



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KULJETINLINJAN SÄHKÖISTYKSEN UUSINTA

TEKIJÄ: Harri Kettunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Harri Kettunen			
Työn nimi Kuljetinlinjan sähköistyksen uusinta			
Päiväys	6.5.2015	Sivumäärä/Liitteet	34/3
Ohjaaja(t) lehtori Jari Ijäs ja kunnossapitopäällikkö Jukka Kauppinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Voima Oyj			
Tiivistelmä			
<p>Työn tarkoituksena oli uusida Savon Voiman Iisalmen voimalaitoksen vuonna 1983 rakennetun kiinteän polttoaineen kuljetinjärjestelmän sähkö- ja automaatiolaitteet siltä osin kuin katsotaan tarpeelliseksi. Tärkeä osa oli kuljetinlaitteiden sähköisten turvalaitteiden määrittäminen vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Lisäksi kuljetinjärjestelmän automaatiotoimintoja oli lisättävä ja liitettävä voimalaitoksen automaatiojärjestelmään. Kuljetinlinjan sähköistyksen uusintaa varten rakennetaan uudelle sähkökeskukselle sähkötila, johon tulee myös varastotilaa.</p> <p>Työ alkoi esisuunnittelulla ja nykytilan kartoittamisella, johon sisältyi tarvittavan dokumentoinnin kartoitus ja nykyisen dokumentaation tason selvittäminen. Työhön kuului uuden sähkötilan rakennussähköistyksen ja maadoituksen suunnittelu, polttoaineen vastaanottojärjestelmän turvallisuuden tarkastelu ja polttoaineen vastaanottojärjestelmän toimintakuvaksen teko. Rakennussähköistys toteutettiin sähkötilan pohjakuvan mukaisesti ja työn tilaajan esitysten pohjalta. Polttoaineen vastaanottojärjestelmän toiminnankuvaus tehtiin tutustumalla koneiden toimintaan itse paikalla ja tutkimalla piirikaavioita.</p> <p>Työn tuloksena saatiin uuden sähkötilan rakennussähköistys- ja maadoitussuunnitelma sekä taajuusmuuttajien sijoittelukuva. Polttoaineen vastaanottojärjestelmästä saatiin toiminnankuvaus, jota ei ole aikaisemmin ollut. Tuloksena saatiin myös tietoa sähkötilan suunnitteluun liittyvistä ohjeista ja kuljetinjärjestelmän turvallisuudesta.</p>			
Avainsanat turvallisuus, toiminnankuvaus, automaatio			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Harri Kettunen			
Title of Thesis Renewal of Conveyor Line Electrification			
Date	6 May 2015	Pages/Appendices	34/3
Supervisor(s) Mr. Jari Ijäs, Lecturer and Mr. Jukka Kauppinen, Maintenance Manager			
Client Organisation /Partners Savon Voima Oyj			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to renew the electrical and automation devices of the solid fuel conveyor system to the extent that it is considered necessary in the Savon Voima Iisalmi power plant built in 1983. An important part of this thesis was to determine that the electronic security equipment of the conveyor devices meets the current requirements. In addition, the conveyor system automation functions were added and attached to the power plant automation system. For the renewal of the conveyor line electrification the electrical room for the switchboard will be built. The electrical room will have a storage space.</p> <p>The work began by the pre-planning and mapping of the current state including mapping of the needed documentation and clarifying the current level of documentation. The work included the designing of the electrical and grounding plan of the new electrical room, the analysis of the safety of the fuel receiving system and the making of the functional description of the fuel receiving system. The electrification of the electrical room was carried out based on the electrical room ground plan and the suggestions by the commissioner of the work. A functional description of the fuel receiving system was carried out by looking at the operation of the machinery on site and re-searching circuit diagrams.</p> <p>The result of the thesis was an electrical and grounding design to the electrical room together with a layout picture of the frequency converter. A functional description was obtained for the fuel receiving system that had not existed before. As a result, information about how to plan electrical rooms and some instructions about the safety of the conveyor system were also obtained.</p>			
Keywords safety, functional description, automation			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	SAVON VOIMA OYJ.....	7
3	POLTTOAINEEN VASTAANOTTO JA SIIRTÄMINEN.....	8
3.1	Polttoaineen vastaanotto.....	8
3.2	Polttoainejärjestelmän automaatio .....	9
3.3	MetsoDNA .....	10
4	NYKYTILANTEEN KARTOITUS.....	11
5	UUSI SÄHKÖTILA .....	15
5.1	Yleisesti sähkötiloista .....	15
5.2	Kaapelitilat .....	15
5.3	Paloturvallisuus.....	16
5.4	Ilmanvaihto .....	17
6	SÄHKÖTILAN SÄHKÖISTYS.....	18
6.1	Rakennussähköistys.....	18
6.2	Rakennuksen maadoitus .....	19
7	KULJETINLINJAN SÄHKÖISTYKSEN MUUTOKSET .....	21
7.1	Uudet sähkötilat .....	21
7.2	Taajuusmuuttajien lisäykset .....	21
7.3	Uudet hätä-seispiirit .....	21
7.4	Automaation lisäykset.....	23
8	POLTTOAINEEN VASTAANOTTOJÄRJESTELMÄN TOIMINNANKUVAUS .....	24
8.1	Lähtötietojen kartoitus.....	24
8.2	Toiminnankuvauksen rakenne.....	24
9	KULJETINJÄRJESTELMÄN TURVALLISUUS.....	26
9.1	Purkukopin turvallisuus ja laitteiden ohjaaminen .....	26
9.2	Koneiden erottaminen energialähteistä .....	27
9.3	Koneen pysäyttäminen.....	27
9.3.1	Normaali pysäytys.....	27
9.3.2	Hätäpysäytys.....	28
10	YHTEENVETO.....	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	30

LIITE 1. TASOPIIRUSTUS.....	32
LIITE 2. MAADOITUSSUUNNITELMA .....	33
LIITE 3. LAYOUT .....	34

## 1 JOHDANTO

Tämän Savon Voima Oyj:n Iisalmen voimalaitokselle tehdyn opinnäytetyön tarkoituksena on uusien Iisalmen voimalaitoksen vuonna 1983 rakennetun kiinteän polttoaineen kuljetinjärjestelmän sähkö- ja automaatiolaitteet siltä osin kuin katsotaan tarpeelliseksi. Tähän järjestelmään kuuluvat laitteet polttoaineen vastaanottoasemalta lämpökeskuksen annostelusiiloille asti.

