

**Jukka Hautala**

# **TEOLLISUUSLAITOKSEN SÄHKÖNJAKELU**

**Sähkönjakeluverkon dokumentointi ja jakokeskusten lämpökuvaus**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Tammikuu 2020**

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Tammikuu 2020	<b>Tekijä/tekijät</b> Jukka Hautala
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<b>Työn nimi</b> TEOLLISUUSLAITOKSEN SÄHKÖNJAKELU		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Halme	<b>Sivumäärä</b> 40+46	
<b>Työelämäohjaaja</b> Erkki Paananen		
<p>Sähköturvallisuuslaissa sanotaan, että sähkölaitteiston haltijan tulee huolehtia siitä, että laitteistot ja järjestelmät ovat kunnossa. Tämän työn tarkoituksena oli parantaa näitä asioita.</p> <p>Tässä työssä tutustuttiin nykyisen sähkönjakeluverkon tilaan ja olemassa oleviin dokumentteihin ja päivitettiin ne asianmukaisiksi ja nykyistä vastaaviksi. Lopputuotoksen tuli sisältää keskuksista täydelliset dokumentit, IV-koneiden päivitetyt piirikaaviot sekä tasokuvat.</p> <p>Sähkönjakeluverkon kartoituksen yhteydessä sähköjärjestelmään tehtiin kuntotarkastus. Keskuksset kuvattiin lämpökameralla ja järjestelmiin tehtiin silmämääräinen kuntotarkastus sekä mahdolliset vika-paikat/puutteet kuvattiin ja dokumentoitiin, minkä jälkeen ne korjattiin. Tämän työn myötä lämpökuvaaminen lisättiin vuosittaiseen kunnossapito-ohjelmaan.</p> <p>Työn tilaaja Elecster halusi minun tekevän opinnäytetyöni tähän aiheeseen, koska tehtaassa alkoi olla laajamittaisesti laitteistoja puutteellisilla sähköpiirustuksilla. Jakelujärjestelmä oli minulle jo ennestään tuttu, joten minun oli työ järkevä toteuttaa.</p>		

<b>Asiasanat</b> Dokumentointi, Jakeluverkko, Kunnossapito, Lämpökuvaus
--

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> January 2020	<b>Author</b> Jukka Hautala
<b>Degree programme</b> Electrical and automation engineering		
<b>Name of thesis</b> INDUSTRIAL PLANT ELECTRICITY DISTRIBUTION		
<b>Instructor</b> Jari Halme	<b>Pages</b> 40+46	
<b>Supervisor</b> Erkki Paananen		
<p>The electrical safety law defines that the holder of electrical equipment must ensure that the equipment and systems are working well. This work was to improve these things.</p> <p>In this work the status of the current electricity network distribution and existing documents were reviewed and updated to be relevant and current. The final output was to include the complete documentation of the centers, circuit diagrams of the HVAC-machines and plan drawings.</p> <p>During the mapping of the electricity networks distribution, the electrical system was subjected to an inspection condition. The centers were photographed with a thermal photos camera and the systems underwent a visual inspection and any defects were photographed and documented and repaired. As a result of this work, thermal imaging was added to the annual maintenance program.</p> <p>The contractor Elecster requested a thesis on this topic as the factory had a large number of with insufficient electrical drawings. The distribution system was already familiar, so it made sense for me to carry out this work.</p>		

<b>Key words</b> Dokumentation, Main, Maintenance, Thermal imaging
---

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

ASKELJÄNNITE	Jalkojen välille syntyvä potentiaaliero maasulussa.
EMC	Sähkömagneettinen yhteensopivuus. Laitteen kyky sietää sähkömagneettisia häiriöitä ja kyky olla tuottamatta sähkömagneettisia häiriöitä ympäristöönsä.
EMISSIIVISYYS	Kappaleen lähettämän säteilyn määrä verrattuna täysin mustaan kappaleeseen.
POTENTIAALIERO	Kahden eri potentiaalissa olevan johtimen tai varausjakauman välinen jännite.

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ELECSTER Oyj.....</b>	<b>3</b>
<b>3 PIENJÄNNITEJAKELUVERKKO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Jakelujärjestelmien maadoitustavat .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1.1 TN-S -järjestelmä.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.2 TN-C -järjestelmä .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.3 TN-C-S -järjestelmä.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.3 IT -järjestelmä.....</b>	<b>7</b>
<b>4 TEOLLISUUSVERKOT.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1 Sähkönjakeluverkon ominaisuudet teollisuudessa .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2 Jakelutyypit .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Teollisuuden maadoitukset .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4 Keskusrakenteet.....</b>	<b>14</b>
<b>4.4.1 Kennokeskus.....</b>	<b>15</b>
<b>4.4.2 Kotelokeskus.....</b>	<b>16</b>
<b>4.4.3 Pistorasiakeskus .....</b>	<b>17</b>
<b>4.5 Valaistus.....</b>	<b>18</b>
<b>5 TEOLLISUUDEN DOKUMENTIT.....</b>	<b>21</b>
<b>5.1 Suunnitelmavaiheen dokumentit.....</b>	<b>22</b>
<b>5.2 Tarjousdokumentit .....</b>	<b>22</b>
<b>5.3 Toteutusdokumentit .....</b>	<b>23</b>
<b>5.4 Luovutus- ja käyttödokumentit.....</b>	<b>23</b>
<b>5.5 Sijoittelu.....</b>	<b>23</b>
<b>5.6 Keskuskaaviot .....</b>	<b>25</b>
<b>5.7 Piirikaaviot .....</b>	<b>26</b>
<b>5.8 Tasokuvat .....</b>	<b>27</b>
<b>6 LÄMPÖKUVAUS.....</b>	<b>29</b>
<b>6.1 Lämpökuvauksen periaate.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2 Lämpösäteily .....</b>	<b>30</b>
<b>6.3 Emissiivisyys.....</b>	<b>30</b>
<b>6.4 Sähkölaitteiston kuormitus .....</b>	<b>31</b>
<b>7 SÄHKÖALAN TARKASTUKSET JA TARKASTUSPÖYTÄKIRJAT .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1 Kunnossapitotarkastukset .....</b>	<b>32</b>
<b>7.2 Laitteiston kuntotutkimukset .....</b>	<b>32</b>
<b>7.3 Sähkölaitteiston lämpökuvaus.....</b>	<b>33</b>
<b>8 TOTEUTUS JA YHTEENVETO.....</b>	<b>34</b>
<b>8.1 Lämpökuvaus.....</b>	<b>37</b>
<b>8.2 Suunnittelu .....</b>	<b>38</b>

<b>8.3 Yhteenveto .....</b>	<b>38</b>
-----------------------------	-----------

<b>LÄHTEET .....</b>	<b>40</b>
<b>LIITTEET</b>	

#### **KUVAT**

KUVA 1. TN-S järjestelmä.....	6
KUVA 2. TN-C järjestelmä .....	6
KUVA 3. TN-C-S järjestelmä.....	7
KUVA 4. IT-järjestelmä .....	8
KUVA 5. Vanhin nousukeskus, joka on rakenteeltaan varsin avonainen .....	10
KUVA 6. Tehtaan 20 kV/400 V muuntaja .....	11
KUVA 7. Muuntajan suojakoppi .....	12
KUVA 8. Kennorakenteinen nousukeskus .....	15
KUVA 9. Rakenteeltaan vanhanaikainen kotelokeskus, joka on valmistettu metallista .....	16
KUVA 10. Pistorasiakeskus.....	17
KUVA 11. Kokoonpanotilojen uusi LED-valaistus .....	19
KUVA 12. LED-valaistus tasokuvasuunnittelussa .....	20
KUVA 13. Esimerkki sähkökeskuksen sijoittelusta .....	24
KUVA 14. Esimerkki suunnittelemastani keskuskaaviosta.....	25
KUVA 15. Esimerkki IV-koneen ohjauspiirikaaviosta .....	27
KUVA 16. Neuvotteluhuoneen sähköpisteiden sijoittelukuva sekä johtoreitit .....	28
KUVA 17. Lämpökamerakuva ryhmäkeskuksesta .....	30
KUVA 18. Rikkoutunut jakorasialue.....	34
KUVA 19. Lämmenneitä PE-johtimia.....	36
KUVA 20. Pistorasioiden merkinnät .....	37
KUVA 21. FLIR C2-lämpökamera.....	38

#### **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Emissiokertoimia eri pinnoilla .....	31
--	----

## 1 JOHDANTO

Työskentelen yrityksessä Elecster Oyj, joka tuottaa UHT-maidonpakkauslinjoja ja erilaisia pakkausmateriaaleja maailmanlaajuisesti. Oli helppoa tehdä päätös, että haluan tehdä opinnäytetyöni yritykseen, jossa työskentelen. Mietimme yhdessä työnantajan kanssa, mikä olisi ajankohtainen ja hyödyllinen aihe yritykselle. Itsekin yrityksessä sähköasentajana olen tehnyt erilaisia kunnossapitotehtäviä Reisjärven kiinteistössä, jossa olinkin jo aiemmin huomannut sähköjakeluverkon kuvissa suuria puutteita, joten päädyimme tähän projektiin.

Sähköturvallisuuslaissa sanotaan, että laitteiston haltijan tulee pitää huoli, että sähköjärjestelmät ovat asianmukaisia ja kunnossa ja että niistä on asianmukaiset ja paikkaansa pitävät dokumentit. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017, 11). Projektiin kuului sähköjakeluverkon keskuksien kuvien päivittämistä, kaapelointikuvien päivittämistä sekä keskuksien lämpökuvaamista paloturvallisen työskentelyympäristön varmistamiseksi. Kartoituksen yhteydessä sähköjärjestelmiin tehtiin silmämääräinen kuntotarkastus ja mahdolliset puutteet dokumentoitiin ja korjattiin.

Paikkaansa pitävät kuvat ja dokumentit ovat perusta hyvälle ja turvalliselle sähköjärjestelmälle, ja siksi tämä projekti on hyvin hyödyllinen. Kiinteistön kunnossapitotehtävät helpottuvat ja nopeutuvat, kun sähkökaaviot ja kuvat pitävät paikkaansa.

Turvallinen työskentely ympäristössä, jossa sähkökuvat ja kaaviot eivät pidä paikkaansa on vaikeampaa. Sähkökuvien paikkansapitävyys nopeuttaa mahdollisten vikojen etsimistä ja korjaamista merkittäväällä tavalla. Ensimmäinen osa tehtaasta on rakennettu yli 40 vuotta sitten, joten ensimmäiset sähkökaaviot olivat todella vanhoja. Sähködokumentteihin oli tehty päivitystyötä edellisen kerran vuonna 2013, mutta tehtaaseen on investoitu parin viime vuoden aikana paljon ja sähköjärjestelmää on muokattu, joten sähkökuvien päivittäminen oli perusteltua.

Keskuksien ja kaapeleiden lämpökuvaamisella löytyi mahdollisia ongelmakohtia sähköjakelujärjestelmästä, kuten löysiä/hapettuneita liitoksia ja ylikuormittuneita kaapeleita. Löysä liitos on suuri tulipaloriski.

Sähköjärjestelmän päivittäminen, korjaukset ja lämpökuvaaminen parantavat tehtaan työskentely-ympäristön työturvallisuutta. Työ antoi yritykselle taloudellista hyötyä, koska sähköjakeluverkon sähkökuvien päivittäminen olisi pitänyt muussa tapauksessa teettää ulkopuolisella yrityksellä.



## **2 ELECSTER Oyj**

Elecster Oyj on maailmanlaajuinen UHT-maidonpakkauslinjojen ja erilaisten pakkausmateriaalien tuottaja. Suomessa toimipisteet sijaitsevat Akaassa ja Reisjärvellä, joiden lisäksi yhtiöllä on tytäryhtiöitä Kiinassa, Venäjällä, Keniassa ja Virossa. Yhtiö työllistää noin 300 ihmistä. Yhtiö sai alkunsa yli 50 vuotta sitten perustaja Tuomo Halosen autotallissa Kylmäkoskella, jossa hän rakensi ensimmäisen prototyypin pakkauslinjasta. Tuomo Halonen Oy listautui Helsingin pörssiin 1989, jolloin myös yhtiön nimi vaihtui nykyiseksi. (Elecster)

Tämä opinnäytetyö tehtiin Reisjärven tehtaalle, jossa valmistetaan pakkausmuovia, pakkauskoneita sekä ruohomattoa. Reisjärven tehtaassa pakkauslinjat kasataan sähköisesti ja mekaanisesti, jonka jälkeen linja lähetetään Toijalan toimipisteeseen koeajettavaksi ja lähetettäväksi edelleen asiakkaalle maailmalle.

### 3 PIENJÄNNITEJAKELUVERKKO

Pienjänniteverkko koostuu (0,4 kV) pääjännitteestä, joka on muunnettu (20 kV) muuntajalla sopivaksi kuluttajalle. Keskijänniteportaan (20 kV tai 10 kV) verkoissa sekä pienjänniteportaan (0,4 kV) verkoissa käytetään yleisesti säteittäistä verkkomallia, jolloin verkossa on yksi syöttöpiste. Keskijänniteverkon kuormitukset koostuvat keskijännitteelle tarkoitetuista kulutuslaitteista tai jakelumuuntamoista, kun taas pienjänniteverkossa pienjännitteelle soveltuvista kulutuslaitteista. Verkkojen yhtäläisyyksien takia myös verkkojen mitoitus- ja suojaus periaatteet ovat hyvin samakaltaisia. (Lakervi & Partanen 2009, 158.)

Pienjänniteverkolle on asetettu tarkemmat turvamääräykset kuin ylemmän jänniteportaan verkoille, koska pienjännitekojeet ovat yleisempiä ja lähempänä kuluttajaa sekä palamiselle herkkiä rakenteita. Pienjänniteverkko on yleisin sähkötapaturmien aiheuttaja tapaturmatilastoissa. Kuolemaan johtaneista sähkötapaturmista Suomessa yli 60 % tapahtuu pienjännitelaitteistoista. (Lakervi & Partanen 2009, 159.)

Säteittäisen verkon lisäksi käytetään myös silmukkaverkkoa, jota kutsutaan myös rengasverkoksi, siinä kuorma saa sähköä useampaa eri reittiä, jolloin yhden kaapelin rikkoontuminen ei katkaise sähkön syöttoa.

#### 3.1 Jakelujärjestelmien maadoitustavat

Maadoitustavat ilmoitetaan kahden kirjaimen yhdistelmällä, jossa myös kolmas lisäkirjain on mahdollinen. Kirjainyhdistelmän ensimmäinen kirjain on määräävä, sillä se ilmoittaa, kuinka jakelujärjestelmä on maadoitettu:

T = Yksi piste on yhdistetty suoraan maahan.

I = Kaikki jännitteiset osat ovat erotettu maasta tai yksi piste on maassa impedanssin kautta.

Toinen kirjain kertoo maadoitustavan sähköjännitteelle alttiille osille:

T = Kaikki jännitteelle alttiit osat ovat yhdistetty galvaanisesti maahan, riippumatta maadoitustavasta.

N = Kaikki jännitteelle alttiit osat ovat yhdistetty jakelujärjestelmän maadoitettuun pisteeseen. Yleisesti tähtipisteeseen.

Lisäkirjaimet ilmaisevat nolla- ja suojamaadoitusjohtimien keskinäisen suhteen.

S = Maadoitusjärjestelmässä on erilliset nolla- ja suojamaadoitusjohtimet.

C = Järjestelmän nolla- ja suojamaadoitusjohtimet ovat yhdistetty yhdeksi johtimeksi eli PEN-johtimeksi.

(Mäkinen & Kallio 2004, 6.)

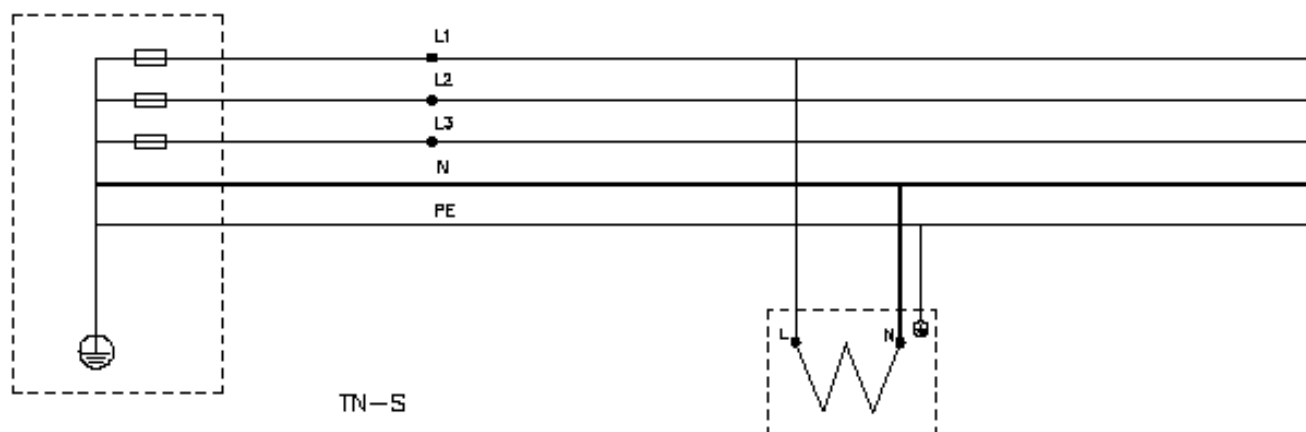
### 3.1.1 TN-S -järjestelmä

TN-S järjestelmässä nolla- ja suojamaadoitusjohdin on erotettu koko järjestelmässä. Tällöin epäsymmetrisestä ja yliaalloista aiheutuva virta erillisessä nollajohtimessa ei pääse aiheuttamaan häiriötä suojamaadoituksen kautta. Kolmivaihejärjestelmää käytettäessä moottorikäytöissä voidaan nollajohdin jättää kokonaan pois symmetrisen kuorman tapauksessa. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL.)

Sähkömääräysten (A2-94) mukaan kiinteästi asennetuissa johdoissa, joiden poikkipinta-ala on vähintään 10 mm<sup>2</sup> kuparia tai 16 mm<sup>2</sup> alumiinia voidaan käyttää yhteistä nolla ja suojamaadoitusjohdinta, edellyttäen kuitenkin, että asennuksia ei ole suojattu vikavirtasuojalla. (Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2009, 60-67.)

Jotkin tilat edellyttävät käyttää TN-S järjestelmää kaikilla johdinpoikkipinnoilla. Näitä tiloja ovat räjähdysvaaralliset tilat, lääkintätilat, palovaaralliset tilat sekä taipuisat liitântäjohdot. (Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2009, 60-67.)

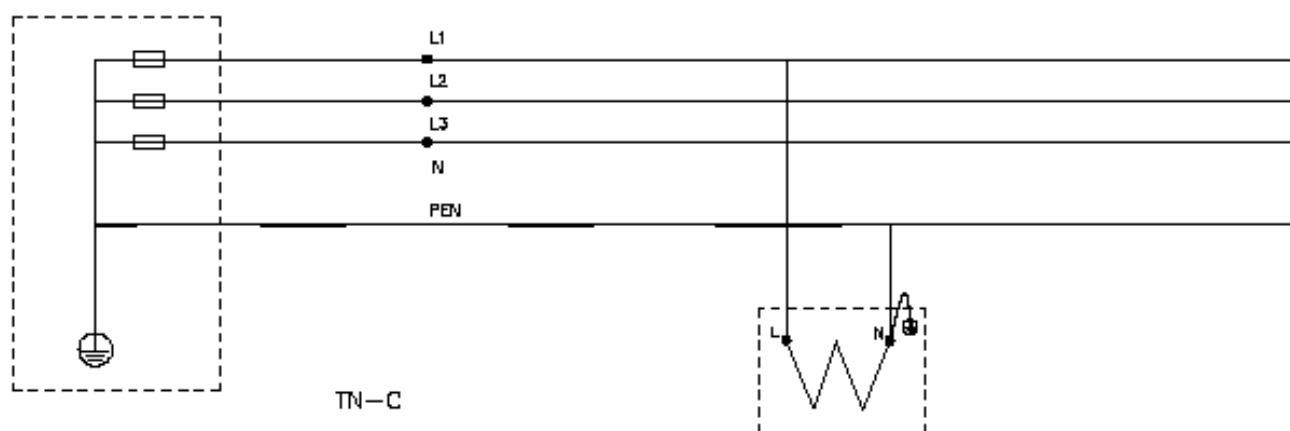
TN-S järjestelmää käytetään yleisesti alle 1000 V:n uusissa asennuksissa. TN-S järjestelmä on selkein, koska nolla ja maadoitusjohdin ovat yhtenäiset vain yhdestä pisteestä, jolloin maadoituspiirin ”puhtaus” on helposti todettavissa irrottamalla nämä toisistaan. TN-S järjestelmän nollajohtimessa syntyvät kuormitusvirrat eivät aiheuta harhavirtoja suojamaadoitusjohtimeen, jolloin järjestelmä on parempi vaihtoehto häiriöiden torjumiseen. (Mäkinen & Kallio 2004, 14.)



KUVA 1. TN-S -järjestelmä.

### 3.1.2 TN-C -järjestelmä

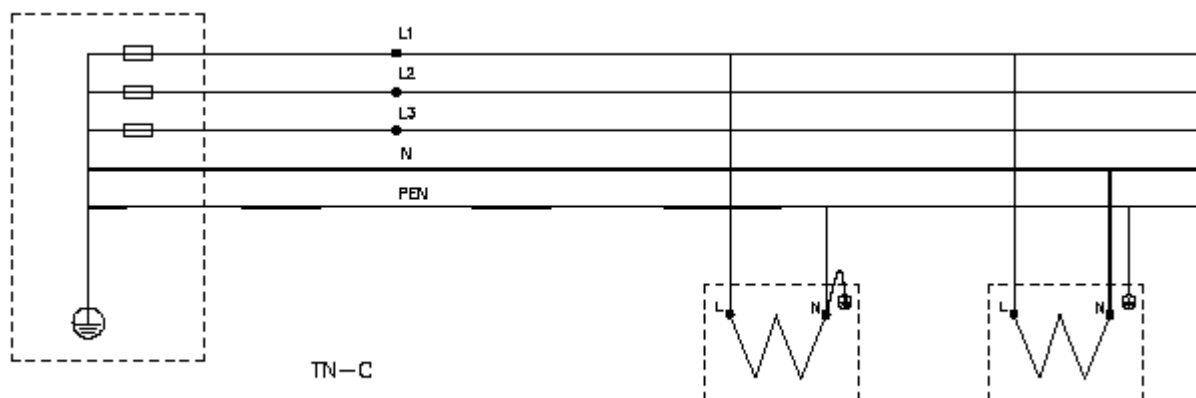
TN-C -järjestelmässä nolla- ja suojamaadoitusjohdin on yhdistetty yhteiseksi PEN-johtimeksi. Tätä järjestelmää on käytetty vanhoissa asennuksissa. (Mäkinen & Kallio 2004, 14.) Tämän järjestelmän käyttö on nykyään sallittua vain johdinpoikkipinnan ollessa vähintään 10 mm<sup>2</sup> kuparia tai 16 mm<sup>2</sup> alumiinia (Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto 2009, 60-67).



