa projektihallintaa. (Vilka & Airaksinen 2003, 16.) Toiminnallisissa opinnäytetyöissä teoreettiseksi näkökulmaksi riittävät usein käsitteet ja niiden määrittely (Vilka & Airaksinen 2003, 43). Opinnäytetyöni on toteutettu toiminnallisena opinnäytetyönä.

### 7.1 Arviointi opinnäytetyön vaiheista ja resurssien hallinnasta

Opinnäytetyön tein kolmessa eri vaiheessa. Aloitin työn tutustumalla kohteeseen ja kohteen vanhoihin sähködokumentteihin sekä keräsin tarvittavaa tietoa opinnäytetyön tekemiseen. Luin läpi työhöni liittyvää teoriaa kirjoista ja Internetistä ja tein merkinnät sivunumeroista ja osoitteista, joista myöhemmin kirjoitin teoriaosuuden

opinnäytetyöhöni. Tein myös pienen suunnitelman opinnäytetyön etenemisestä ja tein alustavan sisällysluettelon raporttiin. Opinnäytetyön raporttia kirjoitin sitä mukaa, mitä työ edistyi, koska silloin asiat olivat vielä tuoreessa muistissa.

Tämän jälkeen aloitin keskusdokumenttien päivityksen CAD-ohjelmalla. Ensin piti käydä kohteessa selvittämässä kuinka hyvin vanhat keskusdokumentit pitivät paikkansa. Kävin keskuksien sulakkeet tarkasti läpi ja tarkistin muut keskukseen kuuluvat osat ja otin niistä kuvia. Kun kävin keskuksia läpi, katsoin samalla myös silmämääräisesti, miten hyvin ne noudattavat keskuksille asetettuja standardeja. Kun olin saanut tarvittavat tiedot keskuksista, pystyin päivittämään keskuskaaviot ja piirtämään kokoonpanopiirustukset. Dokumenttien päivitys oli työläin osuus opinnäytetyössäni, koska keskuksia oli paljon ja aluksi CAD-ohjelman käyttö oli hidasta. Erittäin layout-kuvien piirtäminen oli aluksi hankalaa, koska en ollut ennen käyttänyt CAD-ohjelman layout-sovellusta. CAD-ohjelman käyttö kuitenkin tuli sitä nopeammaksi, mitä enemmän sitä käytin. Vanhoissa keskuskaavioissa ja keskuksien sisällä olevissa sulakemerkinnöissä oli jonkin verran puutteellista tietoa, joka hidasti opinnäytetyön tekemistä. Joitain keskuksien ryhmiä en saanut ollenkaan selvitettyä. En saanut myöskään kaikkia keskusten osien tunnuksia merkattua kokoonpanopiirustuksiin, koska tunnuksia puuttuivat vanhoista kokoonpanopiirustuksista ja kaikkia osien tunnuksia ei ole merkattu keskusten sisälle. Tunnuksia ovat sen takia tärkeitä kokoonpanopiirustuksissa, koska niistä pystyy katsomaan mihin ryhmään osa kuuluu. Mielestäni onnistuin kuitenkin keskusdokumenttien päivityksessä hyvin ja epäselviä ryhmiä jäi vain muutama, vaikka keskuksia oli yhteensä 15 kappaletta.

Kun olin saanut keskusdokumentit päivitettyä, aloitin tasopiirustusten tekemisen. Tasopiirustuksien piirtämisessä käytin CAD-ohjelman tasopiirustukset -sovellusta. Tämä sovellus oli entuudestaan tuttu, koska koulussa on käyty sitä jonkin verran läpi. Tasopiirustuksien teossa oli vaikeaa se, että johdotukset menivät kaapelihyllyillä isoissa ryhmissä ja niistä oli mahdotonta tietää, mikä johto meni mihinkin. Myös kohteessa oli paljon sähkölaitteita ja aluksi oli vaikeaa tietää, mitkä niistä kuuluivat piirustukseen.

## 7.2 Aikataulussa pysyminen

Opinnäytetyön tekemiseen oli annettu aikaa noin kolme ja puoli kuukautta. Kun aloitin opinnäytetyön tekemisen, aikaa tuntui olevan paljon työn suorittamiseen. Mutta opinnäytetyön loppuvaiheessa alkoi aika loppua kesken. Työtä tehdessä tuli vastaan paljon epäselviä tilanteita ja niiden selvittämisessä meni paljon aikaa ja tämä teki työstä työläämmän, mitä aluksi ajattelin.

## 7.3 Opinnäytetyön tuloksen hyödyntäminen ja arviointi

Opinnäytetyön tuloksena saatiin hyvät ja ajan tasalla olevat sähköpiirustukset eli opinnäytetyön tavoite täyttyi hyvin. Selkeillä ja ajan tasalla olevilla piirustuksilla saadaan aikaan keskuksen luotettava toiminta, turvallinen käyttö ja sen lisäksi ne auttavat keskuksen huoltotoimenpiteissä. Puutteellisesti dokumentoidut asennukset saattavat aiheuttaa vaaratilanteita sekä lisätä tulipaloriskiä. Teollisuuden järjestelmät ja laitteet muuttuvat jatkuvasti ja siksi on tärkeää, että muutokset merkitään päivitettyihin piirustuksiin. Koska piirustukset ovat nyt CAD- muodossa, niihin saa helposti ja nopeasti päivitettyä muutokset.

## 7.4 Opinnäytetyön jatkuminen ja keskeiset uudet ideat

Päivityksissä keskuskaavioissa epäselviksi jääneet ryhmät saadaan ajan tasalle myöhemmin, kun asentaja käy selvittämässä ryhmät. Olisi myös hyvä, jos asentaja samalla laittaisi keskuksen sisällä olevat sulakemerkinnät ajan tasalle. Silloin tiedot olisivat merkitty kahteen eri paikkaan oikein. Myös varalla olevat sulakkeet olisi hyvä päivittää, ettei synny epäselviä tilanteita. Asentajan olisi myös hyvä merkitä tunnuksat keskuksen sisälle niihin keskuksen osiin, joista ne puuttuivat ja sen jälkeen lisätä ne kokoonpanopiirustuksiin.

## LÄHTEET

Ahoranta, J. 2012. *Sisäjohtoasennukset*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Ahoranta, J. & Mattila, P. 1983. *Sähköasennustekniikan perusteet*. Helsinki: WSOY.

Autio, I. 2003. *Sähköurakoitsijan jakokeskusopas*. 2. uud. p. Espoo: Sähköinfo Oy.

Christenssen, T. & Kördel, L. 2003. *Sähkötyöt: Oppikirja A ja B*. Iisalmi: IS-Vet Oy.

Juhonen, A., Koivisto, P. & Paajanen, E. 2004. *Sähköasennustekniikka 2*. Espoo: Sähköinfo Oy.

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. *Toiminnallinen opinnäytetyö*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

SFS-EN 60439-1. *Jakokeskukset. Osa1: Tyyppitestattujen ja osittain tyyppitestattujen keskusten vaatimukset*. 2005. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki :SFS.

SFS-Käsikirja 600. *Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus*. 2007. Suomen standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

ST 13.30. *Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit*. 2009. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 24.5.2013.

<http://www.sahkoinfo.fi.lillukka.samk.fi/severi/Viewer.aspx?id=3670&search=13.30&file=3670/1/13.30.pdf>

ST 13.50. *Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien (S) sekä teknisten järjestelmien (T) CAD-piirrosmerkit*. 2012. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 24.5.2013.

<http://www.sahkoinfo.fi.lillukka.samk.fi/severi/Viewer.aspx?id=398&search=13.50&file=398/2/1350.pdf>