Tärkeä osa työtä on kuljetinlaitteiden sähköisten turvalaitteiden saaminen vastaamaan nykyisiä vaatimuksia. Lisäksi kuljetinjärjestelmän automaatiotoimintoja on lisättävä ja liitettävä voimalaitoksen automaatiojärjestelmään. Työhön kuuluu uuden sähkötilan rakennussähköistyksen ja maadoituksen suunnittelu, nykyisen tilanteen kartoittaminen ja polttoaineen vastaanottojärjestelmän toiminnankuvauksen tekeminen. Rakennussähköistykseen kuuluu valaistuksen ja lämmityksen suunnittelu sekä kaapelihyllyjen ja taajuusmuuttajien sijoittaminen tilaan.

Työn tilaaja oli Savon Voima Oyj. Työssä on aluksi kerrottu tilaajayrityksestä ja Iisalmen voimalaitoksesta ja sen polttoaineen vastaanottojärjestelmästä. Tämän jälkeen esitetään kuljetinlinjan sähköistyksen nykyinen tila ja perusteet sen uusimiselle. Seuraavaksi on kerrottu uuteen sähkötilaan liitetyistä ohjeista ja sen rakennussähköistyksestä. Lopuksi esitellään kuljetinlinjan sähköistykseen tehtyjä muutoksia ja toiminnankuvauksen rakennetta sekä kerrotaan kuljetinjärjestelmän turvallisuudesta.

## 2 SAVON VOIMA OYJ

Savon Voima Oyj on vuonna 1947 perustettu energiayhtiö, joka tuottaa sähkö- ja lämpöpalveluja. Tuolloin yhtiön nimi oli Pohjois-Savon Voima Oy. Savon Voima Oyj:n omistaa Savon Energiaholding Oy, jonka puolestaan omistaa 21 kuntaa. Yrityksessä työskentelee tällä hetkellä noin 175 työntekijää. Yhtiö tuottaa sähköä ja kaukolämpöä sekä tarjoaa salkunhallintapalveluja. Savon Voima Oyj:lla on tuotanto-osuuksia useista voimalaitoksista ympäri Suomea. Yritys lukeutuu Suomen suurimpiin energiapalvelujen myyjiin noin 188 miljoonan euron liikevaihdolla (2014). (Savon Voima Oyj.)

Savon Voimalla on Pohjois-Savossa yhdeksän vesivoimalaitosta sekä Iisalmissa ja Pieksämäellä sijaitsevat vastapainevoimalaitokset, joissa tuotetaan sekä sähköä että kaukolämpöä. Paikallisesti tuotetun sähkön määrä oli vuonna 2014 noin 150 GWh vuodessa. Sähkö tuotetaan vesivoimalaitoksilla sekä lämmön- ja sähkön yhteistuotantolaitoksilla. Tuotanto-osuuksilla tuotetun sähkön määrä vuosittain on noin 350 GWh. Sähköverkkoon liitettyjen käyttöpaikkojen määrä on noin 130 000. Kaukolämmön tuotannossa Savon Voima on toteuttanut vuodesta 2001 lähtien bioenergiaohjelmaa, jonka tavoitteena on nostaa kaukolämmöntuotannossa ja siihen liittyvässä sähköntuotannossa käytettyjen kotimaisten polttoaineiden osuus 90 %:iin. Vuonna 2014 kotimaisten polttoaineiden käyttöaste oli 93 % ja jokaiselle kaukolämmitettävälle paikkakunnalle oli rakennettu biolämpökeskus. Kaukolämpöasiakkaita Savon Voimalla on 2 880 ja tuotetun lämmön määrä vuosittain on noin 950 GWh. (Savon Voima Oyj.)