KUVA 2. TN-C -järjestelmä.

### 3.1.3 TN-C-S -järjestelmä

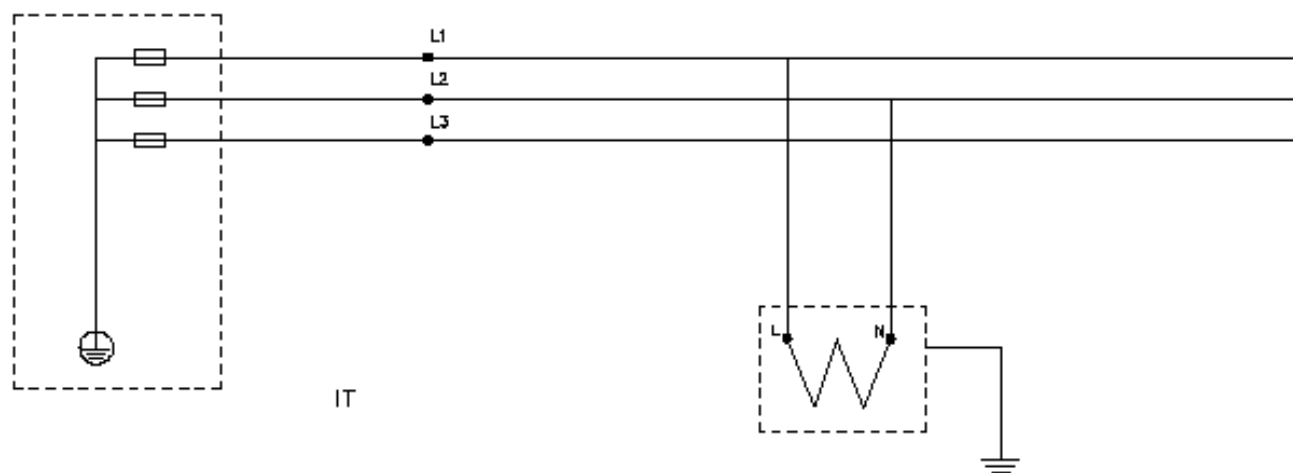
TN-C-S -järjestelmä koostuu vanhasta TN-C -järjestelmästä ja uudesta TN-S -järjestelmästä. Tällainen saattaa tulla vastaan, kun vanhojen asennuksien sekaan on tehty uusia asennuksia jälkikäteen. (Mäkinen & Kallio 2004, 14.)



KUVA 3. TN-C-S -järjestelmä.

### 3.1.3 IT -järjestelmä

IT-jakelujärjestelmä on maasta erotettu tai impedanssin kautta maahan kytketty. Tässä järjestelmässä jännitteelle alttiit osat kytketään suoraan maadoitukseen. (Mäkinen & Kallio 2004, 14.) Teollisuusverkoissa voidaan käyttää IT-jakelujärjestelmää, jolloin järjestelmän mikään piste ei ole kytkettynä maan potentiaaliin. (Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto, 60-67.)



KUVA 4. IT -järjestelmä.

## 4 TEOLLISUUSVERKOT

Teollisuusverkkojen rakenteet voivat vaihdella tehtaan toimintamuodon mukaan hyvinkin paljon. Yleensä pienissä kiinteistöissä ja teollisuuslaitoksissa on liitytty suoraan pienjännitejakeluverkkoon, kun taas suurissa laitoksissa saatetaan sähkö tuottaa omalla voimalaitoksella. Kiinteistö on saatettu myös liittää 20 kV:n keskijänniteverkkoon, jolloin tehdaskiinteistössä on oma 20 kV:n muuntaja, kuten on Elecsterin kiinteistössä. (Sähköasennukset 1 2008, 61.)

Yleensä teollisuuslaitoksissa käytetään 400/230V:n jakeluverkkoa, mutta raskaan teollisuuden laitoksissa saatetaan tarvita 380/690V:n sähköverkkoa. Suuremmalla jännitetasolla saadaan piirien virrat alemmaksi, jolloin ei tarvita niin suuria kaapeleita ja kojeistoja. (Sähköasennukset 1 2008, 61.)

Elecsterin tehdasrakennuksen sähköjakeluverkko koostuu vanhoista sekä uusista sähköjärjestelmistä ja laitteista. Tehtaassa sijaitsee oma 20 kV:n muuntaja, josta jännite on muunnettu 400 V:n pääjännitteeksi. Tehtaassa käytetään paljon lämmitysvastuksia, jotka taas tuottavat suuren tehon ja ottavat suuren virran verkosta, jolloin tehtaan oma muuntaja on välttämätön. Sähköjakeluverkko koostuu pääkeskuksesta, kahdesta nousukeskuksesta, 23 ryhmäkeskuksesta ja viidestä työpaikkakeskuksesta, joista kolme uusinta ryhmäkeskusta olivat vailla minkäänlaisia dokumentteja. Kuvassa 5 on kuvattuna vanha nousukeskus, joka on nykymääräyksille varsin avonainen rakenne alaosaan. Keskuksen rakennetta voisi parantaa asentamalla keskuksen alaosaan suojalevyn, jolloin IP21-kotelointiluokitus täyttyisi.



KUVA 5. Vanhin nousukeskus, joka on rakenteeltaan varsin avonainen

Kuvassa 6 on esitettyä tehtaalla 20 kV/400 V:n jakelumuuntaja, jolla koko sähköjakoverkko syötetään. Takana näkyvät ensiöpuolen liittimet ja edessä toisiopuolen liittimet, joista sähkö on siirretty kiskoilla kiskosilta pitkin pääkeskuksen pääkytkimelle. Edessä näkyvät myös kuparijohtimet, joilla muuntajan kansi ja runko on maadoitettu nollaliittimeen. Kuvassa 7 näkyy muuntajakoneiston koppi.





KUVA 6. Tehtaan 20 kV/400 V muuntaja



KUVA 7. Muuntajan suojakoppi

#### 4.1 Sähkönjakeluverkon ominaisuudet teollisuudessa

Sähköverkot teollisuudessa ovat suhteellisen pieniä, mutta siirrettävien tehojen määrät suuria. Sähkösäätimet ovat suurin sähköenergian kuluttaja teollisuudessa, joten ne vaikuttavat jakeluverkossa käytettävään jännitetasoon. Teollisuuden moottorikäytöissä käytetään jännitetasoja 10 kV, 6 kV, 3 kV, 690 V, ja 400/230 V. 525 V:n jännitettä on käytetty moottorijännitteenä aikaisemmin, mutta nykyään käytetään 690 V:n ja pienemmissä moottorikäytöissä 400/230 V:n jännitettä. 400/230 V:n jännitettä käytetään yleisesti muuhun teollisuuden sähkönjakeluun, kuten valaistukseen, ilmanvaihtoon ja erilaisiin turvalaitteistoihin. (Lyytikäinen 2011, 24.)

Elecsterin kiinteistössä käytetään ainoastaan 400/230 V:n jännitetasoa koko sähkönjakelussa, vaikka prosesseissa on paljon sähkömoottoreita ja resistiivistä kuormaa. Aikaisemmin käytössä on ollut myös tasajännitteellä toimivia moottorikäyttöjä kalvonpuhalluslinjojen raaka-aineen syötössä, mutta ne on korvattu vaihtojännitemoottoreilla.

Teollisuudessa sähköjärjestelmien rakenteiden kunto ja ikä vaihtelevat suuresti, jolloin erilaiset eriste-vauriot ja komponenttirikot voivat aiheuttaa prosessiteollisuudessa pitkiä käyttökatkoja, jotka voivat ta- loudellisesti olla hyvin merkittäviä. (Lyytikäinen 2011, 25.)

## **4.2 Jakelutyypit**

Teollisuusverkot voidaan jakaa kolmeen eri jakelutyypiin: keskitetty, porrastettu ja hajautettu sähkön- jakelu. Keskitetyssä jakelussa ryhmien sähkölähdöt ovat sijoitettuna pääkeskuksiin, joita ohjataan auto- maatiojärjestelmällä. Tämä jakelutyyppi edistää ennen kaikkea sähköturvallisuutta, koska kaikki ovat samassa tilassa, mutta myös haittapuolia on. Kaapeleiden mitat kasvavat suuriksi, jolloin automaattinen poiskytkentä ei välttämättä toimi toivotulla tavalla ja häiriö järjestelmässä voi kaataa koko tuotantopro- sessin, jota järjestelmä ohjaa. Keskitetty jakelumalli on hyvin haavoittuvainen. (Mäkinen, Kallio & Tan- tarimäki 2009, 30,31.)

Porrastetussa jakelumallissa sähköjärjestelmät ovat rakennettu pääkeskusten lisäksi niiden alakeskuk- sien ympärille, jolloin alakeskuksia voidaan sijoittaa lähelle ohjattavia koneita ja laitteita. Pää- ja ala- keskuksia ohjataan valvomon automaatiojärjestelmällä. (Mäkinen ym. 2009, 30,31.)

Hajautetussa jakelussa moottoreita ohjataan päälle ja pois niiden välittömästä läheisyydessä kenttä- väylällä. Sähkö syötetään tehtaan muuntajalta, jossa sijaitsevat tarvittavat suojalaitteet ja liitännät. (Mä- kinen ym. 2009, 30,31.)

## **4.3 Teollisuuden maadoitukset**

Teollisuuden maadoitukset rakennetaan sähköturvallisuuden, ukkossuojauksen ja häiriösuojauksen pa- rantamiseksi. Maadoitusjärjestelmän kunto olisi syytä tarkastaa säännöllisesti silmämääräisesti ja mit- taamalla. (Mäkinen & Kallio 2004, 11.)

Elecsterin kiinteistössä säilötään väriaineita sekä liuotinaineita, joiden säilytystilat luokitellaan räjähdysvaarallisiksi tiloiksi. Tällöin maadoitusjärjestelmien toimivuus korostuu entisestään ja niiden toimivuudesta on varmistuttava.

Maadoitusten tarkoitus pääasiassa on estää liian suuren kosketus- ja askeljännitteen muodostuminen vikatilanteessa. Kosketusjännite  $U_k$  on suoraan verrannollinen vikavirtaan  $I_k$  ja maadoitusresistanssiin  $R_m$  arvoon ( $U_k = I_k * R_m$ ). Maadoitusresistanssin suuruus riippuu siitä, kuinka hyvä maadoitus on. Tämän takia kaikki sähköä johtavat rakenteet yhdistetään samaan potentiaaliin ja koko järjestelmä mahdollisimman pienen maadoitusresistanssin omaavaan maadoituselektrodiin. (Mäkinen & Kallio 2004, 11.)

Potentiaalitasaus on tärkein seikka maadoitusjärjestelmän suojaamisessa. Tähän ei maadoitusresistanssin suuruus vaikuta niinkään. Tehdaskiinteistöissä käytetäänkin tämän takia potentiaalintasauskiskoja, jolloin sähköjärjestelmässä ei synny potentiaalieroja. (Mäkinen & Kallio 2004, 11.)

Maadoitusjärjestelmien tarkoitus ukkossuojauksessa on vähentää salaman aiheuttamia mekaanisia, sähköisiä ja lämpövaikutuksia. Eristävissä ja huonosti johtavissa materiaaleissa salama aiheuttaa suurta lämpenemistä, jolta maadoituksella suojaudutaan. (Mäkinen & Kallio 2004, 11.)

#### 4.4 Keskusrakenteet

Sähkökeskusten rakenne riippuu siitä, mitä kojeistoja ja laitteistoja sillä on tarkoitus syöttää. Teollisuuskiinteistöissä valaistuskeskukset ja prosessien ohjauskeskukset ovat erillisiä. Sähkökeskuksia käytetään moottorien ohjausjärjestelmien keskittämiseen, IV-koneiden ohjaamiseen, sähkön jakeluun sekä automaatiojärjestelmien ohjauskaappeina. Pää ja nousukeskukset sijoitetaan omiin lukittuihin tiloihinsa, joihin suositellaan omaa koneellista ilmanvaihtoa, koska suuremmat keskukset tuottavat enemmän lämpöä suurten kuormitusvirtojen takia. Keskusrakenteet voivat olla metallisia tai muovisia. (Mäkinen & Kallio 2004, 108.)

Keskukset valitaan kosketussuojausluokaltaan, kosteusluokaltaan ja pölynsuojausluokaltaan sopivaksi sijoitettavaan tilaan. Henkilösuojauksessa tärkeää on, että keskusrakenteet kestävät niissä syntyvän valokaaren ja suuren paineiskun. EMC-suojaus on tärkeää olla kunnossa, jotta laitteistot kykenevät suojautumaan sähkömagneettisia häiriöitä vastaan. (Mäkinen & Kallio 2004, 108.)

Elecsterin kiinteistössä sähkölaitteistoja ja keskuksia on monelta eri vuosikymmeneltä. Sähkönjakeluverkkoon tutustussa ja lämpökuvatessa huomasit hyvin, kuinka avorakenteisia ja vaarallisia keskuksia ovat olleet.

#### 4.4.1 Kennokeskus

Kennokeskuksia käytetään pää-, nousu- ja alakeskuksina tai moottorien ohjauskeskuksina. Kennokeskus on rakenteeltaan seisova ja teräslevystä rakennettu. Keskuksien nimellisjännite on joko 400 V tai 690 V. Ne ovat yleensä kosketussuojattuja IP20 tai IP30 rakenteita ja niitä valmistetaan tuhansien ampeerien nimellisvirroille saakka. (Mäkinen & Kallio 2004, 108-109.)

Kuvassa 8 on kennorakenteinen nousukeskus, jossa on prosessikoneiden kahvavarokelähtöjä ja moottorilähtöjen kojeistoja. Keskusta on käytetty myös yleiseen sähkönjakeluun.



KUVA 8. Kennorakenteinen nousukeskus

#### 4.4.2 Kotelokeskus

Kotelokeskukset ovat rakenteeltaan muovisia tai metallisia ja niitä käytetään tyypillisesti ala- ja ryhmäkeskuksina. Ne ovat tyypillisesti koteloitiluokaltaan IP44 ja valmistettu kuumasinkitystä ohutlevystä. Nykyaikaiset muovista valmistetut kotelokeskukset ovat UV-suojattuja ja koteloitiluokka voi olla jopa IP65. Kotelokeskukset kiinnitetään seinärakenteisiin tai erilliseen telineeseen. Nimellisjännite kotelokeskuksissa on yleensä 400V ja nimellisvirta 630A. (Mäkinen & Kallio 2004, 112.)

Kuvassa 9 näkyy yksi tehtaan nousukeskuksista, jonka kartoittaminen oli työläin tehtaan keskuksista. Merkinnät olivat todella pahasti puutteellisia, jolloin syöttävän ryhmän laitetta/kojetta oli todella vaikea löytää muuten kuin seuraamalla kaapelia kojeelle asti. Kuvassa näkyy hyvin, kuinka sekaisin ja ristissä kaapelit kulkevat keskuksen yläpuolisella kaapelihyllyllä, joten kaapelinkin seuraaminen oli hyvin työlästä ja hidasta.



KUVA 9. Rakenteeltaan vanhanaikainen kotelokeskus, joka on valmistettu metallista.

#### 4.4.3 Pistorasiakeskus

Pistorasiakeskukset ovat rakenteeltaan joko metallisia tai muovisia. Voidaan myös puhua työpaikkakeskuksista, jolloin on keskitetty paljon valovirta ja voimavirtapistorasioita samaan keskukseen, jolloin vika ja huoltotyöt helpottuvat ja pitkiltä kaapelivedoilta vältytään. Keskuksissa, jotka ovat asennettu vikavirtasuojakytkimien pakolliseksi tulemisen jälkeen, on 30 mA:n vikavirtasuojakytkin nimellisvirraltaan 32 A:n pistorasioille asti. (Mäkinen & Kallio 2004, 85.)



KUVA 10. Pistorasiakeskus

## 4.5 Valaistus

Teollisuuslaitoksissa valaistuksella on suuri merkitys energiakustannuksissa, joten sen optimoinnilla ja uudelleen suunnittelulla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä. Perinteiset halogeeni-, elohopea-, loisteputki- ja hehkulamppuvalaisimet antavat hyvän valotehon, mutta energiakustannukset ovat suuria, joten näiden korvaaminen nykyaikaisilla LED-valaisimilla voi olla järkevää.

Elecsterin tehtaassa alettiin korvata perinteisiä valaistusjärjestelmiä uusilla LED-valaisimilla pari vuotta sitten. Tänä päivänä valaistuksesta jo yli 90 % on LED-tekniikkaa. Vuotuista energiasäästöä ei ole laskettu, mutta energia- ja huoltokustannussäästöt ovat huomattavia.

Työkohteen valaistuksen tulee olla riittävä ja sinne soveltuva. Hyvin suunnitellussa valaistujärjestelmässä on riittävän hyvä valaistustehokkuus ja valo, joka ei häikäise. Hyvällä valaistuksella voidaan vaikuttaa moneen asiaan työympäristössä kuten mm. turvallisuuteen, työn suoritukseen, työviihtyvyyteen ja vireystilaan. (Mäkinen & Kallio 2004, 180.)

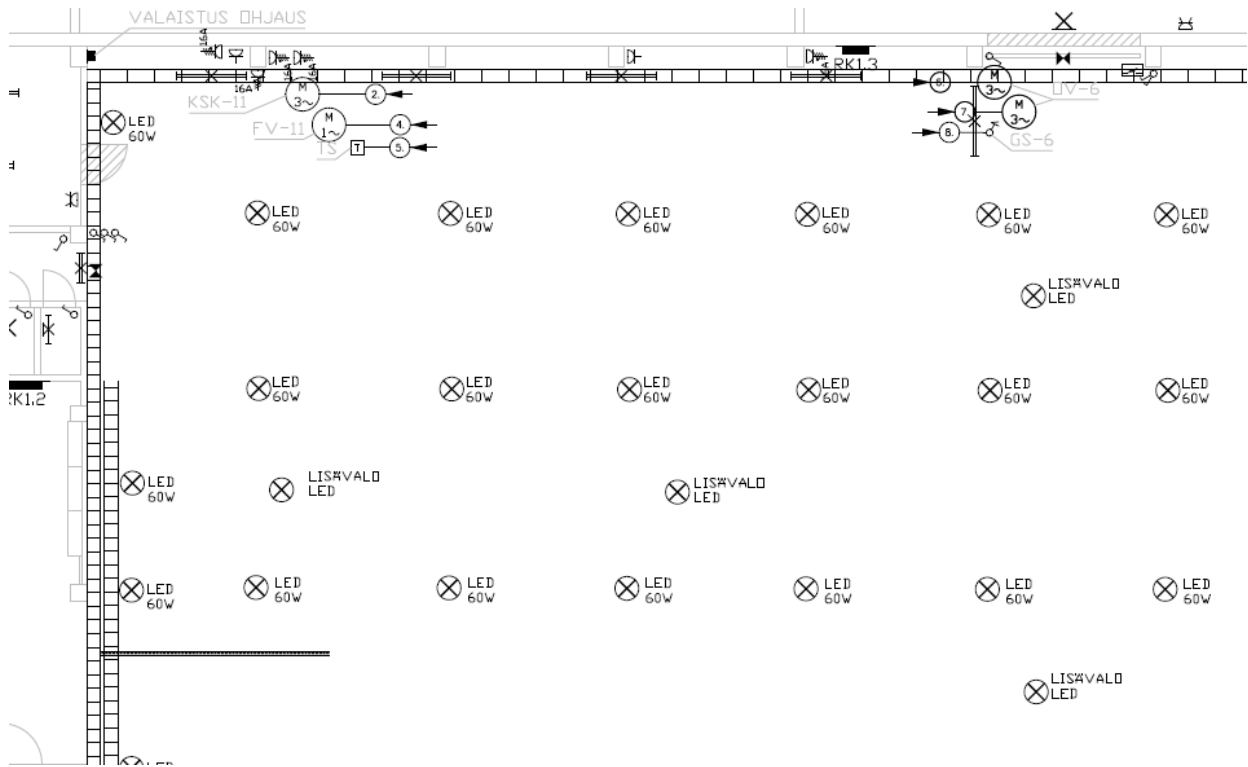
Teollisuuskiinteistöissä käytettävät valaisimet ovat koteloituluokaltaan IP20-IP65. Pölyttömässä ja kuivassa tilassa riittää IP20-luokan valaisin, kuten sähkötiloissa ja toimistoissa. Kosteisiin ja pölyherkkiin tiloihin tulee asentaa vähintään IP54-luokan valaisin. Valaisimen valintaan vaikuttaa myös lämpötilakestävyys. Teollisuuden prosesseissa, joissa käytetään paljon lämmitykseen tarvittavia vastuksia, voi lämpötila nousta helposti jopa +40 asteeseen, jolloin tavallinen valaisin alkaa haurastumaan lämpötilan vaikutuksesta. (Mäkinen & Kallio 2004, 181.)

Loisteputkivalaisimet ovat teollisuuskäytössä paras vaihtoehto, koska ne ovat edullisia ja soveltuvat sekä toimisto-, käytävä-, sähkötila ja prosessivalaistukseen. Vanhojen loisteputkien korvaaminen LED-putkilla onnistuu helposti vanhaan valaisinrunkoon vaihtamalla vain putki ja sytytin LED-putkelle soveltuvaksi.





KUVA 11. Kokoonpanotilojen uusi LED valaistus



KUVA 12. LED-valaistus tasokuvasuunnittelussa

## 5 TEOLLISUUDEN DOKUMENTIT

Dokumentointi tarkoittaa suunnittelun ja toteuttamisen vaiheiden asiakirjojen tallentamista ja kirjallista kuvaamista (Mäkinen & Kallio 2004, 112). Lopulliset dokumentit tallennetaan kirjallisesti kansioihin ja sähköisesti serverille verkkoasemaan. Sähködokumenttien päivityksestä vastaava henkilö tekee muutokset näihin asiakirjoihin aina kun muutoksia tehdään. Tällöin vältetään näin suurelta päivitystyöltä kuin esimerkiksi Elecsterin kiinteistössä oli minulla tehtävänä.

Hyvä dokumentointi ja sen ajallaan pitäminen on iso osa toimivaa teollisuuden sähköjärjestelmää. Standardissa SFS-EN 61-082-1 on esitelty sähkötekniikan dokumenttien laatimiseen säännöt, jotka koskevat kaavioita, piirustuksia ja taulukoita. Dokumentaatioiden avulla sähköjärjestelmää suunnitellaan, kunnossapidetään, muutetaan, valmistetaan ja puretaan. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 109.)

Dokumenteilla voidaan todentaa, että sähköjärjestelmä on rakennettu oikein ja säädöksen mukaisesti ja että se täyttää sille asetellut ympäristö-, turvallisuus- ja laatuvaatimukset (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 109).

Dokumentit ovat monen eri henkilön saatavilla, jolloin niitä lukee hyvinkin moni eri ihminen. Siksi teknisen dokumentaation tulisi olla mahdollisimman selkeää ja helppoa luettavaa. Käyttämällä standardeitua piirrosmerkkejä, jakamalla isot kokonaisuudet eri lehdille ja käyttämällä sivulta sivulle ohjaavaa merkinantoa tämä on mahdollista. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 109.)

SFS standardissa 6000 on määritelty vaatimukset hyvälle dokumentaatiolle pienjänniteasennuksissa. Sähköasennuksien dokumentointien tulisi sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot siltä osin kuin se on mahdollista.

- käytetyt johtimet ja kaapelit (tyypit, lukumäärät ja poikkipinnat)
- virtapiirien pituudet, joita tarvitaan oikosulkuvirtojen ja jännitteenalenemien laskentaan
- suojalaitteet ja -tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat
- suojalaitteiden katkaisukyvyt ja prospektiiviset oikosulkuvirrat.

(Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 112.)

Nämä tiedot tulisi olla luettavissa kaikissa sähköverkon piireissä. Tässä projektissa näitä kaikkia tietoja oli mahdotonta saada dokumentoitua, koska sähköpiirejä on purettu ja uusia asennettu. Esimerkiksi sähköpiirien pituuksia on mahdotonta ryhtyä selvittämään ja dokumentoimaan.

## 5.1 Suunnitelmavaiheen dokumentit

Suunnitelmadokumentit määrittävät sähköistyshankkeen sisällön ja lopputulokselle määrätyt vaatimukset. Niissä esitetään hankkeen laajuutta ja laatua. Suunnitteluvaiheen dokumenteissa esitellään asioita pintapuolisesti eikä kovinkaan yksityiskohtaisesti, jos ei erikseen ole tarvetta. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 116.)

Normaaliin rakennusprojektin suunnitelmavaiheeseen sisällytetään:

- koje-, valaisin-, laite ym. taulukoita ja -luetteloita siinä laajuudessa, kuin hanke edellyttää
- johdotus-, piiri - ym. kaavioita
- telejärjestelmien yleiskaavioita
- laitteiden sijoituspiirustuksia
- sähkönjakelulaitteistojen eleiskaaviot (jakokeskukset, pääkeskukset, muuntamot, pääjohdot)
- kaapelireittien piirustukset (johtokourut, hyllyt, kaapelikanavat jne.)

(Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 117.)

## 5.2 Tarjousdokumentit

Tarjousdokumenttien avulla määritellään hankkeen toteutuskustannukset. Olennaista on, että näiden dokumenttien avulla määritellään hankkeen materiaali- ja työkustannukset sillä vaatimustasolla, jonka urakkatarjouspyyntö on asettanut. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 117.)

### **5.3 Toteutusdokumentit**

Toteutusdokumenteissa selvennetään laitteistojen asentaminen paikoilleen sekä johdotus, kytkennät, testaukset ja koekäyttö. Niissä selvennetään ja annetaan ohjeita laitteistojen asentajalle ja materiaalin hankkijalle sekä määritellään yksikäsitteisesti laitteiston sijoitteluun ja laitteistojen liittyminen muihin laitteistoihin. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 118.)

Toteutusdokumenttien avulla pyritään saavuttamaan suunnitteludokumenttien mukainen lopputulos. On muistettava, että toteutus tehdään noudattaen määrättyjä standardeja, vaikka niitä ei erikseen toteutusdokumenteissa olekaan kerrottu. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 118.)

### **5.4 Luovutus- ja käyttödokumentit**

Luovutusdokumentit luovutetaan hankkeen tilaajalle, ja niistä ilmenevät hankkeen laajuus ja laatu, sekä laitteistojen sijoittelu, tyypit, johdotusreitit, määrät, asennustiedot, mitoitus ja kytkennät. Niiden avulla tulisi pystyä huoltamaan, tarkastamaan, korjaamaan, täydentämään ja muuttamaan tehtyjä asennuksia. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 118.)

Onkin tärkeää laitteistojen asennusvaiheessa, että työn suorittaja merkitsee mahdolliset muutokset toteutusdokumentteihin, jotta viimeisimmät kuvat voidaan päivittää todenmukaisiksi ja oikeiksi. Tällöin luovutus- ja käyttödokumenteista on hyötyä myöhemmin. (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 119.)

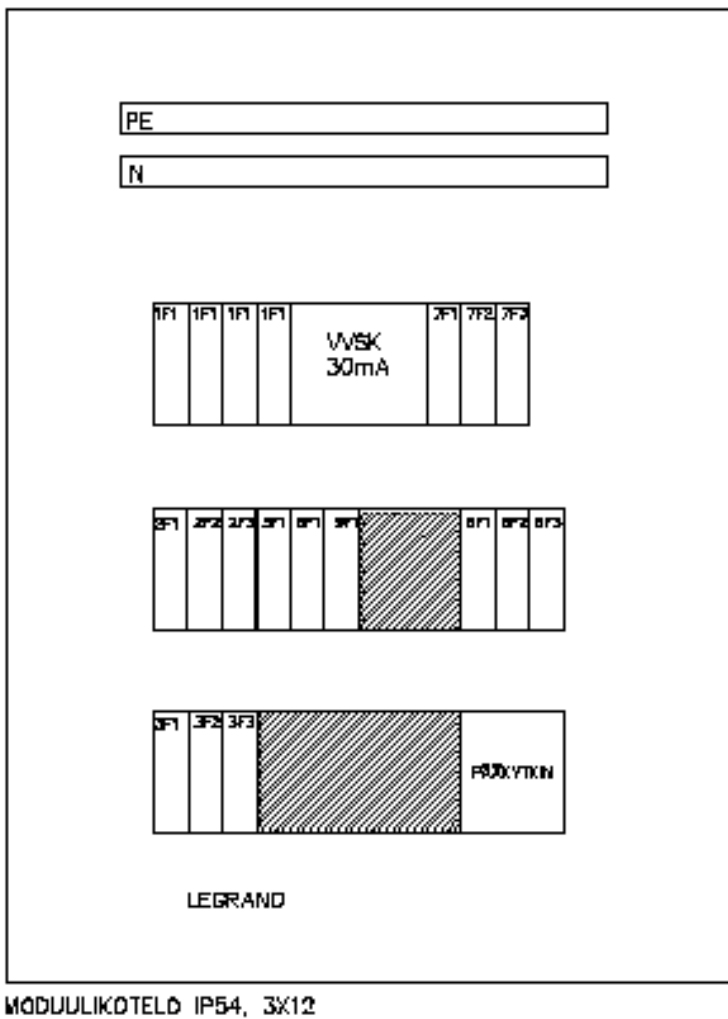
Sähköasennuksien asennustietoa esittävät kuvat voidaan jakaa johdotus piirustuksiin, - kaavioihin ja taulukoihin, joista selviävät järjestelmän johdotukset, liitännät ja sijoittelu (Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2010, 119).

### **5.5 Sijoittelu**

Sijoittelukaavioissa esitetään tuotantojärjestelmien, koneiden, kojeiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua kiinteistössä/tehtaassa. Tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan

jakaa kolmeen eri tyyppiin: tuotantolinja, funktionaali ja solu sijoitteluun. (Havela, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 475.)

Tässä projektissa nämä sijoittelukaaviot ovat keskuksien sijoittelua pohjakuvissa ja keskuksien kojeiden sijoittelua fyysisesti keskuksissa sekä tehtaan pohjakuvasijoittelu, joka koostuu valaistuksen, IV- koneiden, tuotantokoneiden pistesijoittelusta ja kaapelireiteistä.



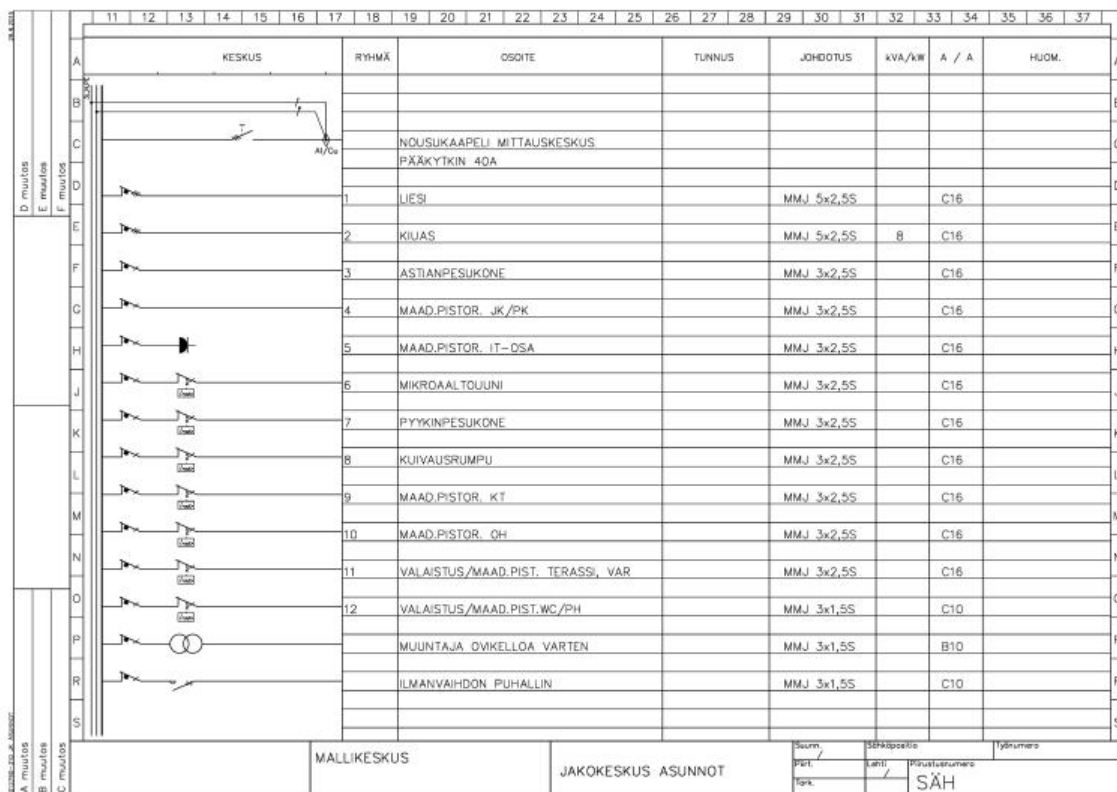
KUVA 13. Esimerkki sähkökeskuksen sijoittelusta

## 5.6 Keskuskaaviot

Keskuskaavioiden tärkein tehtävä on teknisten komponenttien tietojen, rakenteiden ja lähtöjen esittäminen, sekä joidenkin laitteiden nimellisvirtojen esittäminen. Näitä komponentteja ovat releet, vikavirtasuojajatkaisimet, sulakkeet, johdonsuojajatkaisimet, kontaktorit, mittarit, kytkinvarokkeet, kuormakytkimet ja katkaisimet. (Pernu 2012, 25.)

Keskuskaavioiden avulla tulee pystyä tekemään muutoksia, korjauksia ja selvittämään kojeen syöttävän sulakkeen sijainti. Kaaviot täytyy pitää ajan tasalla, jotta tämä on mahdollista.

Pääsääntöisesti työssä keskuskaavioiden osalta tehtiin vain päivitystyötä vanhoihin kuviin. Uusien keskuksien osalta suunnittelin ja piirsin kuvat alusta asti uudestaan. CADS-ohjelmistosta löytyy valmis pohja keskuskaaviolle. Piirtäjän tehtäväksi tulee lisätä ryhmälle ainakin oikeat lähtökojeistot ja niiden tiedot, ryhmän osoite, kaapelityypit ja johdonsuojavarokkeen/katkaisijan nimellisvirtakestoisuus.



KUVA 14. Esimerkki suunnittelemani keskuskaaviosta

## 5.7 Piirikaaviot

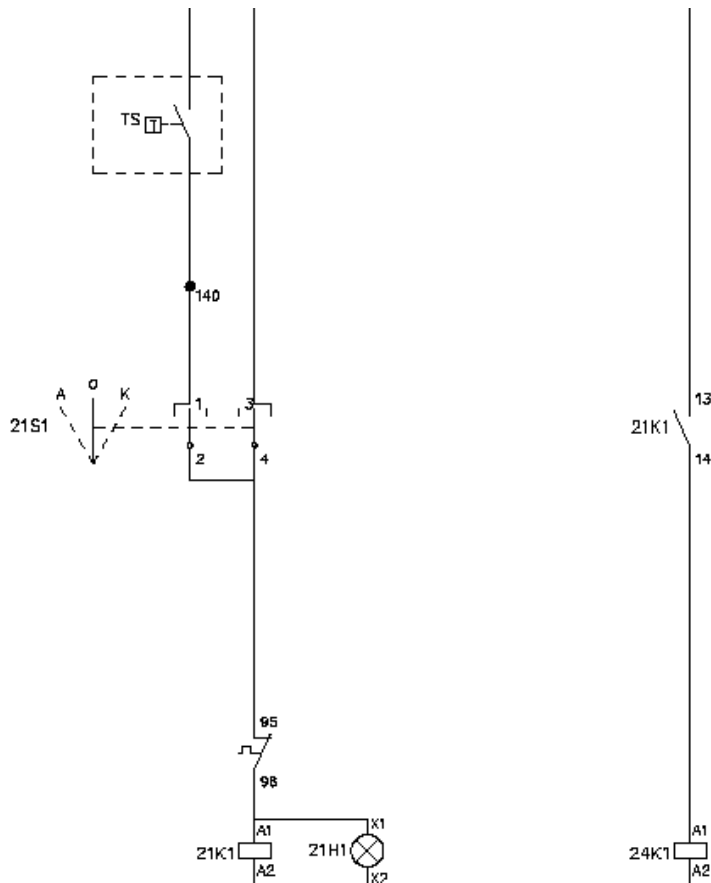
Piirikaavio on piirustus, joka kuvaa komponenttien kytkemistä toisiinsa symboleiden ja viivojen avulla. Piirikaavio voi kuvata osajärjestelmää, järjestelmää, laitteistoa, laitetta tai asennusta. Piirikaaviot ovat yleisimmin käytössä sähkötekniikassa ja elektroniikassa sekä muilla tekniikan alueilla. (Mäkinen & Kallio 2004, 209.)

Piirikaavioiden avulla voimme ymmärtää laitteen tai laitteiston toimintaa tarkemmin komponenttitasolla. Piirikaavioissa voidaan kuvata komponenttien päävirtapiirejä tai ohjausvirtapiirejä, mutta yleensä nämä tehdään erikseen. Joskus saatetaan myös komponentteja kuvata sijaiskytkennällä, jolloin komponentin kytkentä käytännössä ei näy piirikaaviossa. Sijaiskytkennän tarkoitus on kuvata komponenttien sähköisiä ominaisuuksia tai yksinkertaistamaan monimutkaisia kokonaisuuksia kaavioissa. (Mäkinen & Kallio 2004, 209.)

Keskusta valmistettaessa piirikaavion avulla rakennetaan keskuksen sisäiset ohjausvirtapiirien ja päävirtapiirien kytkennät eri komponenttien välille sekä koestukseen laitoksen rakennus- ja käyttöönotto-vaiheessa (Mäkinen & Kallio 2004, 209).

Tehtaassa uudistettiin noin kymmenen vuotta sitten ilmastointijärjestelmää. Vanhoja koneita oli purettu tehtaasta pois, mutta koneiden piirikaaviot olivat vielä dokumenteissa. Päivitystyön myötä siivosin turhat kuvat dokumentoinneista pois.





KUVA 15. Esimerkki IV-koneen ohjauspiirikaaviosta

## 5.8 Tasokuvat

Tasokuvilla on tarkoitus esittää sähköjärjestelmien ja kojeiden välisiä kaapeleita sekä kojeiden sijoittelua fyysisesti kiinteistössä. Kuvissa käy ilmi sähköjärjestelmien ryhmittely sähkökeskusten sulakkeille, kaapelityypit, pistesijoittelu ja johtoreitit.

Vuonna 2017 tehtaalle rakennettiin uudet neuvotteluhuone tilat, jotka pääsin suunnittelemaan sähköjärjestelmien osalta. Käytännön asennukset ja toteutukset suoritettiin yhdessä työkaverin kanssa. Kuvassa 16 nähdään neuvotteluhuoneen sähköinen suunnittelukuva, jossa on esitettyinä kaapeloinnit, sähkölaitteiden pistesijoittelut ja johtoreitit. Neuvotteluhuoneesta suunniteltiin myös keskuksen sijoittelu- ja keskuskaaviopiirustukset.



## 6 LÄMPÖKUVAUS

Lämpökuvaus on hyödyllinen väline muussakin kunnossapidossa kuin sähkökunnossapidossa, kuten mekaanisessa kunnossapidossa laakereiden kunnan tutkimisessa. Kiinteistöjen kunnossapidossa kameran avulla voidaan havaita rakenteiden kosteusvaurioita, lämpövuotoja tai ilmapuotoja. Muita lämpökameran käyttökohteita on esimerkiksi metsästyksessä ja pelastuslaitoksilla ihmisten etsimisessä. (Opetushallitus.)

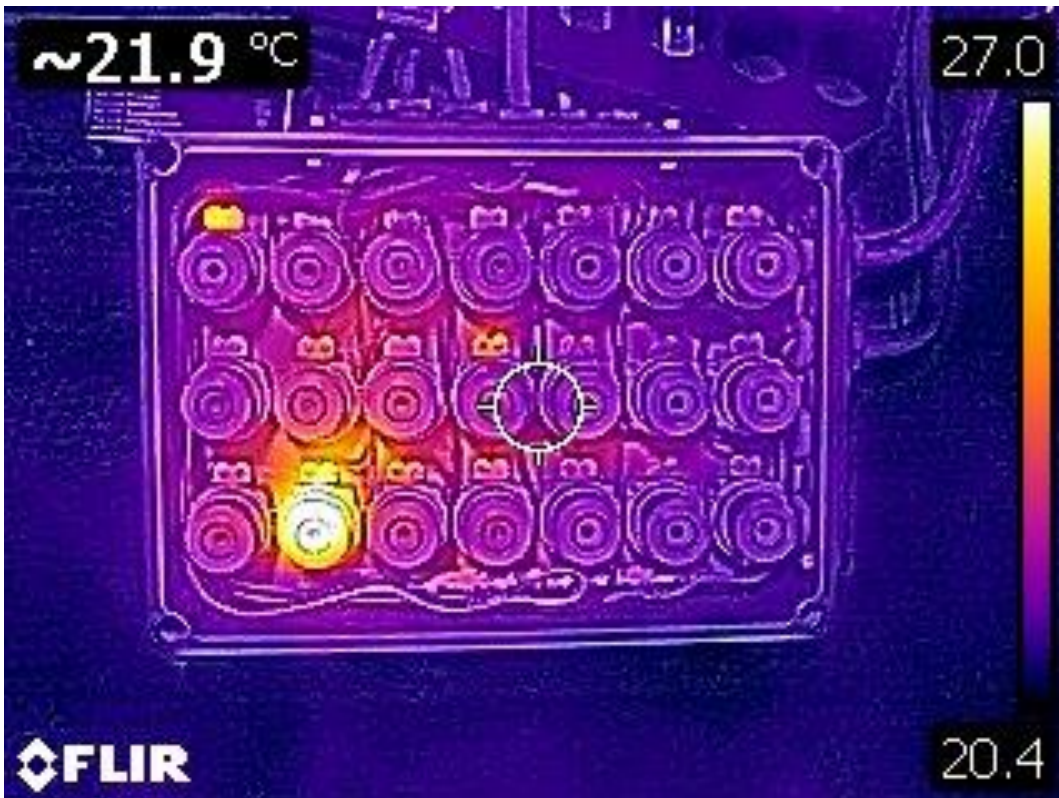
Säköturvallisuuslaissa määrätään, että sähkölaitteiston haltijan on pidettävä huoli siitä, että sähkölaitteisto on kunnossa. Yksi hyvä keino sähköjärjestelmän kunnan tarkistamiseen on lämpökuvaaminen. Nykyaikaiset lämpökamerat ovat pieniä ja näppäriä käyttää. Lämpökamera on erinomainen apuväline heikkojen liitoksien, hapettumien, vinokuormien, ylikuormittuneiden kaapeleiden tai laitteiden ylikuumenemisen kuvaamiseen. Tällä keinolla voidaan ennaltaehkäistä tulipaloja tai laitteistovikoja. (Opetushallitus.)

Lämpökuvaaminen oli uusi toimintatapa Elecster Oyj:lle. Tämän opinnäytetyöprojektin myötä lämpökuvaaminen on tarkoitus lisätä tehtaan kunnossapito-ohjelmaan. Kuvaaminen olisi syytä suorittaa tehtaassa useamman kerran vuodessa, koska sähköjärjestelmät ja laitteistot ovat osittain vanhoja.

### 6.1 Lämpökuvauksen periaate

Lämpökuvaus perustuu erilaisilta pinnoilta säteilevään lämpösäteilyyn, jonka voimakkuus riippuu kohteen emissiokertoimesta ja pintalämpötilasta. Lämpökamera vastaanottaa lämpösäteilyn ja muuttaa mitatun lämpösäteilyn lämpökuvaksi, kuten kuvassa 17 näemme. Mahdollisimman hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi kannet ja kosketussuojauslevyt tulisi poistaa kuvattavasta kohteesta. (Paloniitty 2005.)

On todella tärkeää osata tulkita kuvia ja mittaustuloksia oikein. Kuvassa 17 huomaamme, että yksi ryhmäsulake on huomattavasti muita lämpimämpi. Kuitenkin kun vertaamme kuvan kuuminta kohtaa kuvan keskivertolämpötilaan, voidaan todeta, että sulakkeen lämpötila on normaali. Syy, miksi kuvassa yksi sulake on huomattavasti muita lämpimämpi, johtuu siitä, että muissa ryhmissä ei ole kuormitusta lainkaan tai niin paljon.



KUVA 17. Lämpökamerakuva ryhmäkeskuksesta

## 6.2 Lämpösäteily

Lämpösäteily on sähkömagneettista säteilyä, joka johtuu aineessa varattujen hiukkasten lämpöliikkeestä. Kaikki lämpötilat, jotka poikkeavat absoluuttisesta nolapistestä, synnyttävät lämpösäteilyä. Atomien liike-energia muuttuu, kun lämpötila on korkeampi kuin nolapiste. Lämpösäteily on kolmas lämmön siirtymistapa konvektion ja johtumisen rinnalla. (Inkinen & Tuohi 2006.)

## 6.3 Emissiivisyys

Emissiivisyys tarkoittaa sitä, kuinka paljon säteilyä kohde lähettää verrattuna saman lämpöiseen täydellisesti mustaan kappaleeseen. Erilaiset pinnat lähettävät eri määrän lämpösäteilyä. Tavallisten kohteiden materiaalien ja pinnoitteiden emissiivisyys vaihtelee välillä 0,1-0,95. Erittäin kiiltävien pintojen säteilykyky on 0,1. Hapettuneiden ja maalattujen pintojen emissiivisyys on suurempi. Oikean mittauslämpötilan saavuttamiseksi on valittava oikea emissiokerroin kuvattavalle pinnalle. (Paloniitty 2005.)