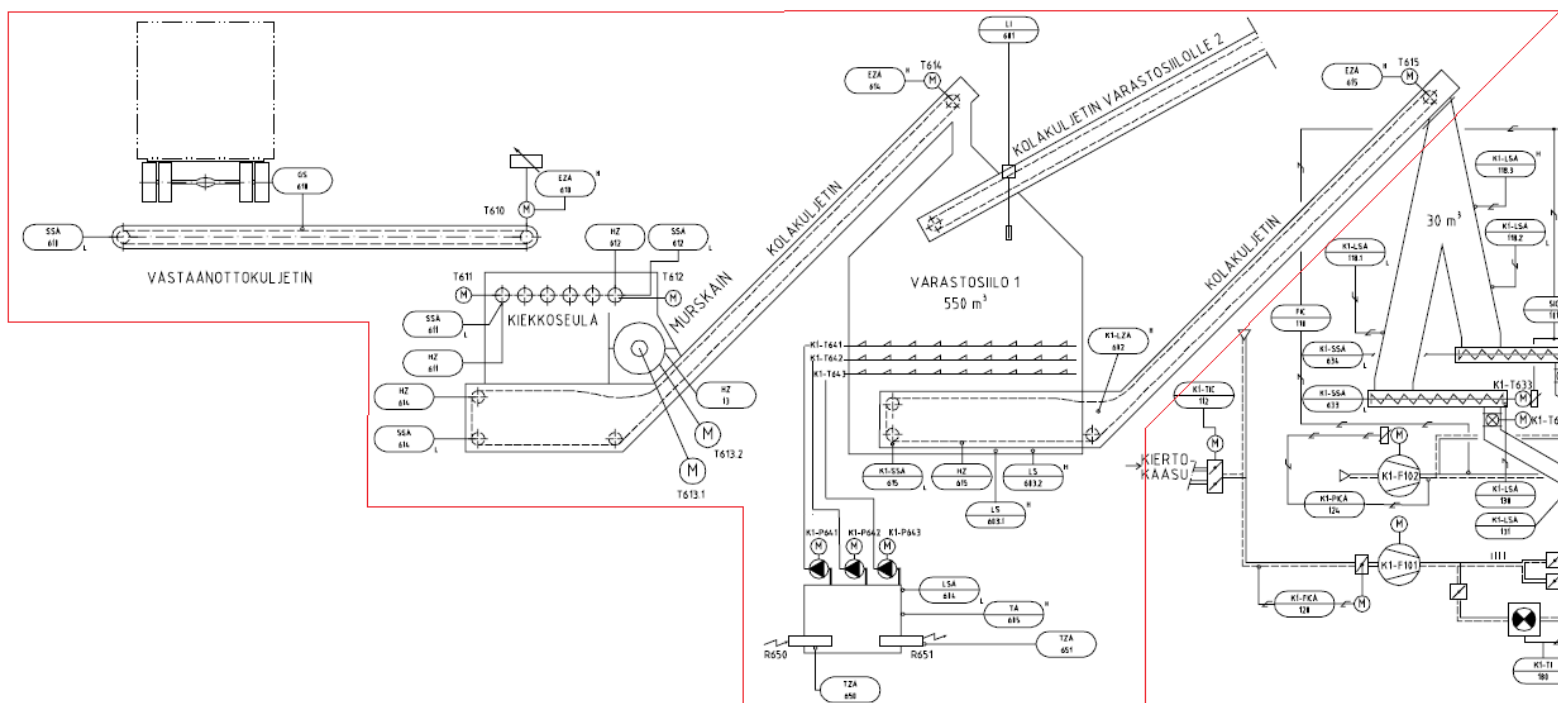
Iisalmen voimalaitos on kiinteää polttoainetta käyttävä CHP-laitos, jossa on yhdistetty sähkön- ja lämmöntuotanto. Yhdistetyllä tuotannolla saadaan voimalaitoksen hyötysuhde nostettua lähelle 90 %:a. Voimalaitos on vastapainevoimalaitos, eli turbiinin jälkeisen höyryn lämpöenergia käytetään hyödyksi kaukolämpöveden lämmittämiseksi. Voimalaitoksen kattilateho on 45 MW, josta 15 MW saadaan höyryturbiinin pyörittämästä generaattorista sähkötehona ja loput 30 MW lämpötehona kaukolämpöveden siirrettynä. Voimalaitoksella polttoaineena käytetään suurimmaksi osaksi jyrsinturvetta, mutta myös haketta ja purua.

Voimalaitoksen kattila on tyypiltään leijupetikattila, jossa polttoaineen palaminen tapahtuu hiekan, tuhkan ja lisäaineiden muodostamassa pedissä, joka pidetään liikkeessä alakautta syötettävän ilmapvirran avulla. Alhaisen palamislämpötilan ansiosta typpioksidipäästöt ovat pienet. Leijupetikattiloissa voidaan polttaa erilaatuisia polttoaineita erilaisina seoksina hyvällä palamishyötysuhteella. Myös kosteat biopolttoaineet, kuten matalalämpöarvoiset kierrätyspolttoaineet, palavat tehokkaasti kuumassa pedissä. (Teknologiateollisuus 2015.)

### 3 POLTTOAINEEN VASTAANOTTO JA SIIRTÄMINEN

#### 3.1 Polttoaineen vastaanotto

Voimalaitoksen ja lämpökeskuksen polttoaineen vastaanotto on yksi suurimmista järjestelmistä koko prosessissa. Polttoaineen vastaanotto rakentuu seuraavista osista: punnitus, vastaanottoasema, seulonta, karkean aineen murskaus, kolakuljettimet, polttoainesiilot, purkaimet ja sulkusyöttimet. Sähköistys uusitaan siltä osin kuin katsotaan tarpeelliseksi polttoaineen vastaanottoasemalta lämpökeskuksen annostelusiloille asti. Varastosiiolta lähtee myös toinen kolakuljetin varastosiiololle 2 mutta se kuuluu voimalaitoksen polttoaineen vastaanottoon ja sitä ei ole tarvetta muuttaa. Järjestelmä on esitetty kuvassa 1. Kuvaan 1 on rajattu punaisella viivalla tähän työhön liittyvä järjestelmä. Varastosiiololle 2 menevä kolakuljetin ei kuulu tähän järjestelmään.



KUVA 1. Polttoaineenvastaanoton ja -siirron kaavio (Jukka Kauppinen 2006-09-05.)

Voimalaitosalueella on autovaaka, jolla polttoainetta tuova auto punnitaan. Punnituksen jälkeen auto tulee vastaanottoasemalle, jossa se ajetaan purkuhallin sisään. Kuvassa 2 näkyy purkuhalli ja sen lattiatasossa purkukuljetin, jonka päälle polttoainekuorma puretaan. Purkukuljetin siirtää polttoaineen eteenpäin seulalle. Hienojakoinen aines putoaa seulan läpi kolakuljettimelle. Karkeampi aines, kuten isot puunkappaleet ja kannot, menevät seulalta murskaimelle. Seulaa ja murskaimen läpi tullut polttoaine siirretään kolakuljettimella ensimmäiseen varastosiioloon. Varastosiiolon päällä olevan sulkupellin avulla voidaan polttoaine ohjata toiselle kolakuljettimelle, joka menee varastosiioloon 2 tai antaa polttoaineen pudota varastosiioloon 1. Varastosiiolossa 1 polttoaine työnnetään tankopurkaimien avulla seuraavalle kolakuljettimelle, joka kuljettaa polttoaineen lämpökeskuksen annostelusiioloon. Varastosiioloon ja annostelusiioloon menevissä kolakuljettimissä on pohjalämmitys talviolosuhteita varten.