TAULUKKO 1. Emissiokertoimia eri pinnoilla (mukaillen Suomalainen 2011, 12)

Materiaali	Emissiokerroin ( $\xi$ )
Teräs	0,35
Teräs (oksidoitunut)	0,85
Ruostumaton teräs	0,3
Ruostumaton teräs (vähän oksidoitunut)	0,4
Ruostumaton teräs (oksidoitunut)	0,8
Kupari	0,06
Kupari (oksidoitunut)	0,8
Alumiini	0,13
Alumiini (oksidoitunut)	0,4
Lasi	0,95
Muovi	0,8-0,95
Iho	0,99
Posliini (lasitettu)	0,92
Puu	0,85

#### 6.4 Sähkölaitteiston kuormitus

Kuvattavan sähkölaitteiston kuormituksen tulisi olla vähintään 40% maksimikuormituksesta. Kuormituksen ollessa alle 20% ei kuvausta tule suorittaa ollenkaan, koska mahdollinen yllilämpeneminen ei ilmene kuvauksessa. Lisäksi kuormituksen tuli olla päällä vähintään puoli tuntia ennen kuvauksen suorittamista. (Hietanen 2009.)

## **7 SÄHKÖALAN TARKASTUKSET JA TARKASTUSPÖYTÄKIRJAT**

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 43 § määrää, että sähkölaitteiston rakentajan on varmistuttava ja tarkastettava laitteiston toimivuus ja turvallisuus ennen käyttöönottoa. Uudelle sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jolla varmistutaan, että laitteisto toimii oikein ilman häiriöitä tai vaaraa. Laitteistosta laaditaan laitteiston haltijalle tarkastuspöytäkirja. Jotkin laitteiston vaativat erikseen valtuutetun tarkastajan tekemää varmennustarkastusta. Käyttöönottotarkastuksien lisäksi sähköalan lakiin määrättyjä tarkastuksia ovat määräaikaistarkastukset. Näiden tarkastusvälit määräytyvät laitteiston mukaan. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017, 41.)

Tehtaessa päivitystyötä Elecsterin tehtaassa sähkönjakeluverkkoon täytyi uusista kohteista tehdä käyttöönottotarkastuspöytäkirjat, joilla varmistuttiin, että asennukset ovat tehty oikein ja laitteisto on turvallista käyttää.

### **7.1 Kunnossapitotarkastukset**

Kunnossapitotarkastus on sähkölaitteiston kuntoa ja huoltoa, jolla sähkölaitteiston haltija voi havaita mahdolliset kuntoa heikentävät puutteet ja korjata ne. Kunnossapitotarkastus ei ole lakisääteinen eikä sille ole määrätty mitään velvoitteita ja siksi sitä ei pidä sekoittaa lakisääteisiin määräaikaistarkastuksiin. Sähköturvallisuuslaki kuitenkin edellyttää, että sähkölaitteiston haltija varmistuu, että sähkölaitteisto on toimiva ja turvallinen sekä mahdolliset viat/puutteet korjataan mahdollisimman nopeasti. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017, 42.)

Kunnossapitotarkastuksilla varmistutaan, että laitteisto ei aiheuta palon tai sähköiskun vaaraa ja laitteisto on muutoin ehjä sekä turvallinen käyttää, minkä vuoksi tarkastuksien tekijän tulee olla sähköalan ammattihenkilö. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017, 42.)

### **7.2 Laitteiston kuntotutkimukset**

Sähkölaitteiston kuntotutkimukset käsittävät kiinteistön sähkö- ja tietoteknisiin järjestelmiin kohdistuvaa tarkastusta, joista laaditaan kirjallinen raportti. Tarkastuksien avulla varmistutaan, että laitteisto ja

järjestelmät täyttävät viimeisimmät vaatimukset. Tarkastusta voidaan esimerkiksi toteuttaa lämpökuvaamalla keskuksia ja sähköjärjestelmiä, kuten tässä opinnäytetyössä Elecsterin tehtaaseen tehtiin. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017, 42-43.)

### **7.3 Sähkölaitteiston lämpökuvaus**

Sähkölaitteiston lämpökuvaamisella varmistetaan, että laitteisto ei aiheuta tulipalon vaaraa. Lämpökuvaamisen suorittajan tulee olla osaava henkilö, joka osaa tulkita mittaustuloksia oikein. Lämpökuvaamisen yhteyteen kuuluu, myös kuormitusvirtojen mittaaminen, joten henkilön tulee olla sähköalan ammattilainen. (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry 2017, 43-44.)

## 8 TOTEUTUS JA YHTEENVETO

Projekti alkoi kuvien ja dokumenttien yhteen kokoamisella ja kartoittamisella. Kävi ilmi, että kuvia oli monelta vuosikymmeneltä, ja osa ei pitänyt enää paikkaansa. Uusimmat kuvat olivat vuodelta 2013, ja ne löytyivätkin yrityksen dokumenteista sähköisessä muodossa. Tästä oli todella suuri apu, koska pystyin hyödyntämään kuvia eikä kaikkia tarvinnut piirtää alusta asti uudestaan.

Olemassa olevien kuvien kartoituksen jälkeen alkoi käytännön kartoittaminen sähkökeskus tasolla. Tehtaalla on 23 ryhmäkeskusta, kolme nousukeskusta ja pääkeskus. Kaikkien keskuksien jokainen ryhmä käytiin yksitellen läpi ja päivitettiin tiedot kuviin. Keskuksista tarkistettiin merkintöjen vastaavuus kuviin, sulakekoot, kaapelityypit sekä se, mitä ryhmä ohjaa. Kentällä olevat pistorasiat nimettiin, jotta jokaisessa näkyi keskustunnus ja ryhmänumero. Työtä tehdessä joutui olemaan tarkkana, ettei prosesseille tärkeitä jännitteitä katkea, kun ryhmiä käytettiin jännitteettömänä. Tämä toi oman haasteensa työlle, koska jännitteitä ei voinut katkaista niiden keskuksien osalta, jotka olivat yhteyksissä prosesseihin.

Keskuksien kojeistoihin oli jätetty paljon käytöstä poistettujen ryhmien kaapeleita kiinni. Ryhmä oli vain saatettu jännitteettömäksi irrottamalla varokkeet. Näin ei saisi koskaan toimia, koska ryhmän kaapelit saattavat olla irrotettuna toisesta päästä, jolloin varokkeiden laittaminen takaisin aiheuttaa vaarallisen jännitteen kaapelin toiseen päähän. Asiasta puhuttiin muiden asentajien kanssa ja kaikki tällaiset ryhmät päätettiin irrottaa asianmukaisesti keskuksien kojeistoista irti.

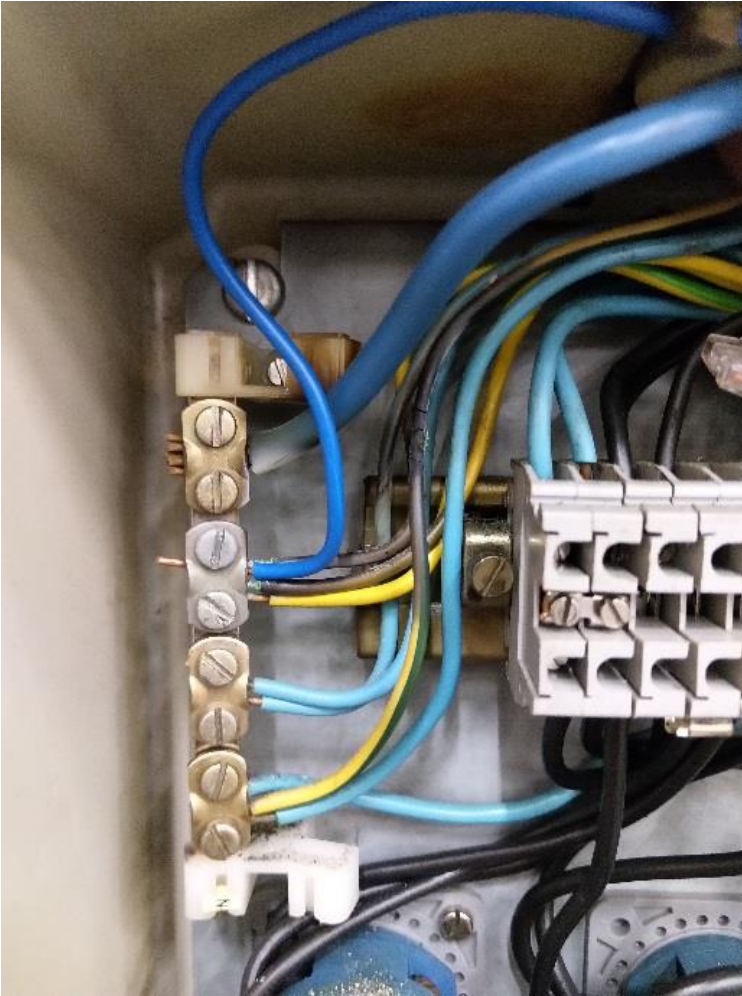
Jotta opinnäytetyöstä olisi hyötyä mahdollisimman pitkäksi aikaa yritykselle, tulee sähkölaitteisto dokumentteihin tehdä muutokset aina, kun muutoksia järjestelmään fyysisesti tehdään. Jokaiseen tehtaan keskukseen tulostin keskuskaaviot, joihin muutoksen tekevä asentaja voi kirjata muutokset.

Sähkönjakeluverkkoon tutustuessani tein verkon kuntotarkastusta ja dokumentoin mahdollisia vikapaikkoja, jotta asiat saataisiin korjattua asianmukaiseen kuntoon. Verkosta löytyikin joitakin sähköturvallisuudelle vaarantavia puutteita, kuten huomamme vaikka kuvasta 18, jossa on pahasti rikkoutunut jakorasia kaapelihyllyn päällä, tai kuvasta 19, jossa PE-johtimet ovat käyneet erittäin kuumana, joka aiheuttaa suuren tulipaloriskin.





KUVA 18. Rikkoutunut jakorasia



KUVA 19. Lämmenneitä PE-johtimia

Yksi keskeinen osa jakeluverkon dokumenttien päivitystä oli pistorasioiden merkitseminen. Merkintöjen avulla pystytään kohdentamaan kojeen syöttävä keskus ja sen varokelähtö. Merkintöjen tarpeellisuus korostuu silloin, kun koje pitää saada jännitteettömäksi ja tällöin syöttävän keskuksen ja varokesuojauksen löytäminen on nopeaa ja helppoa.



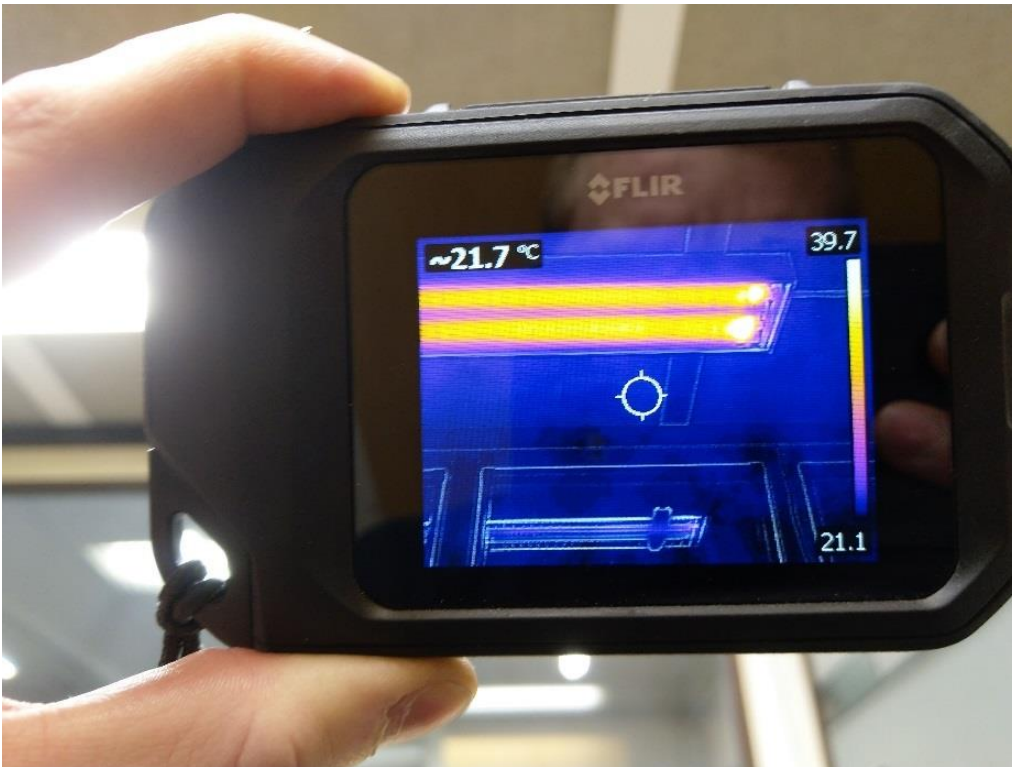
KUVA 20. Pistorasioiden merkinnät

## 8.1 Lämpökuvas

Viimeinen vaihe työssä oli keskuksen lämpökuvaaminen infrapunakameralla. Kuvaamalla sai helposti selville keskuksista mahdolliset löystyneet liitokset tai ylikuormittuneet kaapelit. Tältä osin tilanne oli melko hyvä muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Yhden sulakepohjan löystyminen oli aiheuttanut ylikuumentumista, jolloin sulakepohjan kiristämällä asia saatiin korjattua. Valaistusryhmän kaapeli oli myös ylikuormittuneena, jolloin kaapeli kuumentui keskipäivästä enemmän. Tämä saatiin korjattua loisteputkivalaisimien loisteputkien vaihdolla LED -putkiin, jolloin virtaa saatiin laskettua.

Kuvaamiseen täytyi tutustua/perehtyä huolella, jotta sai todenmukaisia mittaustuloksia. Jokaiselle kuvauspinnalle piti määrittää oikea emissiokerroin. Keskuksia kuvatessa jokaisesta kennosta piti poistaa kosketussuojaus levyt ja jokainen kenno kuvattiin omana kokonaisuutenaan.

Kamerana toimi FLIR C2-lämpökamera, joka oli todella näppärän kokoinen ja helppo käyttää. Kameran ohjeet olivat selkeät, jolloin laitteeseen tutustuminen oli helppoa. Kamera on pienen kokonsa vuoksi erittäin hyvä erityisesti ennakoivassa kunnossapidossa, koska kameraa voi käyttää sähkölaitteiston tarkasteluun päivittäin. Kameran myyntihinta on noin 500€.



KUVA 21. FLIR C2 lämpökamera

## 8.2 Suunnittelu

Työn aloittamisen suunnittelu toteutettiin keräämällä kaikki tehtaan sähköiset ja paperiset dokumentit yhteen ja tarkastelemalla niistä alkutilannetta. Kuvien päivittäminen sekä uusien kuvien suunnittelu toteutettiin käyttämällä CADS Client 17 ohjelmistoa, jonka käyttö oli osittain tuttua ammattikoulusta ja ammattikorkeakoulusta, joten ohjelman käytön opetteluun ei tarvinnut käyttää aikaa.

## 8.3 Yhteenveto

Dokumenttien paikkansapitävyys ja sähkölaitteistojen kunto ja toimivuus ovat välttämättömyyksiä toimivassa sähkönjakelujärjestelmässä. Sähköalan määräykset velvoittavat laitteistojen haltijaa pitämään huolta, että sähkölaitteistot ovat kunnossa ja turvallisia käyttää. Lisäksi dokumentit ja piirustukset tulee pitää ajan tasalla koko ajan, jotta laitteistoa on mahdollista huoltaa, korjata ja muuttaa.

Opinnäytetyön myötä dokumentit vastaavat tehtaan jakelujärjestelmää ja viat/puutteet ovat dokumentoitu ja osittain korjattu. Lopulliset puutteet täytyy korjata, kun se on mahdollista, kuten turhien kaapeleiden poistaminen sähkökeskuksista. Lämpökuvaaminen osoitti, että laitteistoa on turvallista käyttää eikä tulipalon riskiä ole olemassa.

Projekti opetti minulle sen, kuinka tärkeää näinkin laajassa työssä on sen suunnittelu. Suunnittelu jäi alkuvaiheessa puutteelliseksi, jolloin työn läpivienti oli todella haastavaa ja sekavaa ajoittain. Hyvällä suunnittelulla olisin säästänyt paljon työtunteja etenkin kirjallisen osuuden teossa. Työ oli mielenkiintoinen ja kasvatti näkemystäni teollisuusverkon rakenteesta ja ominaisuuksista.

## LÄHTEET

Havela M J., Uusi-Rauva E., Kouri I. & Miettinen A. 2005. Teollisuustalous. 5. Tampere: Infacs Oy.

Hietanen M. 2009. Fluke Finland Oy – Lämpökuvaus-koulutusmateriaali.

Inkinen P. & Tuohi J. 2006. Momentti 1, Tekniikan fysiikka. 4. painos. Keuruu: Otava

Lakervi.E & Partanen.J. 2012. Sähkönjakelutekniikka., 3. uudistettu painos. Helsinki: Gaudeamus

Lyytikäinen, H 2011. Teollisuuden sähkönjakeluverkon mallintaminen. Savonia AMK, Opinnäytetyö Viitattu 7.9.2019.

Mäkinen.M & Kallio.R. 2004. Teollisuuden sähköasennukset. Keuruu: Otava.

Mäkinen.M & Kallio.R & Tantarimäki.R 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Keuruu: Otava.

Opetushallitus. EDU.fi Kunnossapito. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/index.html/> Luettu 5.2.2019.

Paloniitty S. 2005. Rakennuksen lämpökuvaus (Elektroninen aineisto). Hämeenlinna: Hämeen amk. Saimaan ammattikorkeakoulun kirjaston verkkoaineisto: <http://www.eweline.com/ewelib/lo-gin/?lib=10090&ISBN=951-784-303-8> / Luettu 5.2.2019.

Pernu, N. 2012. Keskuskaavion päivitys ja sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma. Insinööriyö. Viitattu 5.2.2019.

Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliitto. 2009. D1-2009 käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Helsinki: Painokurki Oy.

Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2010. Sähköasennukset 4. Helsinki: Sähköinfo Oy.

Sähkö ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2017. Sähkölaitteiston haltijan kunnossapito opas 2017. Löytyy: [http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/huolto\\_ja\\_kunnossapito/fi\\_FI/kunnossapito-opas/](http://www.sahkoala.fi/kiinteistoala/huolto_ja_kunnossapito/fi_FI/kunnossapito-opas/) Viitattu 20.10.2019.

Taloteknikka. Saatavilla:<http://tate.blogs.tamk.fi/sahkoinen-talotekniikka/sahkoverkko/it-ja-tt-jarjestel-mat/> Luettu 7.9.2019.

## LIITELUETTELO

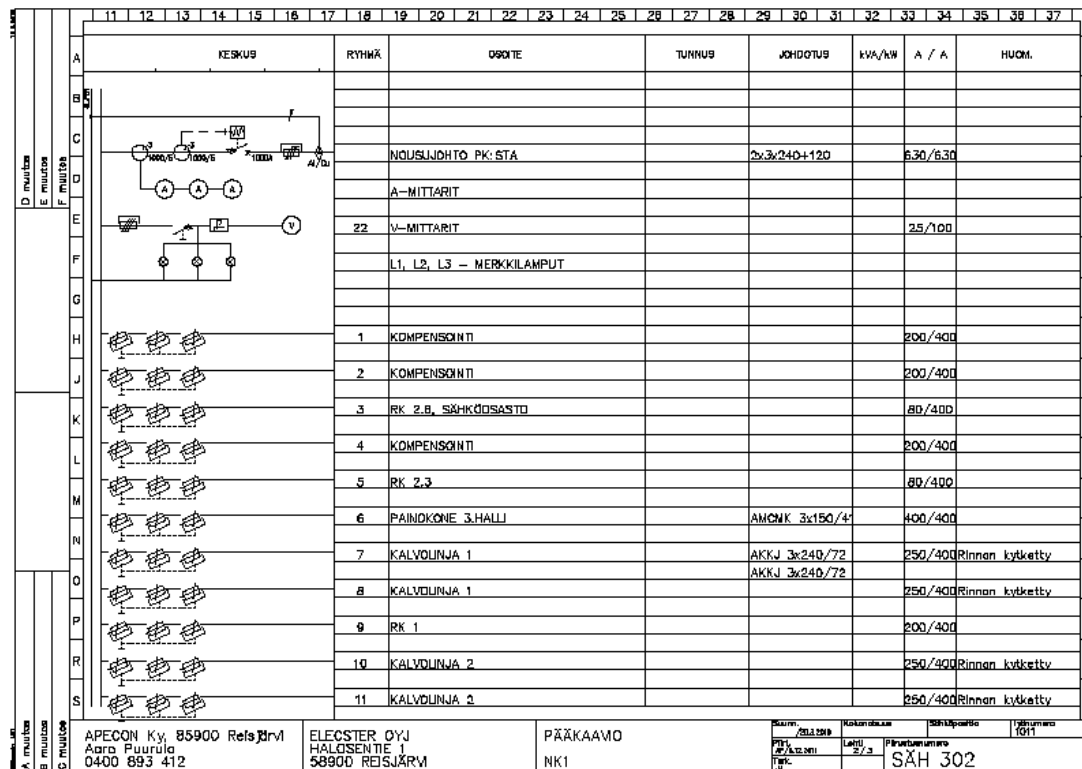
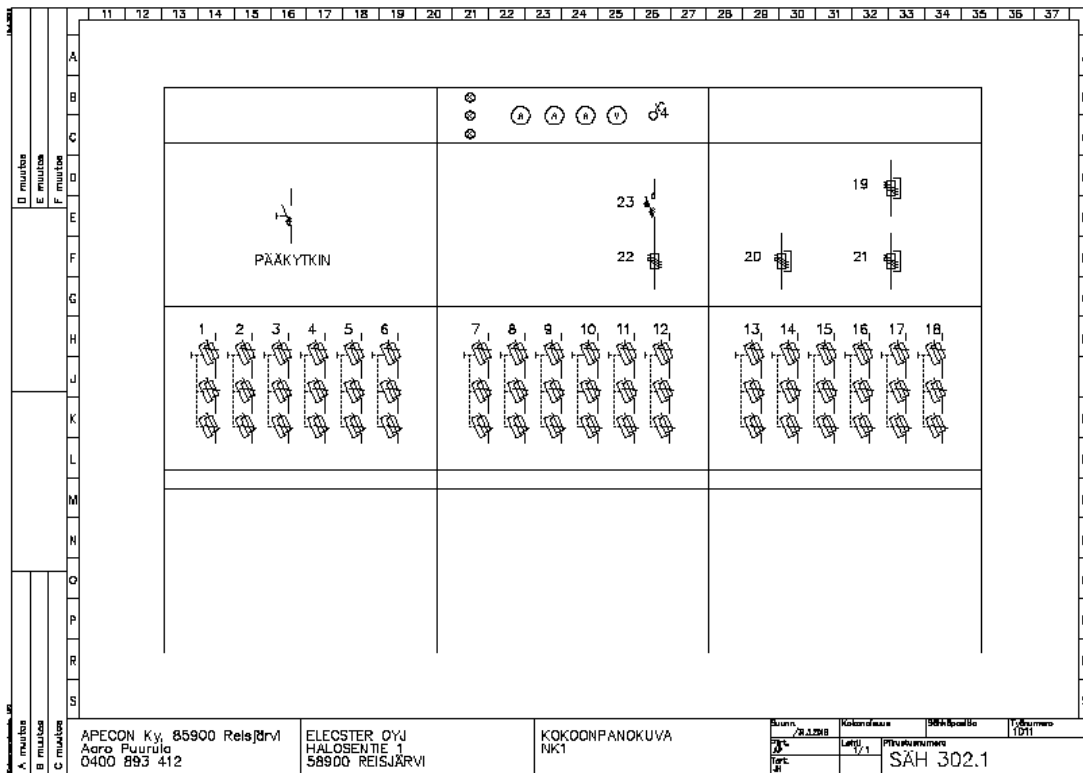
- LIITE 1 NK1-nousukeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 2 NK2-nousukeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 3 OK1-JA OK2-ohjauskeskuksien keskuskaaviot
- LIITE 4 RK1-ryhmäkeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 5 RK1.1-ryhmäkeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 6 RK1.2-ryhmäkeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 7 RK1.3-ryhmäkeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 8 RK1.3.1-ryhmäkeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 9 RK1.4-ryhmäkeskuksen keskuskaaviot
- LIITE 10 Neuvotteluhuoneen sähköpisteiden sijoittelukuva ja johtoreitit
- LIITE 11 Tehtaan 1.kerroksen pistesijoittelukuva
- LIITE 12 Tehtaan 2.kerroksen pistesijoittelukuva
- LIITE 13 Verstaan sähköpisteiden sijoittelukuva ja johtoreitit
- LIITE 14 Ulkovaraston sähköpistekuva
- LIITE 15 Piirustusluettelot uusista kuvista
- LIITE 16 Ryhmäkeskuksen lämpökamerakuva