Autonkuljettaja purkaa kuorman erillisestä purkukopista ja käyttää polttoaineen vastaanottoon liittyviä laitteita. Niihin kuuluu kolakuljetin, jonka päälle kuorma puretaan, kiekoseula, murskain ja kolakuljetin, joka siirtää polttoaineen varastosiiloon. Murskainta voidaan ohjata myös paikallishjauskotelosta eteen ja taakse. Paikallishjausta voidaan tarvita silloin, jos murskaimeen jää kiinni jotain. Kuljettaja käynnistää laitteet ja purkaa polttoainekuorman ensimmäiselle varastosiilolle asti. Polttoaineen siirrosta varastosiilolta lämpökeskuksen annostelusiiloille vastaa käytön valvoja, joka työskentelee valvomossa. Purkukopin ikkuna näkyy kuvassa 2.



KUVA 2. Purkuhalli (Jukka Kauppinen 2004-06-26.)

### 3.2 Polttoainejärjestelmän automaatio

Voimalaitoksella on käytössä MetsoDNA-automaatiojärjestelmä. Kuljetinlaitteet on automatisoitu, jotta niiden käyttäminen olisi helppoa ja turvallista. Automaatiojärjestelmä ohjaa ja valvoo prosessia sisältäen lukituksia, joilla estetään virheellinen käyttö. Kuljetinlaitteista tarkastellaan usein moottorien käynnin valvontaa. Tähän valvontaan kuuluu esimerkiksi moottorin virran valvonta ja kuljettimen pyörimisen valvonta pyörintävahtien avulla. Moottorin käynnin valvonta on tärkeää henkilöturvallisuuden ja koneen kunnossapidon kannalta.

### 3.3 MetsoDNA

MetsoDNA on Metson luoma käyttöliittymä. Se on hajautettu automaatiojärjestelmä, joka on toteutettu jakamalla ohjelmakomponentit erillisiin väylillä yhdistettyihin asemiin. Käyttöliittymässä prosessia voidaan ohjata valvomosta, esimerkiksi voidaan ohjata moottoreita sekä valvoa eri laitteita ja prosessin tilaa. Prosessin valvonta ja laitteiden ohjaus tapahtuu siten, että kentältä saadaan mittaus-tietoja, joiden mukaan prosessia ohjataan lähettämällä ohjaustietoja laitteille. (Kenttäväylä 2011, 24.)

#### 4 NYKYTILANTEEN KARTOITUS

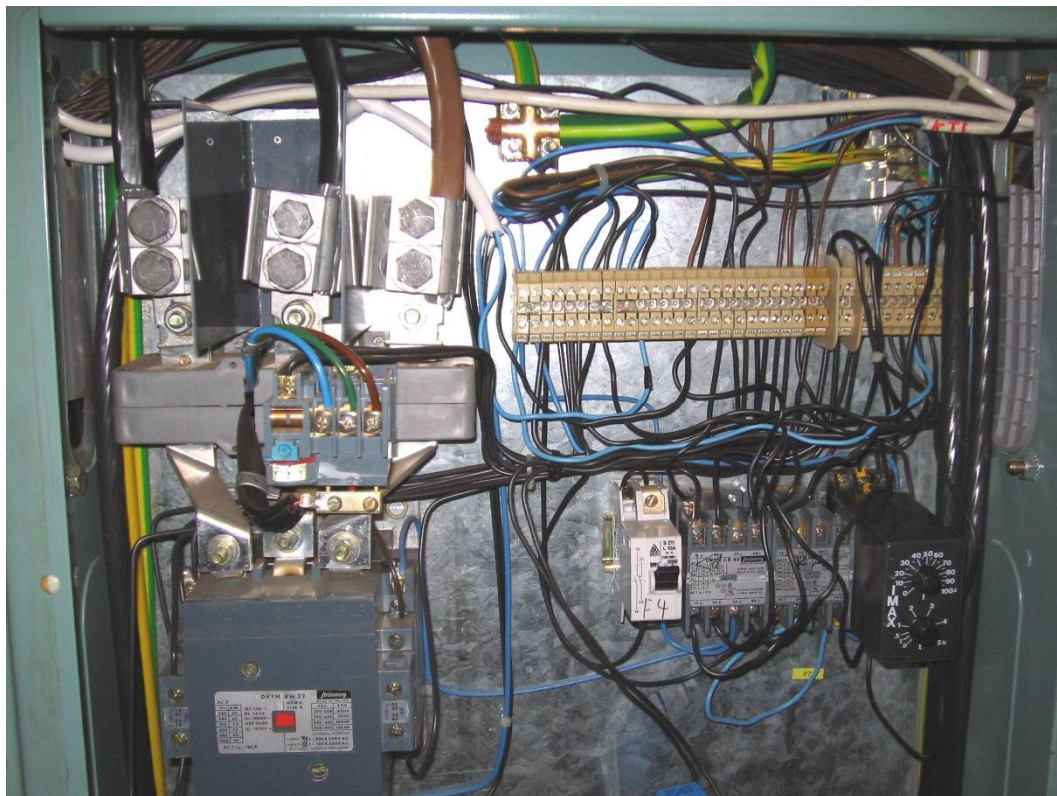
Työhön kuului tarvittavan dokumentoinnin kartoitus ja nykyisen dokumentaation laajuuden selvittäminen. Myös nykyisten sähkökeskusten tila kartoitetaan. Dokumenttien kartoituksessa selvitetään polttoaineen vastaanottojärjestelmään liittyvien moottorikäyttöjen ja hätä-seispiirin sähkökuvien saatavuus ja laatu. Vanhan dokumentaation pohjalta aloitetaan uuden sähkökeskuksen suunnittelu. Järjestelmään liittyvistä laitteista kerätään tarpeelliset tiedot ja laaditaan laiteluettelo.

Nykyinen sähkökeskus, joka syöttää polttoaineen vastaanottojärjestelmää sijaitsee tankopurkainten kanssa samassa tilassa. Seinän toisella puolella on varastosiiilo 1, josta pääsee tulemaan pölyä sähkökeskustilaan, minkä vuoksi sähkökeskustila on likainen ja pölyinen (kuva 3). Sähkökeskukset ovat vanhoja, 1980-luvun alkupuolella valmistettuja eivätkä ole siis niin hyvin suojattuja ja turvallisia kuin uudet nykyaikaiset sähkökeskukset. Kuvassa 4 on yksi keskuksen lähdistä. Murskaimen sähkösyöttö tulee omalta keskukselta, joka sijaitsee murskaimen lähellä.

Tavoitteena on myös turvallisuuden parantaminen lisäämällä turvalaitteita, kuten esimerkiksi hätäseislaitteita ja turvakytkimiä. Turvalaitteita lisätään paikkoihin, joihin ne katsotaan tarpeellisiksi ja samalla vanhoja laitteita vaihdetaan uusiin.



KUVA 3. Vanha sähkökeskus hydraulikkahuoneessa (Jukka Kauppinen 2015-02-23.)



KUVA 4. Yksi vanhan keskuksen lähdöistä (Jukka Kauppinen 2015-02-23.)

Vanhasta sähkökeskuksesta on saatavissa hyvin sähkökuvia ja sen dokumentaatio on varsin laaja. Kuvia on piirikaavioista, keskuskaavioista, johdotustaulukoista ja layouteista. Sähkökuvista on olemassa paperiset versiot ja kuvat on myös skannattu sähköiseen muotoon. Sähkösuunnitteohjelmiin tarkoitetuissa muodoissa kuvia ei ole olemassa, mikä on hankaloittanut niiden päivittämistä. Kuvia on muokattu paljon jäljestäpäin kynällä piirtämällä, joten ne eivät ole kovin selkeitä lukea. Myös kuvien paikkansapitävyudessa on parannettavaa, vaikka yleisesti ottaen ne vaikuttavat melko tarkoilta. Vanhat sähkökuvat toimivat lähtötietoina uuden sähkökeskuksen mitoituksen suunnittelussa.

Kuljetinlinjan sähköistystä uusitaan, jotta polttoaineen vastaanotosta saadaan turvallisempi ja että kentältä saadaan kerättyä enemmän mahdollisia vikatietoja automaatiojärjestelmään. Uusia vikatietoja lisätään automaatiojärjestelmään sähköistyksen uusimisen yhteydessä. Kuljetinlinjan käytettävyyden luotettava toiminta on tilaajalle ensiarvoisen tärkeää. Kuljetinlinjan käytettävyys paranee, koska suojaukset ja vikailmoitukset saadaan tarkemmiksi.

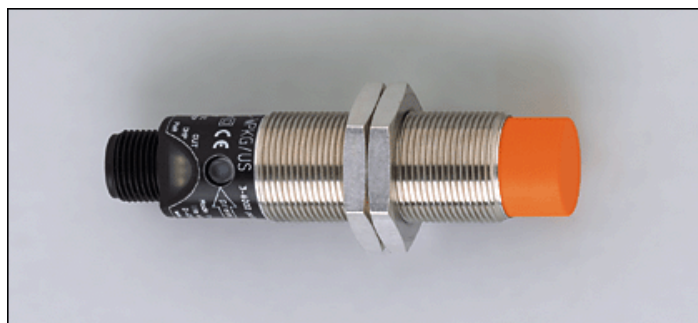
Taulukossa 1 on esitetty järjestelmässä käytössä olevat moottorit ja niiden tehot. Moottoreita ei katsottu tarpeelliseksi ruveta vaihtamaan tai mitoittamaan uudelleen, sillä ne ovat toimineet hyvin ja osa moottoreista on myös vaihdettu vähän aikaa sitten.

TAULUKKO 1. Moottoritaulukko

<i>Positio</i>	<i>Valmistaja</i>	<i>Nimitys</i>	<i>Teho (kW)</i>
T610	ABB	Purkukuljetin	11
T611	NORD	Kiekkoseula	7,5
T612	NORD	Kiekkoseula	7,5
T613.1	ABB	Murskain	55
T613.2	ABB	Murskain	55
T614	ABB	Kolakuljetin varstosiilon 1	55
T615	ABB	Kolakuljetin anostelusiiloille	15
T641	ASEA	Tankopurkain 1	30
T642	ASEA	Tankopurkain 2	30
T643	ASEA	Tankopurkain 3	30

Järjestelmässä on erilaisia valvontalaitteita tarkkailemassa prosessin kulkua ja laitteiden toimintaa. Näistä laitteista yleisimpiä ovat pyörintävahdit, tukosvahdit ja virran valvojat.

Pyörintävahdia käytetään kuljettimissa ja kiekkoseulassa ketjurikkojen havainnointiin. Pyörintävahdi on induktiivinen kytkin ja niitä käytetään kosketuksettomaan kappaleen tunnistamiseen. Induktiivisille kytkimille vastakappaleen pitää olla metallia, jotta se toimisi. Induktiivisen kytkimen koskemattomuus perustuu induktanssin muutokseen metallikappaleen läsnäollessa. Pyörintävahdi laskee impulsseja ketjusta kuljettimen käydessä. Säädetyin pulssimäärän eli pyörimisnopeuden ylittyessä saadaan pyörintävahdista suljettu kosketintieto järjestelmään. Pulssimäärän alittaessa asetetun arvon pysäyttää pyörintävahdi kyseisen kuljettimen. Induktiivisissa kytkimissä on hyvää se, että niissä ei ole kulumia osia ja ne ovat myös tunnettomia pölylle ja kosteudelle eli ne eivät reagoi niihin. Pyörintävahdit asennetaan niin, että ne ovat sopivalla etäisyydellä tunnistettavasta metallisesta kohteesta. Kuvassa 5 on induktiivinen pyörintävahdi. (LSK 2015.)



KUVA 5. Pyörintävahdi (IFM.)