LIITE 17 Ryhmäkeskuksen lämpökamerakuva

LIITE 18 Ryhmäkeskuksen lämpökamerakuva

LIITE 19 Dokumentit tehtaan puutteista/vioista



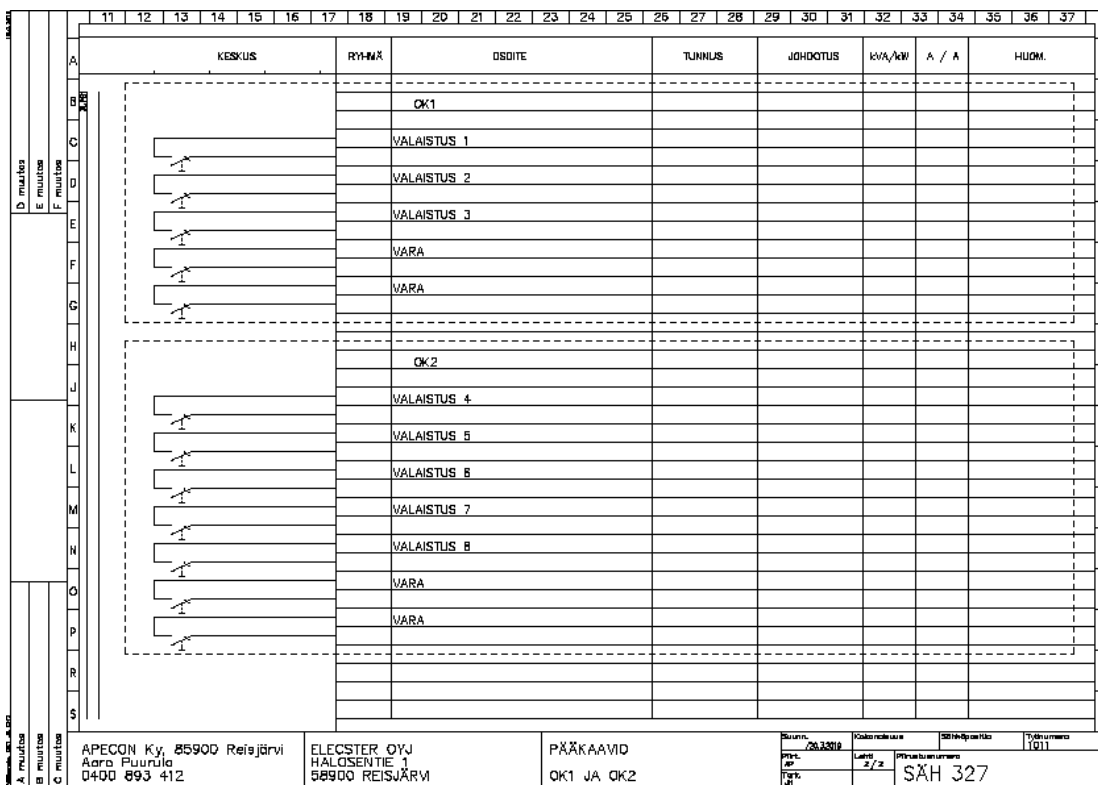
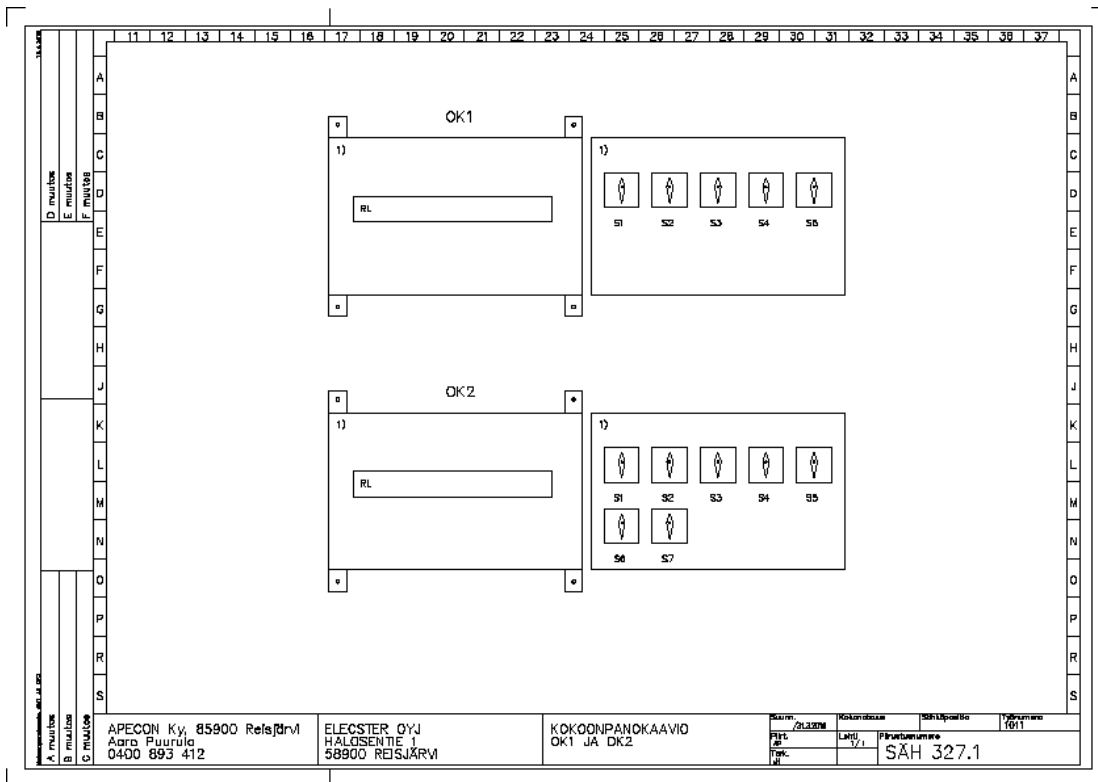




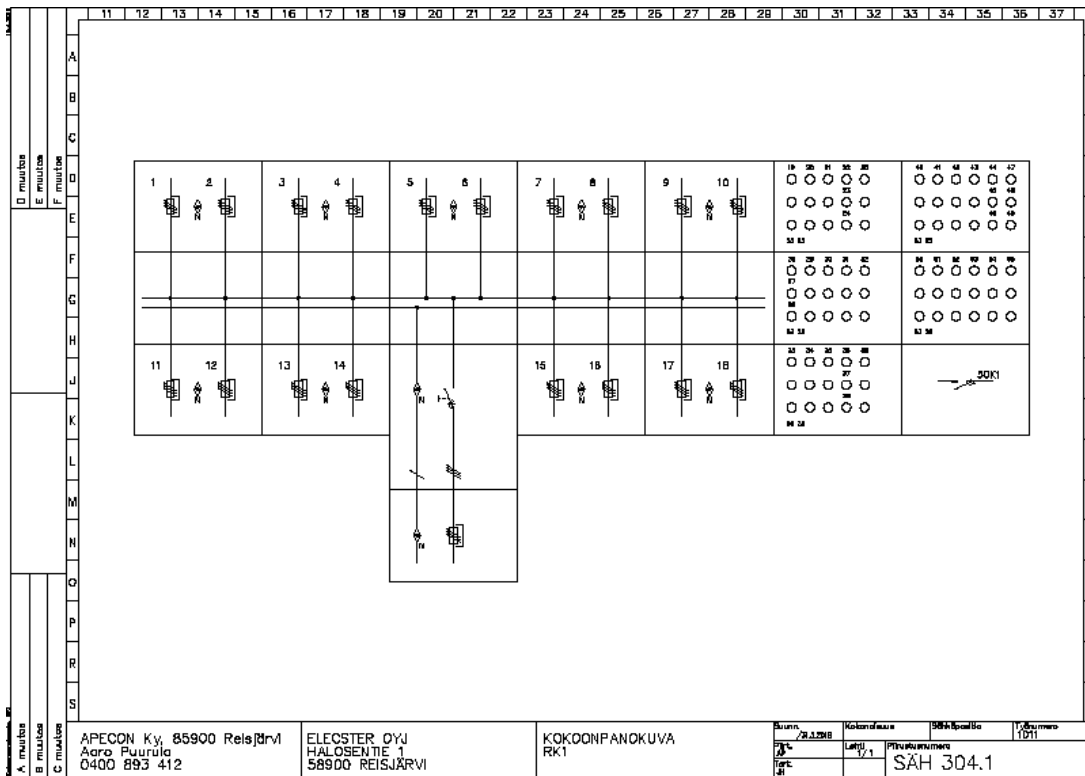
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
A																												
B																												
C																												
D																												
E																												
F																												
G																												
H																												
J																												
K																												
L																												
M																												
N																												
O																												
P																												
R																												
S																												
A muutos	APECON Ky, 85900 Reisjärvi										ELECSTER OYJ HALOSENTIE 1 58900 REISJÄRVI										KOKOONPANO KUVA NK2				Muutos: 28.12.2018 Kokoite: 1/2 Piirustuksen numero: SÄH 303.1 Yhteysnumero: 1011			

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
A	KESKUS																											
B	RYHMÄ																											
C	OSOITE																											
D	TUNNUS																											
E	JOHDOTUS																											
F	kVA/kW																											
G	A / A																											
H	HUOM.																											
J																												
K	MAADOITUSELEKTRODI, PALONKESTÄVÄ ASENNUS MAADOITUSELEKTRODI, PALONKESTÄVÄ ASENNUS METALLIPUTKISTOT MAALIVARASTO PÄÄKESKUS PÄÄKESKUS PÄÄMAADDITUSJOHDIN																											
L	NOUSUJOHTO PK:STA NOUSUJOHTO PK:STA NOUSUJOHTO PK:STA PÄÄKÄYTTIKIN MAHDOLLISUUS VAIHTAA MYÖS 1600A KATKAISIJAA LOISTEHON SÄÄTÄJÄ 1K 0.5																											
M	1 SÄÄTÄJÄ, PORTAAT 2x(4x50kVA+r) 2 NOUSU, TPK2 3 KOMPENSOINTIPÄRISTÖ 4 POISKÄYTTÖSTÄ 5 NOUSU, TPK1 6 JÄÄHDYTYSLAITTEISTO OILER 7 NOUSU, TPK3 8 MATTOKONE 3																											
N	CU25 CU25 CU25 CU10 CU120 CU120 CU120 2x1,5 5x1,5 AMMK 3x120+70 2xMMK 3x95+50 200 400/630 200 /630 KAAPELJA EI OLE PUHUTTU 250/630 250/630 250/630 2xMMK 3x120+70 2xMMK 3x95+50 200 400/630 315/400 315/400 200/400																											
O	250/630) um ei käytössä 250/630 250/630																											
P																												
R																												
S																												
A muutos	APECON Ky, 85900 Reisjärvi										ELECSTER OYJ HALOSENTIE 1 58900 REISJÄRVI										PÄÄKAAMO NK2				Muutos: 28.12.2018 Kokoite: 5/8 Piirustuksen numero: SÄH 303 Yhteysnumero: 1011			

A. muuttaja B. muuttaja C. muuttaja	D. muuttaja E. muuttaja F. muuttaja	SÄHKÖTEKNISEET TIEDOT :				
		1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . . . . . <u>400</u> V <u>1600</u> A <u>50</u> Hz 2. TERMINEN OIKOSILUKKESTANSIOLUUS . . . . . LA 3. TASATU- / ASINNETTU TEHO / COSFI . . . . . kW <u>200</u> kW <u>0,95</u> PF 4. OHJAUSKINNETYSKOT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE <u>0</u> V VIRTA <u>0</u> A 5. AD-KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input type="checkbox"/> LI, N <input type="checkbox"/> LI, N, PE <input checked="" type="checkbox"/> LI, LI, L3, N <input type="checkbox"/> LI, LI, L3, N, PE				
A. muuttaja B. muuttaja C. muuttaja	D. muuttaja E. muuttaja F. muuttaja	RAKENNETIEDOT :				
		1. KESKUSLAJI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KENNÖ <input type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHKKO 2. ASENNUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPD KOTEL LUUKKA IP <u>51</u> 3. KINNITYS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> LATTIA <input type="checkbox"/> SEINÄ 4. OVLALITE . . . . . <input type="checkbox"/> LAKKO <input checked="" type="checkbox"/> SAUPA 5. LATTI, SOS. KESK. POHJALEVYT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> AVONN <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ 6. MAALAUUS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKÖS 7. MITAT . . . . . KORKEUS : <u>2200</u> LEV. : <u>5050</u> SYV. : <u>600</u>				
A. muuttaja B. muuttaja C. muuttaja	D. muuttaja E. muuttaja F. muuttaja	KALUSTUSTIEDOT :				
		1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KINTEK <input type="checkbox"/> ULOS. <input type="checkbox"/> ULOSOT. 2. KALUSTUSTAPA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSIKKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY 3. MERKKILAMPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEIKU <input checked="" type="checkbox"/> HOHTO <input type="checkbox"/> LEDI 4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA				
A. muuttaja B. muuttaja C. muuttaja	D. muuttaja E. muuttaja F. muuttaja	KAAPLOINTI :				
		1. SYÖTTÖKAAPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA 2. PÄÄKAAPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KOVEISIN <input checked="" type="checkbox"/> RIML 3. OHJAUSKAAPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOVEISIN <input checked="" type="checkbox"/> RIML				
A. muuttaja B. muuttaja C. muuttaja	D. muuttaja E. muuttaja F. muuttaja	TUNNUSMERKINNÄT :				
		1. TUNNUSKIVET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VALN. NORM. <input type="checkbox"/> ERILLÖHJE 2. KOVENMERKINNÄT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> JOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILLÖHJE				
MUUT TIEDOT : <u>KEINOKESKUS VARUSTETAAN RIVUITTIMILLÄ 16mm<sup>2</sup> SAAKKA</u>						
APECON Ky, 85900 Reisjärvi Aaro Puurtia 0400 863 412	FLEOSTER OYJ HALOSENTIE 1 58000 REISJÄRVI	PÄÄKAAVO NK2	Suunn. PFC 14.05.2011 1/1 2/1	Käsittönohje 1/1 1/1	Suunnitelmanumero SÄH 303	Piirustuksen 1/1



A. muutos B. muutos C. muutos D. muutos E. muutos F. muutos	SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :		1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJAUS . . . . . 400 V 25 A 50 Hz 2. TERMINEN OIKOSULUKESTOISUUS . . . . . KA 3. TASATTU- / ASENNETTU TENO / COSFI . . . . . KW KW cosFI 4. OHJAUSJÄNNITEKOSKOT . . . . . <input type="checkbox"/> EI <input checked="" type="checkbox"/> ON JÄNNITE 230 V VIRTA 10 A 5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> LIIN <input type="checkbox"/> LIINPE <input type="checkbox"/> LI1,LI2,LI3,N <input type="checkbox"/> LI1,LI2,LI3,NPE																				
	RAKENNETIEDOT :		1. KESKUSLAJI . . . . . <input type="checkbox"/> KENNO <input checked="" type="checkbox"/> KOTILO <input type="checkbox"/> KEHIKKO 2. ASENNUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UFFO KOTEL. LUOKKA IP 34 3. KIINNITYS . . . . . <input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ 4. OVLAITTE . . . . . <input type="checkbox"/> LUKKO <input checked="" type="checkbox"/> SALPA 5. LATTISEIS.KESK. POHJALEVYT . . . . . <input type="checkbox"/> AVOIN <input checked="" type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ 6. MAALAUUS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS 7. MITAT . . . . . KORKEUS : 300 LEV. : 400 SYV. : 200																				
	KALUSTUSTIEDOT :		1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEX <input type="checkbox"/> ULOSV. <input type="checkbox"/> ULOSDT. 2. KALUSTUSTAPA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSIKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKÖTETTY 3. MERKKILAMPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEIKU <input type="checkbox"/> HOHTO <input type="checkbox"/> LEDI 4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA																				
	KAAPELOINTI :		1. SYÖTTÖKAAPELI . . . . . <input type="checkbox"/> YLHÄLLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA 2. PÄÄKAAPELIT . . . . . <input type="checkbox"/> YLHÄLLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOLEISIN <input type="checkbox"/> RIVIL 3. OHJAUSKAAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOLEISIN <input checked="" type="checkbox"/> RIVIL																				
TUNNUSMERKINNÄT :		1. TUNNUSKIVET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. <input type="checkbox"/> ERILLOHE 2. KO.EMERKINNÄT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KEINNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILLOHE																					
MUUT TIEDOT : HORELCO, VALJA NRO 24054, O6.11-85																							
APECON Ky, 85900 Reisjärvi Aaro Puurola 0400 893 412	ELECS TER OYJ HÄLÖSENTIE 1 58900 REISJÄRVI	PÄÄKAAVID OK1 JA OK2	<table border="1"> <tr> <td>Seur.</td> <td>20.3.2019</td> <td>Kokouksen</td> <td>Sähköposti</td> <td>Työnumero</td> </tr> <tr> <td>PVL</td> <td></td> <td>Lehti</td> <td></td> <td>1011</td> </tr> <tr> <td>ap</td> <td></td> <td>1/2</td> <td>Pitkänveto</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td></td> <td>SÄH 327</td> <td></td> </tr> </table>	Seur.	20.3.2019	Kokouksen	Sähköposti	Työnumero	PVL		Lehti		1011	ap		1/2	Pitkänveto		11			SÄH 327	
Seur.	20.3.2019	Kokouksen	Sähköposti	Työnumero																			
PVL		Lehti		1011																			
ap		1/2	Pitkänveto																				
11			SÄH 327																				

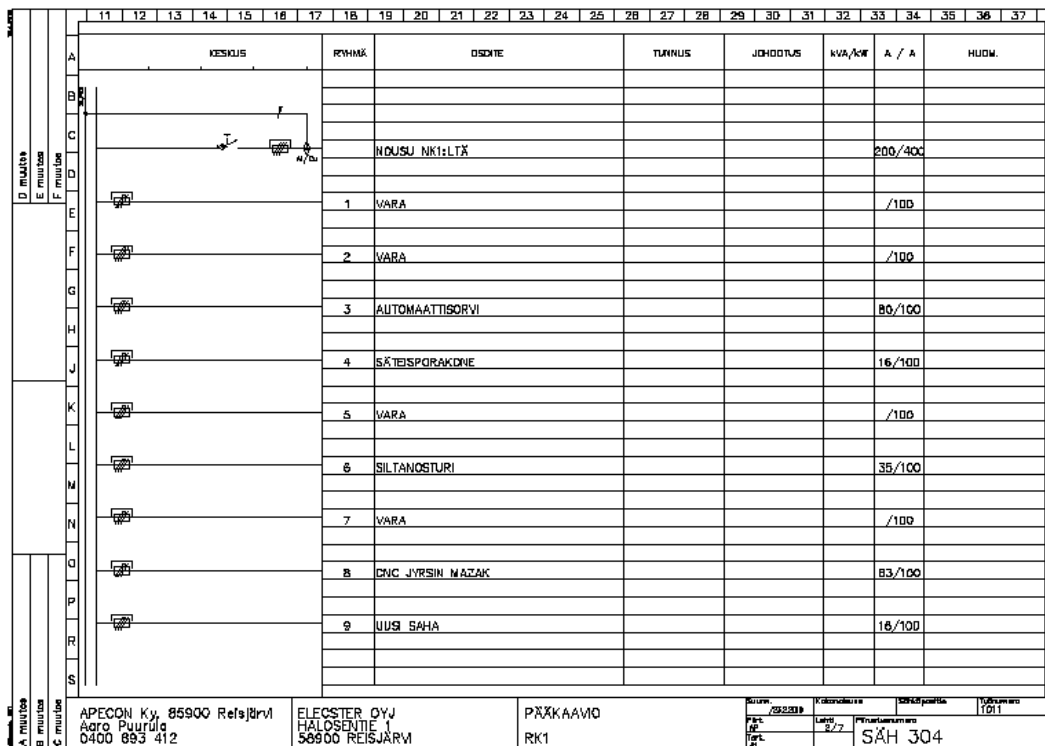


APECON Ky, 85900 Reisjärvi  
Aaro Puurula  
0400 893 412

ELECSTER OYJ  
HALOSENTIE 1  
58900 REISJÄRVI

KOKOONPANO KUVA  
RK1

Siuna	Kokonaissivu	Sähköpaikka	Kokomäärä
23.1.2018	17.1	1011	1011
Proj.	Lehti	Piirustuksen nro	
16	2/2	SÄH 304.1	
Perl.			
21			