Tukosvahti valvoo kolakuljettimen tukkeutumista. Tukoksen syntyessä vahti toimii ja pysäyttää kyseisen kuljettimen sekä mahdolliset muut samaan lukitusketjuun kuuluvat laitteet. Tukosvahti voi olla esimerkiksi mikroaaltopintakytkin. Siinä tukosvahti koostuu kahdesta osasta, lähettimestä ja vastaanottimesta. Jos vastaanottimen ja lähettimen väliin kertyy paljon ainetta, signaali ei pääse lähettimeltä vastaanottimelle. Silloin yhteys katkeaa ja rele toimii. (Hantor.)

Virran valvonnalla valvotaan moottorin ylikuormittumista. Valvonta voidaan toteuttaa esimerkiksi ylivirtareleellä. Kun asetettu virtaraja ylitetään, releeltä saadaan kytkintieto ja kuljetin pysähtyy. Ylivirran valvonta voidaan toteuttaa myös moottorilähtöön asennetulla virran mittauksella, jolta saadaan järjestelmään milliampeeriviesti moottorin virrasta. Releen virta-asettelu kuljetinkäytöissä on yleensä 2 - 3-kertainen nimellisvirtaan nähden. Annostelusiloille menevän kolakuljettimen virran valvonta on toteutettu tällä tavalla. (ABB TTT luku 17, 7.)

## 5 UUSI SÄHKÖTILA

Polttoaineen vastaanoton sähköistyksen uusinnassa rakennetaan uusi sähkötila. Vanha sähkötila on likainen ja pölyinen ja sekä keskuksen rakenne ei ole yhtä turvallinen kuin mitä uudet sähkökeskukset nykyään ovat. Uuden sähkötilan yhteyteen tulee myös varastotilaa. Tässä luvussa on kerrottu mitä ohjeita liittyy sähkötilan suunnitteluun.

### 5.1 Yleisesti sähkötiloista

Sähkötiloihin pitää olla helppo kulkea käytön ja paloturvallisuuden takia. Sähkötiloihin ei saa asentaa muihin järjestelmiin kuuluvia putkia tai kanavia ellei se ole välttämätöntä tilan käytön kannalta. Sähkötilat mitoitetaan standardin SFS 6000-8-810.2.4 mukaisesti siten, että asennus-, käyttö- ja huolto-toimenpiteet sekä laajennukset ja korjaukset voidaan toteuttaa. Sähkötila tulee suojata pinta- ja pohjavettä sekä tiivistyvää vettä vastaan. Sähkö- ja kaapelitilat pintakäsitellään pölyämättömäksi ja varsinainen kojeistotila varustetaan eristävällä lattiapinnoitteella. Sähkötilan rakennusteknisten töiden pitää olla valmiit ja tilojen lukittavissa varsinaisten kojeistoasennusten alkaessa. (PSK 2002, 2.)

Sähkötilaa suunniteltaessa on sinne varattava tilat seuraaville varusteille:

- työmaadoitusvälineet
- ohjauskahvat
- varasulakkeet
- sulakkeenvaihtovälineet
- piirustuskansiot
- koestusvaunu
- yleiskaapelointiliitäntä
- pöytä ja tuoli
- muut mahdolliset varaosat
- ensiapuohjeet ja hälytyspuhelinnumerot
- alkusammutuskalusto
- varoitus- ja ohjekilvet.

(PSK 2002, 6.)

### 5.2 Kaapelitilat

Kaapelihyllyjen sijoittamisessa on otettava huomioon kojeistojen sijainti ja koko sekä vahvavirta- ja ohjauskaapeleiden sijoittuminen toisiinsa nähden. Tietoliikennekaapelit, mittaus- ja instrumentointikaapelit ja sähkönsyöttökaapelit asennetaan omille kaapelihyllyille. Kaapelien osastointi toteutetaan siten, että sähkönsyöttö kaapelit asennetaan ylimmälle hyllylle ja niiden alle apupiirit kuten esimerkiksi palohälytys kaapelointi. Tämän jälkeen tulee tietoliikennekaapelointi ja alimmaiseksi herkät piirit kuten mittaus ja instrumentointi. Osastojen järjestys voi olla päinvastainen. Eri kaapelityyppejä ei saa asentaa sekaisin kaapelihyllyille. Kaapelien risteämistä tulisi välttää ja mahdolliset risteämät tehdään 90° kulmassa. (PSK 2002, 3.)

Hyllyille varataan kaapeleille 30 %:a varatilaa. Voimakaaelit asennetaan hyllyille 70 %:n täytöksellä yhteen kerrokseen. Kannattimet ja kannatinrakenteet pyritään tekemään siten, että kaapelit voidaan asentaa hyllyille sivuilta. Kaapelihyllyjen sijoittelussa on otettava huomioon mahdolliset koneiden tai muiden laitteiden vaihtamiset niin, että hyllyt eivät ole tiellä. Myös kaapeleiden taivutussäteet pitää ottaa huomioon kaapelihyllyjen sijoituksessa ja asennuksessa. Hyllyjen väli korkeussuunnassa pitää olla vähintään 300 mm. Osastoivan seinän tai lattian läpi ei saa viedä kaapelihyllyjä, vaan ne on katkaistava läpiviennin kohdalta. Läpiviennin molemmille puolille tehdään palosulut. (PSK 2005, 3.)

Kaapelien asennuksia maahan, tunneliin ja kanaviin tulisi välttää. Asennuslattiaa ei suositella käytettäväksi. Kaapelireittejä ei tulisi suunnitella palo- ja räjähdysvaarallisten tilojen kautta. Myös mekaaniset ja kemialliset vaikutukset on otettava huomioon kaapelireittejä suunnitellessa. Mahdollinen varasyöttö asennetaan eri reitille kuin pääsyöttö. (PSK 2005, 2.)