APECON Ky, 85900 Reisjärvi  
Aaro Puurula  
0400 893 412

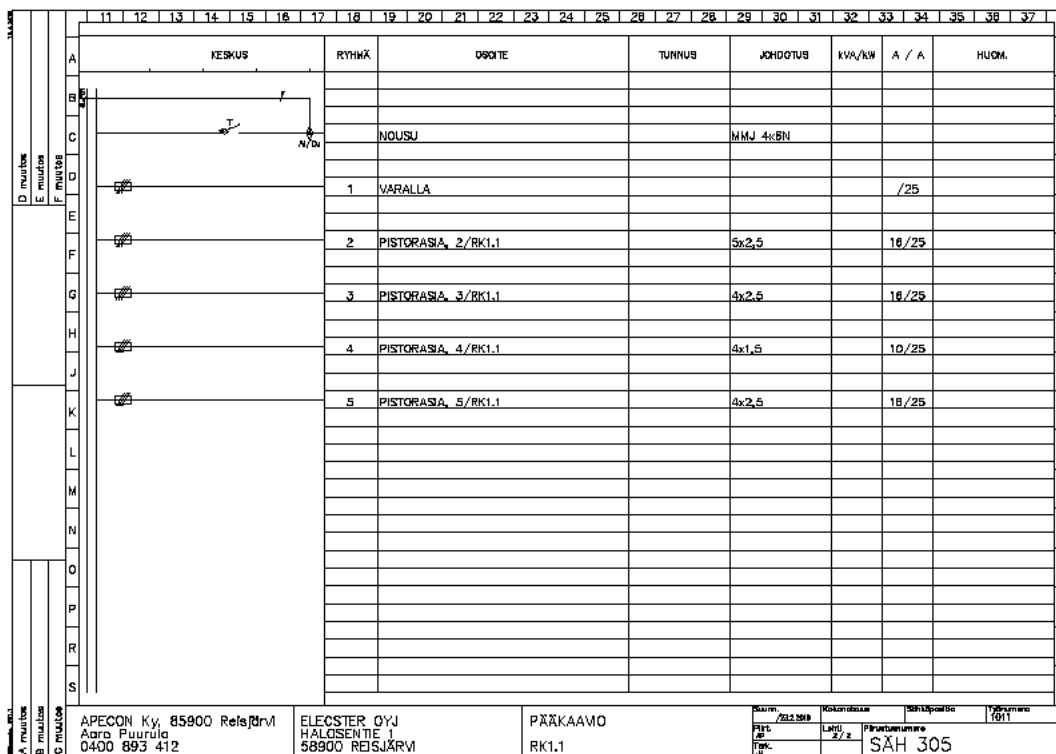
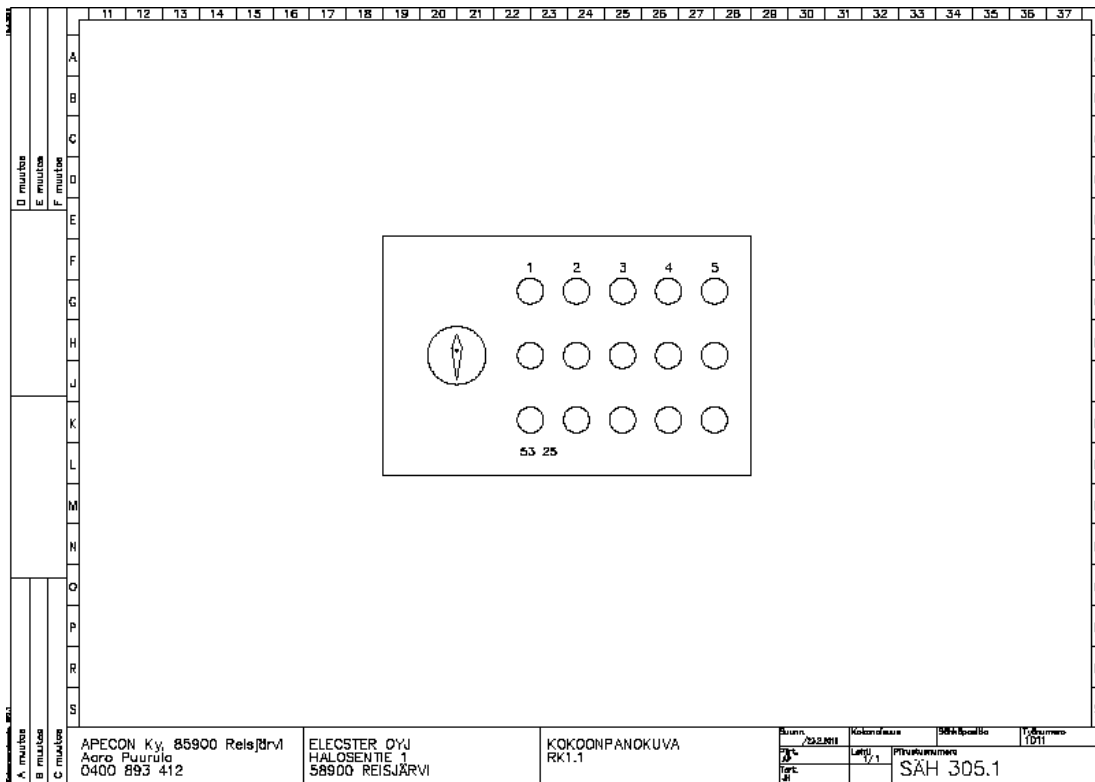
ELECSTER OYJ  
HALOSENTIE 1  
58900 REISJÄRVI

PÄÄKAAVIO  
RK1

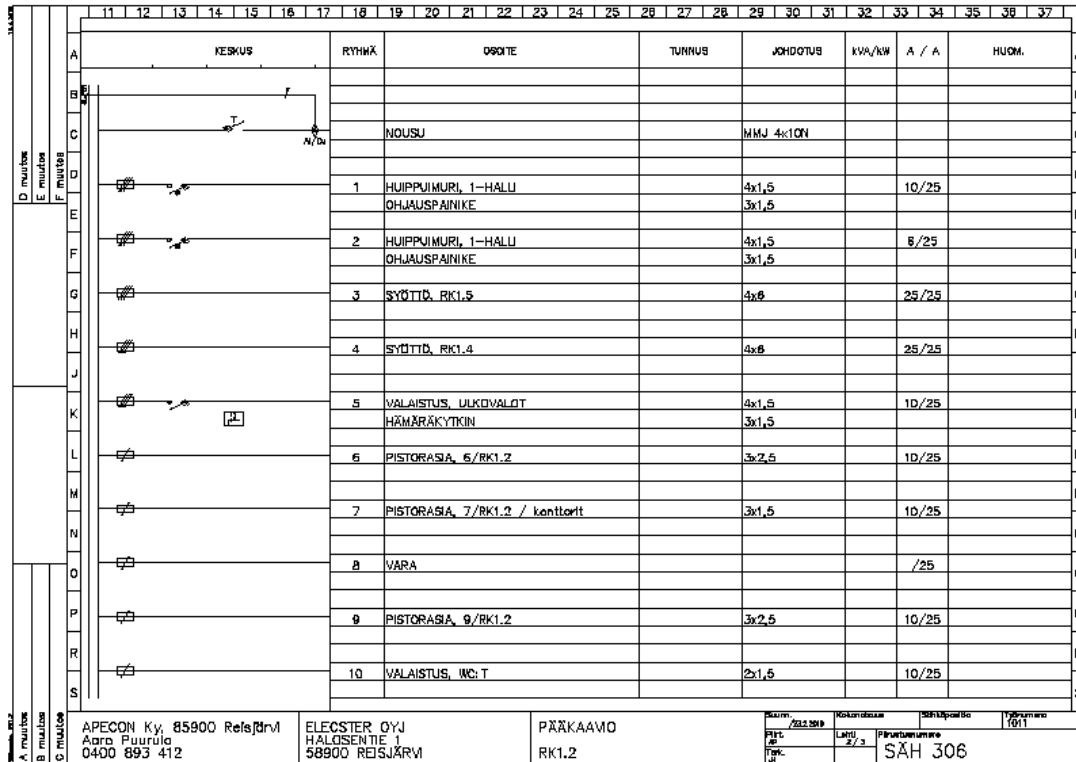
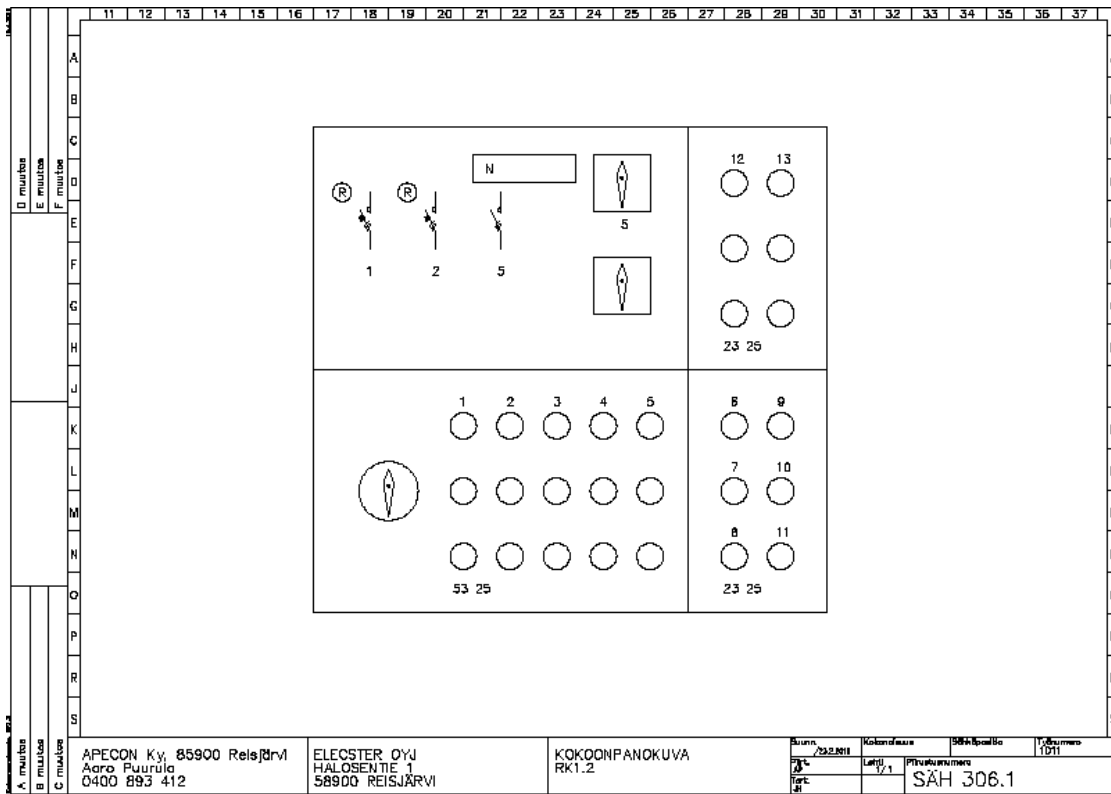
Siuna	Kokonaissivu	Sähköpaikka	Kokomäärä
23.2.2018	2/2	1011	1011
Proj.	Lehti	Piirustuksen nro	
16	2/2	SÄH 304	
Perl.			
21			

A. muutos B. muutos C. muutos	D. muutos E. muutos F. muutos	<p><b>SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :</b></p> <p>1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . . . . . 400 V 200 A 50 Hz</p> <p>2. TEKNINEN OIKOSULUKESTIVUUS . . . . . KA</p> <p>3. TARVITTU- / ASENETTU TEHO / COSFI . . . . . kW kW cosφ</p> <p>4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE ___V VIRTA ___A</p> <p>5. AO-KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input type="checkbox"/> LI,N <input type="checkbox"/> LI,LUPE <input checked="" type="checkbox"/> LI,LE,LI,N <input type="checkbox"/> LI,LE,LI,N,PE</p> <p><b>RAKENNETIEDOT :</b></p> <p>1. KESKUSLAJI . . . . . <input type="checkbox"/> KENNO <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHKKO</p> <p>2. ASENUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPO KOTEL LUOKKA P 34</p> <p>3. KIINNITYS . . . . . <input type="checkbox"/> LAITTA <input checked="" type="checkbox"/> SERIA</p> <p>4. DYLAITE . . . . . <input type="checkbox"/> LUKKO <input checked="" type="checkbox"/> SALPA</p> <p>5. LAITTEESIKESK. POHJALEVYTT . . . . . <input type="checkbox"/> AVOIN <input checked="" type="checkbox"/> PALONKESTIVÄ</p> <p>6. MAHLAUS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS</p> <p>7. MITAT . . . . . KORKEUS : 1200 LEV. : 2300 SYV. : 300</p> <p><b>KALUSTUSTIEDOT :</b></p> <p>1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KIRTEK <input type="checkbox"/> ULOSV. <input type="checkbox"/> ULOSOT.</p> <p>2. KALUSTUTAPA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSIKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY</p> <p>3. MERKKILAMPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEIKU <input checked="" type="checkbox"/> HÖHTÖ <input type="checkbox"/> LED</p> <p>4. MITTAUKSEN TOIMITAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLÄHTÖS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA</p> <p><b>KAAPELINTI :</b></p> <p>1. SYÖTÖKAAPELI . . . . . <input type="checkbox"/> YHKKÄLTÄ <input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA</p> <p>2. PÄÄKAAPELI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YHKKÄLTÄ <input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KOLJESIN <input type="checkbox"/> RML</p> <p>3. OHJAUSKAAPELI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YHKKÄLTÄ <input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KOLJESIN <input checked="" type="checkbox"/> RML</p> <p><b>TUNNUSMERKINNÄT :</b></p> <p>1. TUNNUSKIVET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VALUOKORV. <input type="checkbox"/> ERILLCHIE</p> <p>2. KOLJEMERKINNÄT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHTE. <input type="checkbox"/> ERILLCHIE</p> <p><b>MUIT TIEDOT :</b> STRÖMBERG KOTELOISTA TEHTY KESKUS</p>				
A. muutos B. muutos C. muutos	APECON Ky, 85900 Reisjärvi Aaro Puurila 0400 893 412	ELECSTER OY HALOSENTE 1 56900 REISJÄRVI	PÄÄKAAVIO RK1	Sivut: 02/039 Pääk. 1/7 Teh. 2/	Käsitelty 1/7 Pääk. 1/7 SÄH 304	Sivunro 101

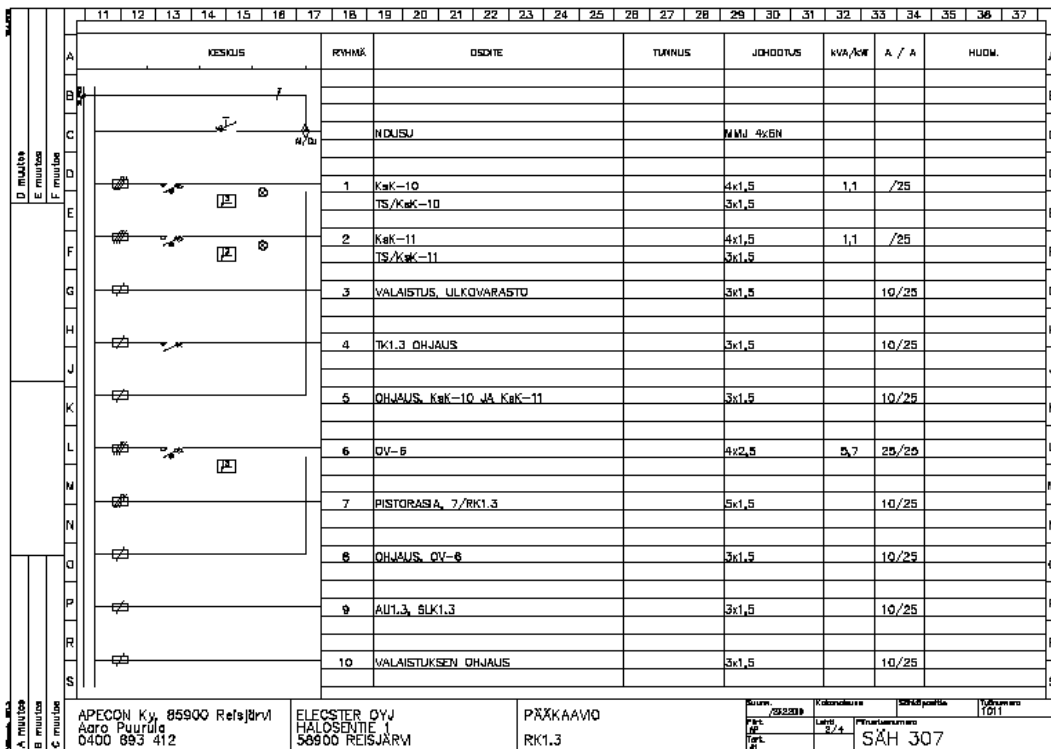
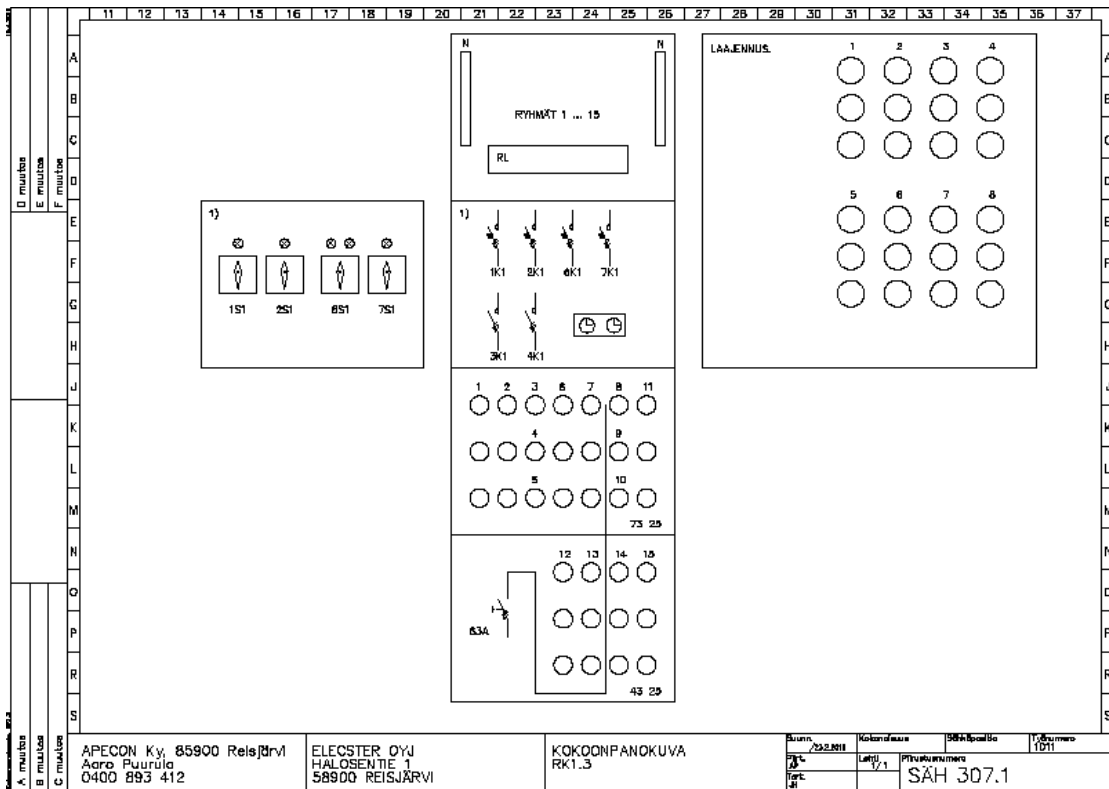




A. mallit B. mallit C. mallit	D. mallit E. mallit F. mallit		G. mallit H. mallit										
	SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :												
	1. NIMELLISJännite / -Virta / -Täajuus . . . . . 400 V 40 A 50 Hz												
	2. TERMINEN ENKESIJUKUNESTOSUUS . . . . . EA												
3. TASATTU- / ASENNETTU TEHO / COSFI . . . . . kW kW cosFI													
4. OHJALUSJÄNNITEKISKOT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE ___V VRTA ___A													
5. AD-KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE													
RAKENNETIEDOT :													
1. KESKUSLAJI . . . . . <input type="checkbox"/> KENNÖ <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO <input type="checkbox"/> KEHKO													
2. ASENNUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> URPPO KOTEL. LUOKKA IP 3F													
3. KIINNITYS . . . . . <input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ													
4. OVLITE . . . . . <input type="checkbox"/> LUOKO <input checked="" type="checkbox"/> SÄLPA													
5. LATTISEKESK. POHJALEVYT . . . . . <input type="checkbox"/> AVON <input checked="" type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ													
6. MAALOUS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS													
7. MITAT . . . . . KORKEUS : 400 LEV. : 500 SYV. : 150													
KALUSTUSTIEDOT :													
1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KINTEX <input type="checkbox"/> ULOSK. <input type="checkbox"/> ULOSOT.													
2. KALUSTUSTA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSIKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY													
3. MERKILAMPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEIKU <input checked="" type="checkbox"/> HDHD <input type="checkbox"/> LEDI													
4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLÄITÖS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA													
KAAPELOINTI :													
1. SYÖTTÖKAPELI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA													
2. PÄÄKAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KOJESIN <input type="checkbox"/> RIVIL													
3. OHJUSKAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KOJESIN <input type="checkbox"/> RIVIL													
TURVUSMERKINNÄT :													
1. TURVUSKIVET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VALKONEN <input type="checkbox"/> ERILLI-LE													
2. KOJEMERKINNÄT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> LUKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILLI-LE													
MUUT TIEDOT : _____													
APECON Ky, 85900 Refsjarvi Aaro Puurila 0400 893 412		ELECSSTER OYJ HALOSENTE 1 58900 REISJÄRVI		PÄÄKAAMO RK1.1		Suunn. / 22.1.2018 PPL / 22.1.2018 TPK / 22.1.2018		Kokonaisuus LADU / 22.1.2018		Sähkösuunn. / 22.1.2018 Puhelinnumero 305		Ohjeet / 2011	



A. malli B. malli C. malli D. malli E. malli F. malli	SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :		1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . . . . . <u>400</u> V <u>40</u> A <u>50</u> Hz
	2. TERMINEN DIKOSUUKESTOISUUS . . . . . <u>KA</u>		
	3. TASATU- / ASENNETTU TEHO / OMSPI . . . . . kW kW edsm		
	4. OHJAUSKÄYNNITKISKÖT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> DN JÄNNITE <u>U</u> VIRTA <u>A</u>		
5. AD-KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE			
RAKENNETIEDOT :		1. KESKUSLAJI . . . . . <input type="checkbox"/> KENN <input checked="" type="checkbox"/> KOTELD <input type="checkbox"/> KEHOKO	
2. ASENNUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> URPO KOTEL LUOKKA IP <u>3+</u>			
3. KIINNITYS . . . . . <input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ			
4. OVLÄITE . . . . . <input type="checkbox"/> LUOKO <input checked="" type="checkbox"/> SÄLPA			
5. LÄTTISEIS.KESK. PÖHJÄLEVYT . . . . . <input type="checkbox"/> AVON <input checked="" type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ			
6. MAALOUS . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERKOIS			
7. MITAT . . . . . KORKEUS : <u>400</u> LEV. : <u>600</u> SYV. : <u>150</u>			
KALUSTUSTIEDOT :		1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> KIINTEÄ <input type="checkbox"/> ULOSK. <input type="checkbox"/> ULOSOT.	
2. KALUSTUSTAPA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSKÖ <input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY			
3. MERKKILANPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEKKU <input checked="" type="checkbox"/> HDHD <input type="checkbox"/> LEDI			
4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA			
KAAPELOINTI :		1. SYÖTÖKAAPELI . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA	
2. PÄÄKAAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KÖEISIN <input type="checkbox"/> RIVIL			
3. OHJAUSKAAPELIT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input checked="" type="checkbox"/> KÖEISIN <input type="checkbox"/> RIVIL			
TUNNUSMERKINNÄT :		1. TUNNUSKIVET . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> VALMISTAJA <input type="checkbox"/> ERILLISET	
2. KÖEISININÄT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> JOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKKHT. <input type="checkbox"/> ERILLISET			
MUUT TIEDOT : _____			
APECON Ky 85900 Reisjärvi Aaro Puurolo 0400 893 412		ELEOSTER OYJ HÄLÖSENTIE 1 58900 REISJÄRVI	
PÄÄKAAVO RK1.2		Skuuri / 2022-2023 Pöytäkirja / 17.3 Puheenjohtaja / SÄH 306	