### 5.3 Paloturvallisuus

Sähkötiloissa paloturvallisuus on otettava erityisesti huomioon sillä sähköpalot voivat aiheuttaa suurta vaaraa vapauttamalla myrkyllisiä kaasuja kaapelipalossa tai katkaista sähköt sähkökeskuspalossa. Kojeisto- ja kaapelitilojen suunnittelussa on otettava huomioon niiden sijainti ja osastointi, jotta palon aiheuttamat vahingot olisivat mahdollisimman vähäiset.

Sähkötilojen rakenteilta edellytetään vähintään EI-M 90 palonkestoaikaa ja asennuslattialta EI-M 30 palonkestoaikaa. EI-M 90 tarkoittaa, että rakenne kestää paloa 90 minuutin ajan tiiviyn (E) ja eristävyyden osalta (I) osalta. Tiiviys määritellään siten, että kuinka kauan rakennusosan tiiviys kestää liekkejä ja kaasuja palotilanteessa. Eristävyys tarkoittaa sitä, kuinka kauan kuluu aikaa rakennusosan kylmän puolen lämpötilan nousuun. Aika lasketaan sen mukaan, kunnes lämpötila on noussut kylmällä puolella 140 °C:seen. Ovien ja luukkujen palonkestoajan pitää olla vähintään EI-M 60. Ovi on avauduttava sähkötilasta ulospäin ja oltava sisäpuolelta helposti avattavissa ilman apuvälineitä. (PSK 2002, 3.)

Kaapelihyllyjenläpiviennit tehdään huolellisesti valmistajan ja palosuojausvaatimusten mukaisesti. Kaapeliläpiviennit tehdään käyttäen palamatonta materiaalia. Läpiviennit eivät saa huonontaa palo-osastointia. (PSK 2002, 3.)

Tulipalojen havaitsemista varten käytetään savuilmamaisimia. Ioni- ja lämpöilmamaisimet eivät oikein sovellu tähän uuteen sähkötilaan sillä tilassa voi esiintyä kosteutta. Sähkötiloissa pitää olla jauhesammutin. Tulipalojen sammutukseen voidaan sähkötilaan valita CO<sub>2</sub> ja inerttikaasuja tai vesisprinkleri. Jos sammutukseen käytetään sprinkleriä, niin tällöin on otettava huomioon sammutusveden valuminen. Sammutuslaitteiston toimiessa on pysäytettävä ilmanvaihto. (PSK 2002, 4.)



#### 5.4 Ilmanvaihto

Sähkötaloissa syntyy usein lämpökuormaa varsinkin sähkökeskusten osalta. Silloin on tärkeää huolehtia ilmanvaihdosta. Ilmanvaihdon pitää olla riittävä häviölämmön siirtämiseksi pois sähkötilasta ja ilmanvaihto pitää toteuttaa paloteknisen osastoinnin mukaisesti. Ilmanvaihto toteutetaan siten, että lämpötila voidaan pitää normaalisti 24 tunnin keskiarvona +30 °C. Sallittu poikkeama on välillä +10...+35 °C. Mahdolliset tiettyjen laitteiden tarvitsemat matalammat lämpötilat pitää ottaa huomioon. Ilmanvaihtoaukot varustetaan riittävän lujalla 12 mm verkolla. (PSK 2002, 4-5.)

## 6 SÄHKÖTILAN SÄHKÖISTYS

Opinnäytetyöhön kuului uuden sähkötilan rakennussähköistyksen ja maadoituksen suunnittelu. Uuteen sähkötilaan tuli suunnitella pistorasioiden määrä, valaistus, lämmitys, kaapelihyllyjen mitoitus ja sijoittaminen sekä taajuusmuuttajien sijoittaminen sähkötilaan.

### 6.1 Rakennussähköistys

Tasopiirustukseen sijoitetaan valaisimet, kytkimet, pistorasiat, kaapelihyllyt, sähkölämmittimet ja poistopuhallin. Myös uudet taajuusmuuttajat sijoitetaan sähkötilaan. Murskaimen taajuusmuuttajat asennetaan murskaimen lähelle. Rakennuksen ulkoseinälle asennetaan työpaikkakeskus ja autojen lämmitystä varten pihakeskus. Uuteen sähkötilaan tuodaan valokuitu IT-keskukseen. Tällä voidaan varautua siihen, jos sähkötilaan tarvitsee myöhemmin lisätä automaatiota. Sähkötilan sähköistys-suunnitelma on esitetty tasopiirustuksessa liitteessä 1.

Valaistuksen keskimääräinen valaistusvoimakkuus sähkötiloissa on oltava 300 lx. Valaisimien sijoittelussa on otettava huomioon riittävä työskentelyvalaistus kojeistossa kojeiston ovien ollessa auki. (PSK 2002, 5.)

Sähkötila varustetaan normaalivalaistuksen lisäksi poistumisvalaistuksella. (PSK 2002, 5.)

Poistumisvalaistuksella tarkoitetaan turvavalaitusta, joka antaa riittävän valaistuksen henkilöille poistua tilasta. Poistumisopasteet on sijoitettava havaitsemisen kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla. Opasteiden on selvästi osoitettava uloskäytävien sijainti. Poistumisopasteiden on oltava aina valaistuja. Valaistuksen on toimittava turvalliseen poistumiseen ja evakuointiin vaadittavan ajan. Valaistuksella on oltava tavallisen valaistuksen sähkönsyötöstä riippumaton virransyöttö, jolla turvataan valaistuksen toiminta vähintään yhden tunnin ajaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että valaisimelle tulee sähkösyöttö erillisestä akustosta tai valaisin on varustettu omalla akulla. Tähän sähkötilaan valitaan opastevalaisin, jossa on oma akku. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 346-349.)

Työn tilaaja on määritellyt sähkökeskuksen paikan. Lämmityksen tehon tarve on mitoitettu ST-kortin 55.01 mukaisesti. Mitoittavana sisälämpötilana käytettiin +21 °C:ta ja näin saatiin lämmitettävän tehon tarpeeksi noin 4 500 W. Tilaan asennetaan sähkölämmittimet.