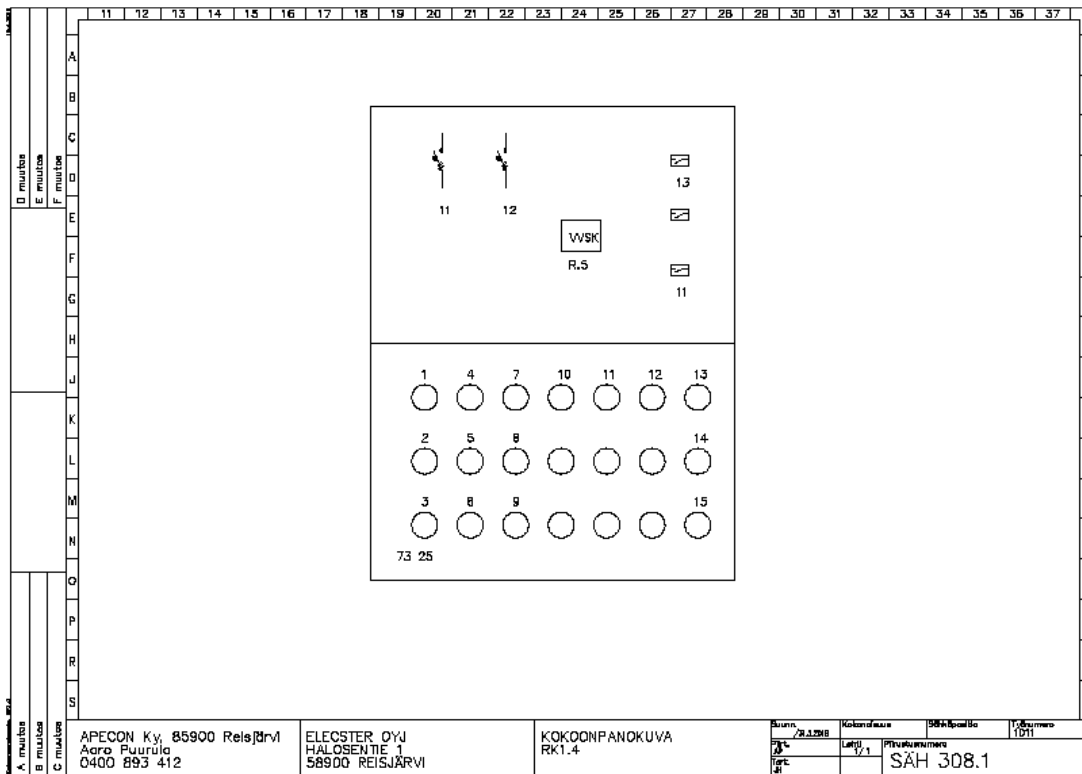
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
	A																											A		
	B																											B		
	C																											C		
	D																											D		
	E																											E		
	F																											F		
	G																											G		
	H																											H		
	J																											J		
	K																											K		
	L																											L		
	M																											M		
	N																											N		
	O																											O		
	P																											P		
	R																											R		
	S																											S		
	Jukka Hautala										ELECSTER OYJ HALOSENTIE 1 58900 REISJÄRVI										KOKKONPANO KUVA RK1.3.1						Suunn. / 21.12.2018 Kokoontalon / SSKA:n osasto / Tilausnumero / 1011 Lehti / V.1 Piirustusnumero / SÄH 328.1			

Ensto EHSV245.15

A. tilaaja B. suunnittelija C. myyjä	D. suunnittelija E. suunnittelija F. suunnittelija	<p><b>BRÄNNOTERIEBER TIEDOT I</b></p> <p>1. HUONEIDEN LAMINAT / -LATTIAT / -LATTIAT . . . . . 400 U 25 A 20 Hc</p> <p>2. TERÄSKEHÄN OIKEALIN KESTÄVÄ . . . . . BA</p> <p>3. TASATTA- / KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>4. OHUTLATTI / KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>5. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>6. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>7. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>8. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>9. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>10. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>11. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>12. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>13. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>14. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>15. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>16. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>17. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>18. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>19. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>20. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>21. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>22. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>23. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>24. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>25. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>26. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>27. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>28. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>29. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>30. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>31. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>32. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>33. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>34. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>35. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>36. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p> <p>37. KESTÄVÄ TIEDE / OESTI . . . . . BA</p>
--	--	---





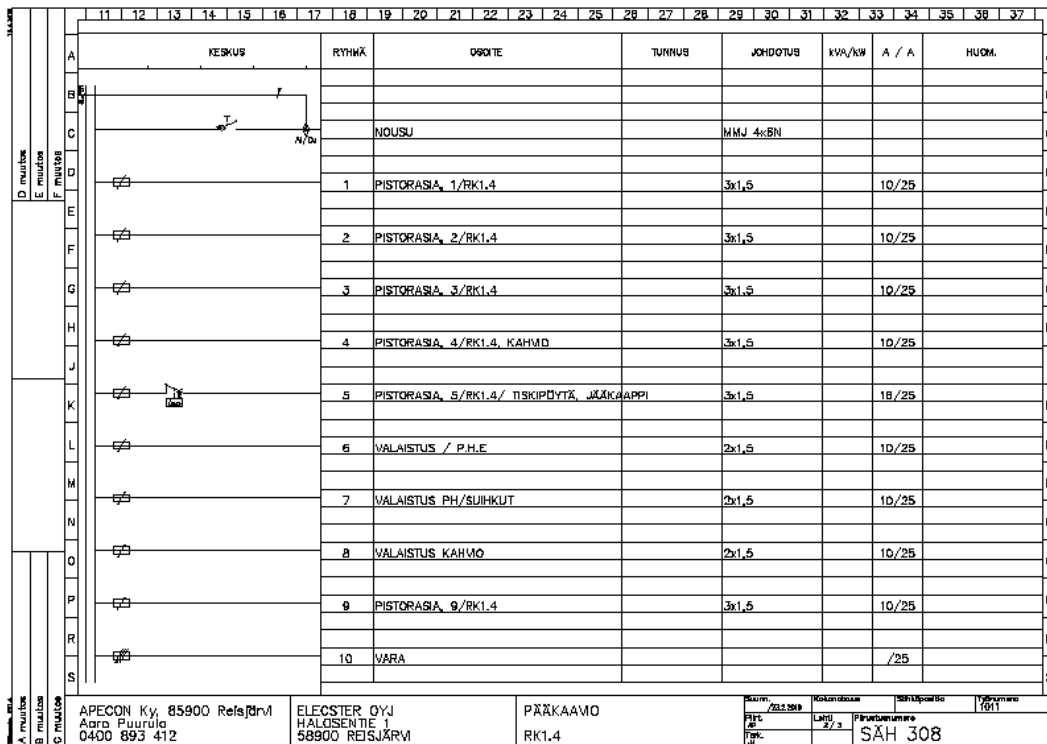


APECON Ky, 85900 Reisjärvi  
Aaro Puurula  
0400 893 412

ELECSTER OYJ  
HALOSENTE 1  
58900 REISJÄRVI

KOKKONPANO KUVA  
RK1.4

Maan:	21.12.2018	Kokonaismäärä:	1	SBH:n osasto:	1011
Proj. nro:	21	Laatu:	1	Piirustuksen numero:	SÄH 308.1
Proj. alk.					



APECON Ky, 85900 Reisjärvi  
Aaro Puurula  
0400 893 412

ELECSTER OYJ  
HALOSENTE 1  
58900 REISJÄRVI

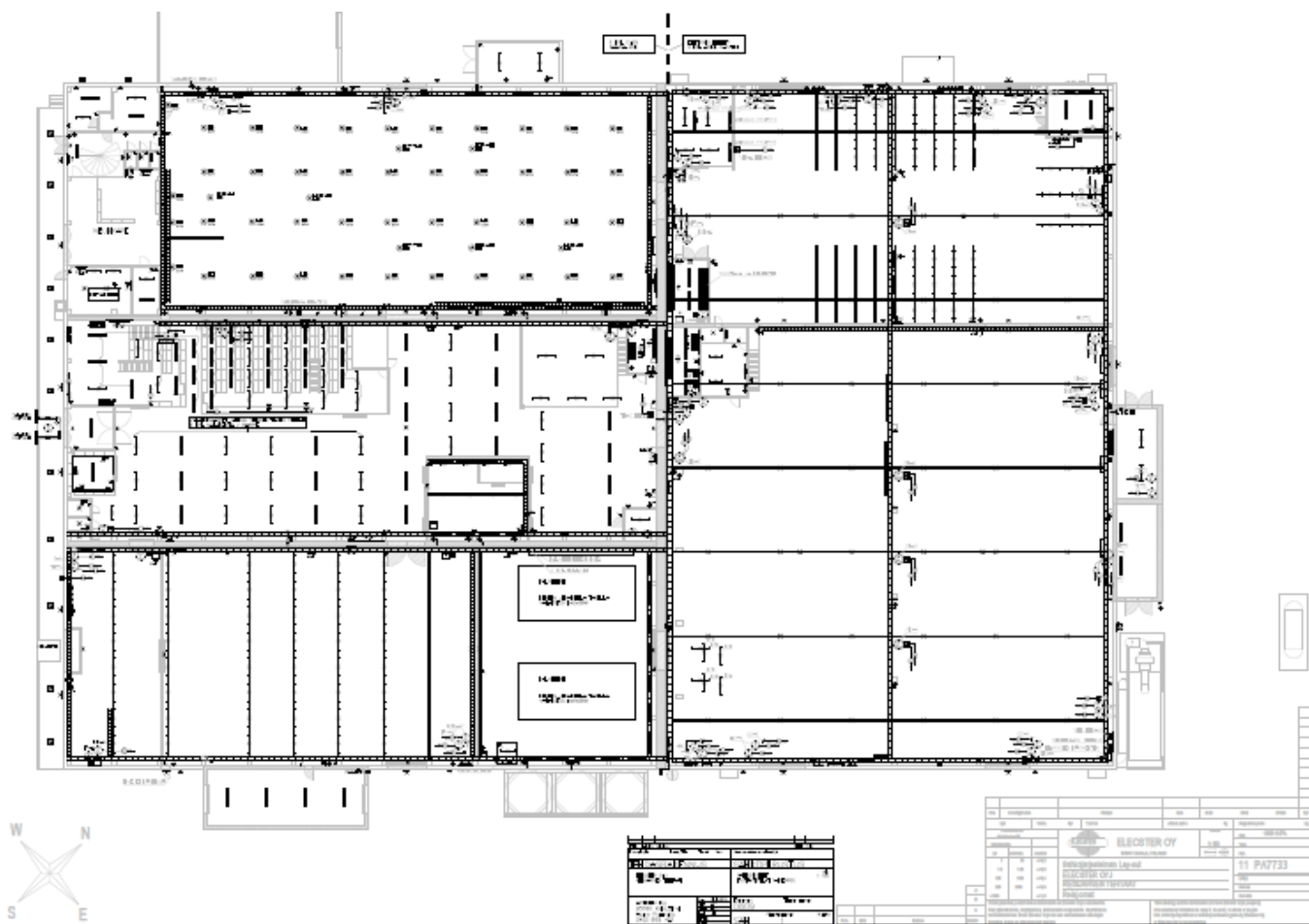
PÄÄKAAMO  
RK1.4

Maan:	21.12.2018	Kokonaismäärä:	1	SBH:n osasto:	1011
Proj. nro:	21	Laatu:	1	Piirustuksen numero:	SÄH 308
Proj. alk.					

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
A	KESKUS										RYHKÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	KVA/KW	A / A	HUOM.	A									
B											11	HUIPPUMURI	4x1,5		8/25			B									
C												OHJAUSPAINIKE	3x1,5						C								
D											12	VARA			/25			D									
E												OHJAUSPAINIKE	3x1,5						E								
F											13	VALAISTUS YLÄETE. / TOIMISTOT	2x1,5		10/25			F									
G												OHJAUSPAINIKE	3x1,5					G									
H											14	OHJAUS, VALAISTUS			6/25			H									
J																		J									
K																		K									
L																		L									
M																		M									
N																		N									
O																		O									
P																		P									
R																		R									
S											15	OHJAUS, IMURIT			6/25			S									
APECON Ky, 85900 Refsärvi Aaro Puurula 0400 893 412										ELEOSTER OYJ HALOSENTE 1 58900 REISJÄRVI					PÄÄKAAVO RK1.4		Maan: 25.2.2009 Piir: 37.3 Ver: 31	Kokonaisuus: 1 Laji: 37.3 Puhelinnumero: SÄH 308	Ohjeisto: 1011 Työnumero: 1011								

SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :		1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS . . . . .	400 V	40 A	50 Hz														
		2. TERMINEN OIKOSULUKESTIVUUS . . . . .	KA																
		3. TASATTU- / ASENNETTU TEHO / COSFI . . . . .	kW / kW / cosFI																
		4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> DN	JÄNNITE V VIRTA A														
		5. AC-KESKOT TAI JOHTIMET . . . . .	<input type="checkbox"/> L1,N	<input type="checkbox"/> L1,N,PE	<input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N														
					<input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE														
RAKENNETIEDOT :		1. KESKUSLAJI . . . . .	<input type="checkbox"/> KENNÖ	<input checked="" type="checkbox"/> KOTELD	<input type="checkbox"/> KEHKKO														
		2. ASENNUSTAPA . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> PINTA	<input type="checkbox"/> UPPO	KOTEL LUOKKA IP 34														
		3. KIINNITYS . . . . .	<input type="checkbox"/> LATTIA	<input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ															
		4. OVLATE . . . . .	<input type="checkbox"/> LUOKKO	<input checked="" type="checkbox"/> SALPA															
		5. LÄTLISIS.KESK. POHJALEVYT . . . . .	<input type="checkbox"/> AVOIN	<input checked="" type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ															
		6. MAALAUUS . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> WAKIO	<input type="checkbox"/> ERKOIS															
		7. MITAT . . . . .	KORKEUS : 400 LEV. : 600 SYV. : 150																
KALUSTUSTIEDOT :		1. KALUSTUSTYYPPI . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> KINTEÄ	<input type="checkbox"/> ULOSK.	<input type="checkbox"/> ULOSOT.														
		2. KALUSTUSTAPA . . . . .	<input type="checkbox"/> YKSIKÖ	<input checked="" type="checkbox"/> KESKITETTY															
		3. MERKKILANPUT . . . . .	<input type="checkbox"/> HEIKU	<input checked="" type="checkbox"/> HOHTO	<input type="checkbox"/> LEDI														
		4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . .	<input type="checkbox"/> SÄHKÖLÄITIS	<input type="checkbox"/> VALMISTAJA															
KAAPELOINTI :		1. SYÖTTÖKAAPELI . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLLÄ	<input type="checkbox"/> ALHAALTA															
		2. PÄÄKAAPELIT . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLLÄ	<input type="checkbox"/> ALHAALTA	<input checked="" type="checkbox"/> KOJESIN														
		3. OHJAUSKAAPELIT . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> YLHÄLLÄ	<input type="checkbox"/> ALHAALTA	<input checked="" type="checkbox"/> KOJESIN														
					<input type="checkbox"/> RIVIL														
TUNNUSMERKINNÄT :		1. TUNNUSKIVET . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM.	<input type="checkbox"/> ERILL.OHJE															
		2. KOJESIMERKINNÄT . . . . .	<input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA	<input type="checkbox"/> KENNÖKOHTE.	<input type="checkbox"/> ERILL.OHJE														
MUUT TIEDOT :																			
APECON Ky, 85900 Refsärvi Aaro Puurula 0400 893 412										ELEOSTER OYJ HALOSENTE 1 58900 REISJÄRVI					PÄÄKAAVO RK1.4		Maan: 25.2.2009 Piir: 37.3 Ver: 31	Kokonaisuus: 1 Laji: 37.3 Puhelinnumero: SÄH 308	Ohjeisto: 1011 Työnumero: 1011









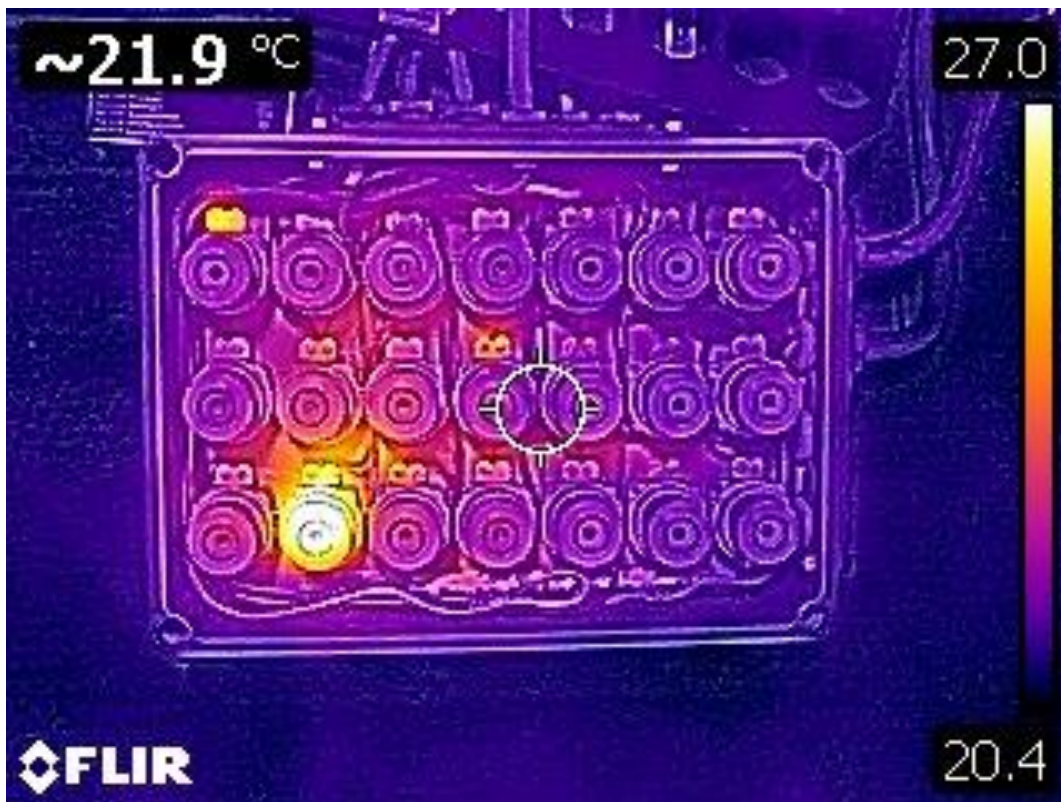


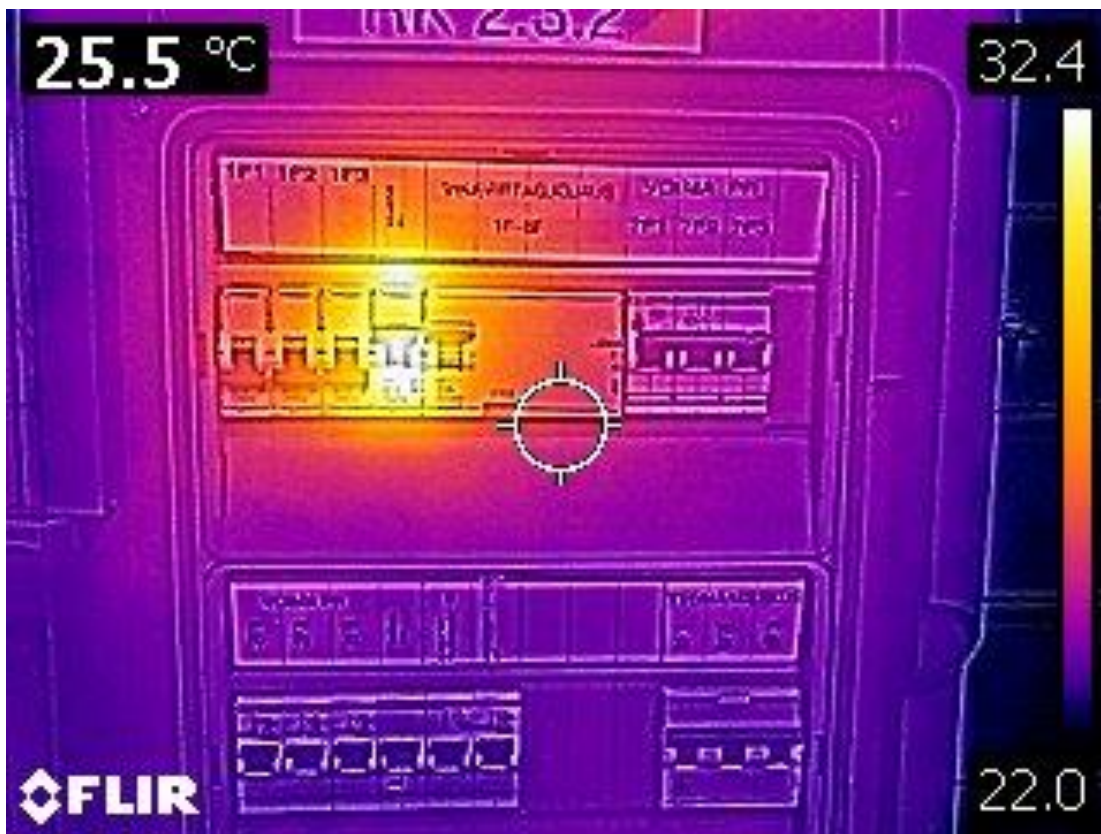
PIIRRUSTUSLUETTELO PÄÄKAAVIOT UUDET		
PIIR.NRO		
SÄH 328	RK1.3.1	NEUKKARI RK1.3 ALAKESKUS
SÄH 329	RK2.3.2	RK 2.3 ALAKESKUS
SÄH 330	RK2.3.4	RK 2.3 ALAKESKUS
SÄH 331	TPK 5	TYÖPAIKKAKESKUS 1.HALLI
SÄH 332	RK1.5.1	PORTAIDEN SULANAPITOKESKUS
SÄH 333	TPK1.1	SÄILIÖASEMAN KOJEKAAPPI
SÄH 334	TPK3.1	BODOR LASERIN KOJEKAAPPI

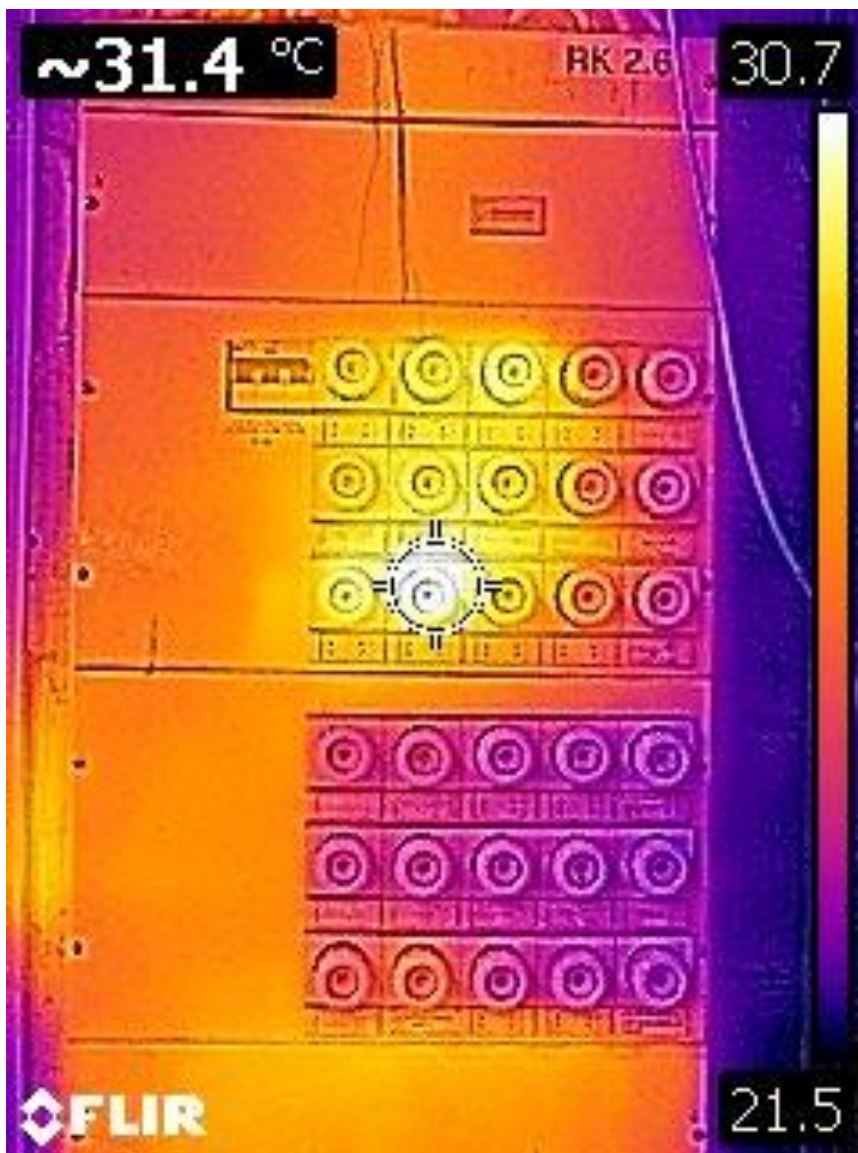
TASOKUVAT UUDET	
PIIR.NRO	
SÄH 500	NEUKKARI
SÄH 501	VERSTAS
SÄH 502	ULKOVARASTO

KOKOONPANOKAAVIOT UUDET		
PIIR.NRO		
SÄH 328.1	RK1.3.1	NEUKKARI RK1.3 ALAKESKUS
SÄH 329.1	RK2.3.2	RK 2.3 ALAKESKUS
SÄH 330.1	RK2.3.4	RK 2.3 ALAKESKUS
SÄH 331.1	TPK 5	TYÖPAIKKAKESKUS 1.HALLI
SÄH 332.1	RK1.5.1	PORTAIDEN SULANAPITOKESKUS
SÄH 333.1	TPK1.1	SÄILIÖASEMAN KOJEKAAPPI
SÄH 334.1	TPK3.1	BODOR LASERIN KOJEKAAPPI









## Havaitut viat ja puutteet tehtaan sahkonjakelussa

### 2. Halli



Kuva 1. NK1 kopin paellae hyllyssae pahasti rikkoutunut jakorasia



Kuva 2. Valaisinkeskuksen vieressä turha hitsauspistorasia, joka poistettava



Kuva 3. Verstaan ulkoseinässä turha pistorasiaryhmä, jota ei voi käyttää hyllyjen takia.  
**KORJATTU 5.10.2018**

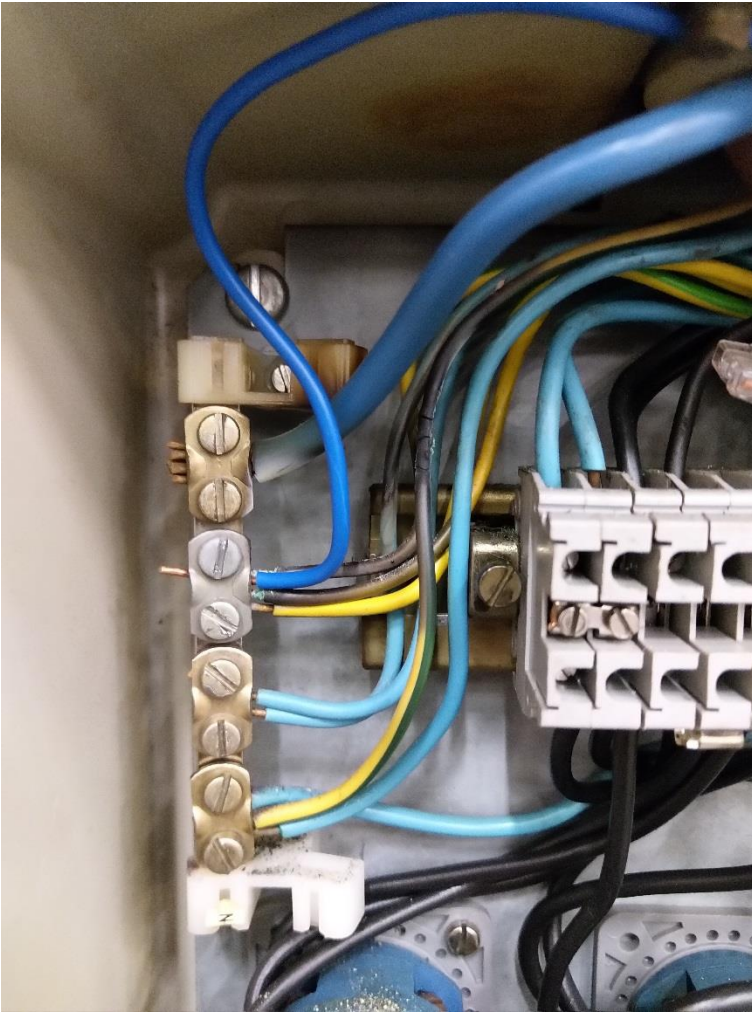


Kuva 4. Korkeassa osassa rikkoutunut pistorasia. **KORJATTU 4.10.2018**



Kuva 5. NK1 vieressä turha hitsauspistorasia



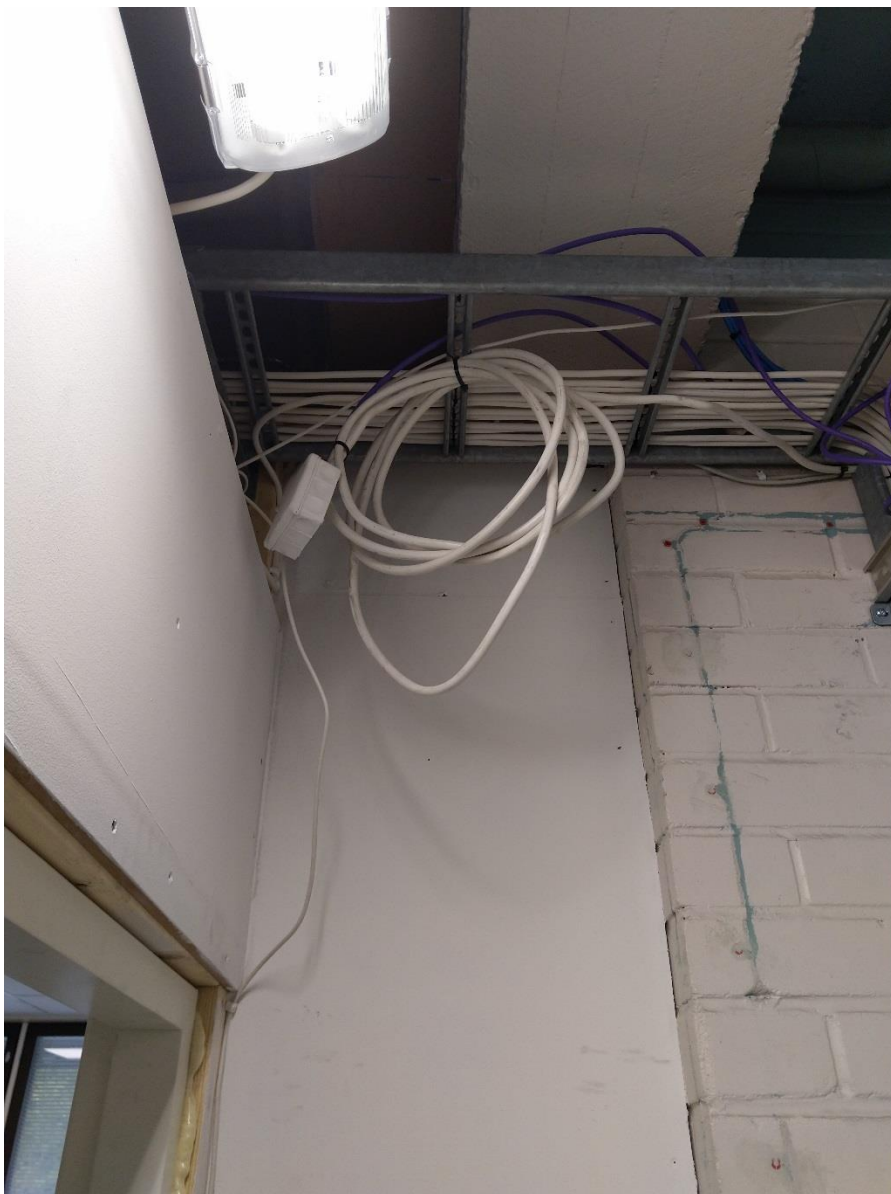


Kuva 6. 2. Hallin valaisinkeskuksessa kuumentuneita maadoitus ja nollajohtoja.

1. Halli



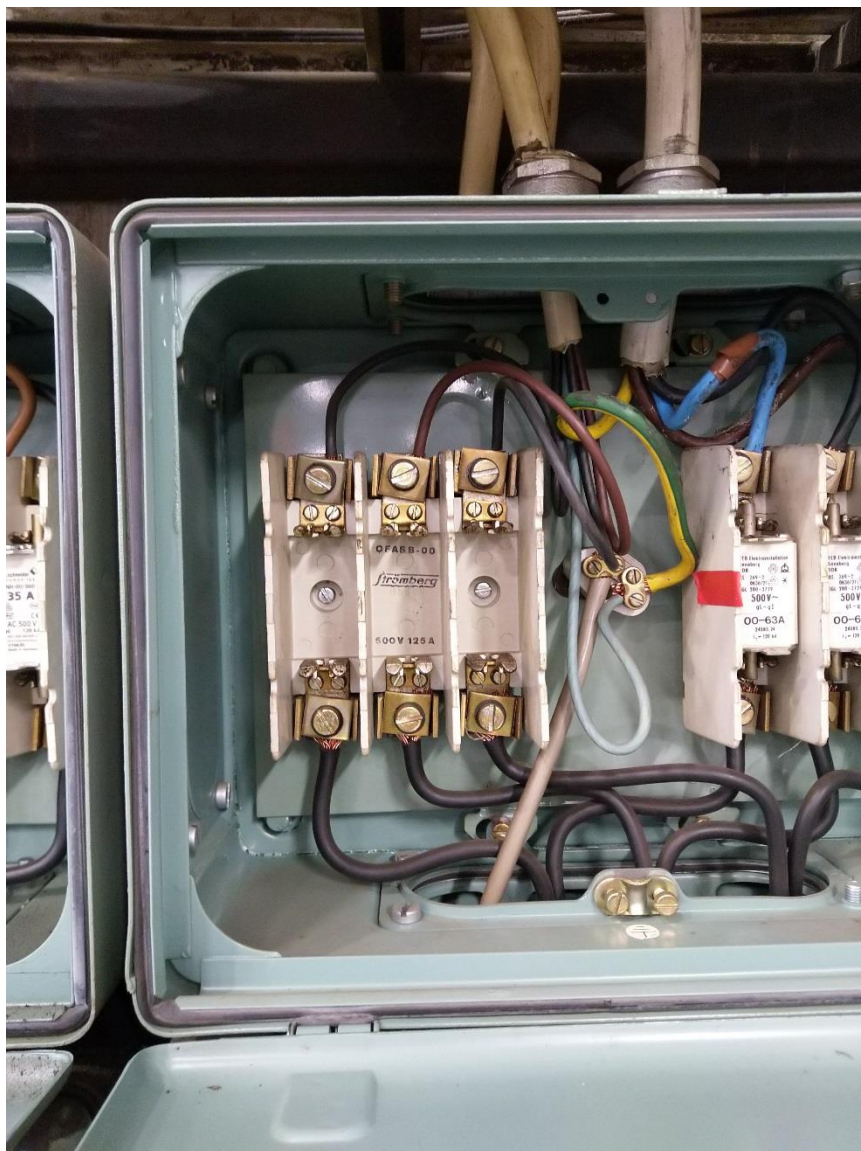
Kuva 7. Pääoven portaikon alla turha pistorasia



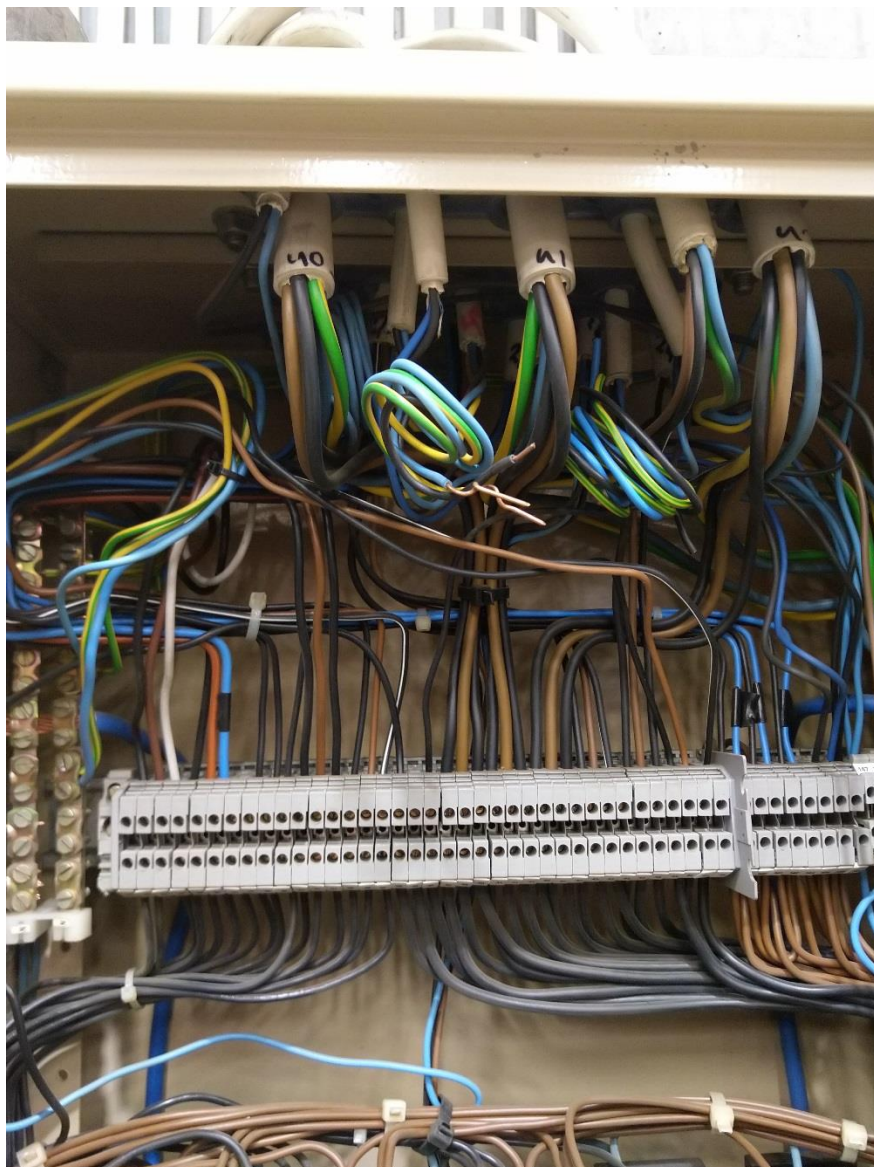
Kuva 8. Neuvotteluhuoneen teknisessä tilassa poistettava kaapeli



Kuva 9. RK 1.1: ssä ruskeaa johdinta käytetty suojamaadoituksena.



Kuva 10. NK3 nousukeskuksessa paljon käytöstä poistettuja ryhmiä, missä kaapelit yhä kiinnitettynä sulakekojeisiin.



Kuva 11. 4 hallin keskuksissa RK 4.1 ja TPK1 paljaita irrotettuja johtimia.



Kuva 12. 4 hallissa seinästä irronneita pistorasioita. **KORJATTU 11.10.2018**



Kuva 13. NK2:ssa poistettu toinen loisivirran kompensointi laitteisto, kaapelit yhä asennettuna laitteistoon, mutta irti kytketty kojeistosta.

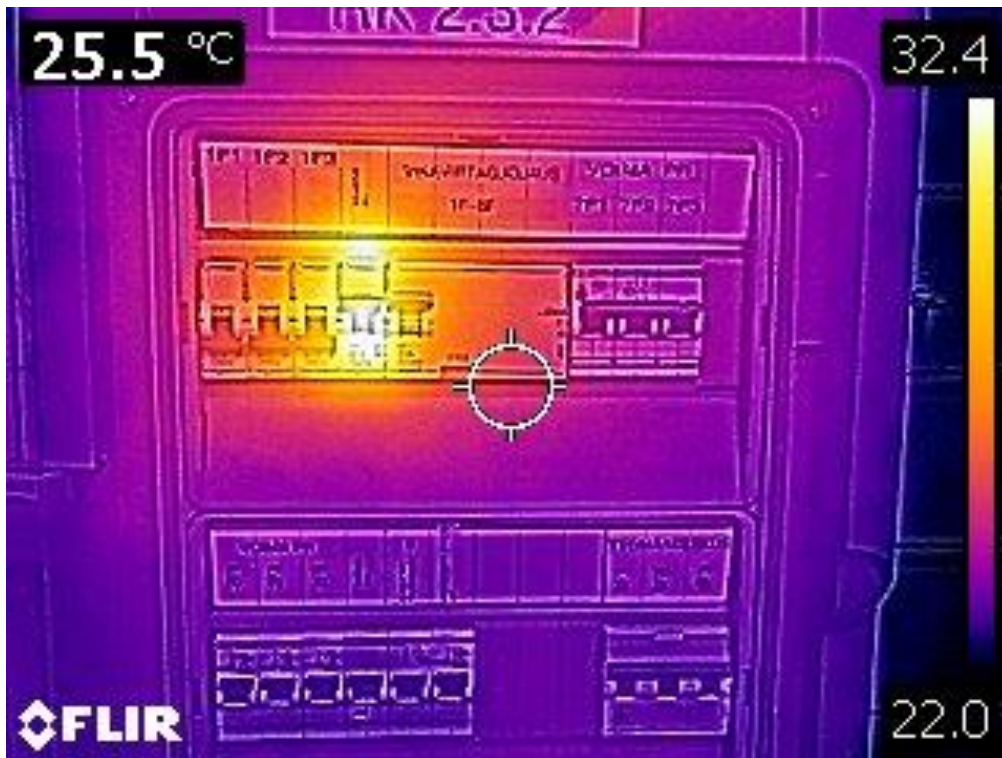




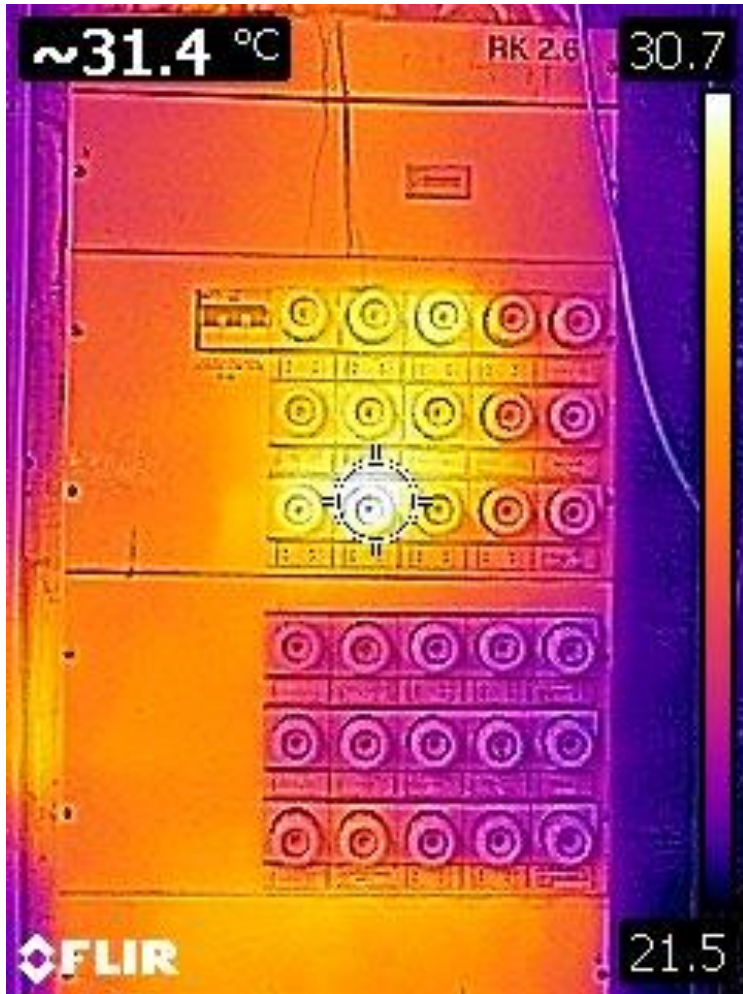
Kuva 14. Syöttäkaapeleiden päät käytöstä poistetussa kompensointilaitteistossa. Kutistesukat täytyy kutistaa kaapelikenkien päälle.



Kuva 15. NK2:sen päältä löytyi jännitteinen kaapeli. Ryhmiä kartoittaessa löysin kaapin päältä irti kytketyn ryhmän, jossa oli 230 V jännite. Onneksi huomasin mitata. **KORJATTU 16.10.2018**



Kuva 16. Verstaan ryhmäkeskuksessa valaisturyhmän sulake ja kaapeli hieman yllälämменneitä. Valaistus ottaa virtaa n. 9.8 A, jolloin 10 A sulake joutuu aika koville. Loisteputkivalaisimien putket vaihdetaan LED putkiin ja kondensaattorit poistetaan.



Kuva 17. Sähköverstaan ryhmäkeskuksessa tulppasulake lämmennyt. Sulakepohja oli löysällä, jolloin aiheutui lämpenemistä. **KORJATTU**