Sähkötilan ilmanvaihto on toteutettu poistopuhaltimella. Puhallin on 1-vaiheinen ja puhaltimen toimintaa ohjaa lämpötila-anturi, joka mittaa huoneen lämpötilaa.

Sähkötilaan asennetaan savuilmaisin ja palopainike, jotka lisätään laitoksen paloilmoitinjärjestelmään.

Taajuusmuuttajat asennetaan samalle seinälle sähkökeskuksen kanssa. Taajuusmuuttajien sijoittamisessa on otettu huomioon niiden käyttöpaneelit, jotta ne olisivat sellaisella korkeudella, että niitä olisi helppo käyttää.

## 6.2 Rakennuksen maadoitus

Sähkötilan maadoitus on suunniteltu samalla tavalla kuin pienjännitekiinteistön maadoitus. Tässä tapauksessa sähkötila on uusi erillinen rakennus, joten hyvän maadoituksen tekeminen on helppoa.

Pienjännitesähköasennuksen maadoitusjärjestelmän tehtävänä on tehdä mahdolliseksi sähköasennuksen turvallinen ja luotettava toiminta. Maadoitusjärjestelmällä saadaan aikaan maahan johtava yhteys, jota käytetään sähköiskulta suojaamiseen ja häiriösuojaukseen. (ST 53.21, 2012, 3.)

Maadoituselektrodina käytetään poikkipinnaltaan  $25 \text{ mm}^2$  kupariköyttä. Maadoituselektrodi on johtava osa, joka on sähköisessä yhteydessä maahan. Elektrodi asennetaan perustusten alle tai välittömästi perustusten läheisyyteen. Elektrodi tuodaan suojaputkessa päämaadoituskiskolle. Suojaputki tuodaan vähintään 30 cm lattian yläpuolelle ja viedään vähintään 20 cm:n syvyyteen maan alle. Potentiaalintasauksen tarkoituksena on ehkäistä vaarallisten jännite-erojen esiintyminen samanaikaisesti kosketeltavien johtavien osien välillä. Nämä johtavat osat voivat olla jännitteelle alttiita osia, useimmiten sähkölaitteiden metallisia koteloita tai muita johtavia osia, kuten johtavia putkistoja tai rakennuksen metallisia runkorakenteita tai muita rakennuksessa laajalle ulottuvia johtavia rakenteita. Yleisohjeena voidaan pitää, että kaikki suurikokoiset johtavat osat kannattaa liittää potentiaalintasaukseen. (ST 53.21, 2012, 7.)

Potentiaalintasaukseen asennetaan betonirauδοitus ja kaapelihyllyt. Betonirauδοituksesta tuodaan ylös harjateräs ( $\varnothing 8 \text{ mm}$ ) mahdollisimman lähelle maadoituskiskoa. Harjateräs on kiinnitettävä vähintään 5 m:n matkalta ja 5 pisteestä sidelangalla betonirauδοitukseen. Sidelangalla tehtyä liitosta ei voida pitää luotettavana, mutta se on riittävä kiinnitys, kun betonirauδοitusta käytetään potentiaalintasaukseen. Jos betonirauδοitusta käytettäisiin maadoituselektrodina, liitos pitäisi tehdä hitsaamalla. Betonirauδοitusten maadoitusteräs tuodaan keskustilaan. Kaapelihyllyjen maadoitukseen käytetään MK 25-kupariasennusjohdinta ja se kiinnitetään kaapelihyllyyn esimerkiksi pulttikiinnityksellä. Maadoituskiskolta asennetaan johdin myös vanhan sähkökeskuksen lähellä olevaan maadoituskiskoon.

Potentiaalintasausjohtimen poikkipinta-alan määrää asennuksen suurin suojamaadoitusjohdin. Standardin mukaan potentiaalintasausjohtimen poikkipinnan on oltava vähintään puolet asennuksen suurimmasta suojamaadoitusjohtimesta ja vähintään  $6 \text{ mm}^2$  kuparia tai  $16 \text{ mm}^2$  alumiinia tai  $50 \text{ mm}^2$  terästä. Potentiaalintasausjohtimen poikkipinta-alan ei kuitenkaan tarvitse olla suurempi kuin  $25 \text{ mm}^2$  kuparia. Nyt asennuksen suurin suojamaadoitusjohdin on poikkipinta-alaltaan  $50 \text{ mm}^2$  kuparia. Tästä saadaan potentiaalintasausjohtimen vaadittava poikkipinta-ala  $25 \text{ mm}^2$  kuparia. (SFS-Käsikirja 600-1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjänniteasennukset 2012, 311.)

Päämaadoituskisko asennetaan sähkökeskuksen läheisyyteen. Kiskoa ei kuitenkaan kannata sijoittaa keskuksen sisälle, koska liitoksia tehtäessä voidaan joutua jänniteisten osien läheisyyteen. Kisko on sijoitettava siten, että siihen pääsee käsiksi. Jokainen johdin, joka kiinnitetään maadoituskiskoon, on pystyttävä irrottamaan yksitellen. (D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 273)

## 7 KULJETINLINJAN SÄHKÖISTYKSEN MUUTOKSET

Kuljetinlinjan sähköistykseen tuli muutoksia sähkökeskusten, taajuusmuuttajien, turvallisuuden ja automaation osalta. Muutosten tavoitteena oli lisätä kuljetinjärjestelmän käytettävyyttä ja turvallisuutta. Polttoaineen vastaanottojärjestelmän luotettava toiminta on tärkeää, sillä polttoaineen saanti kattiloille on laitoksen toiminnan edellytys.

### 7.1 Uudet sähkötilat

Uutta sähkökeskusta varten tulee uusi sähkötila ja myös murskaimelle tulee uusi koppi, jonne siirretään murskaimen sähkökeskus, logiikkakotelo ja taajuusmuuttajat. Uusi koppi toteutetaan sen takia, että murskaimen sähköiset laitteet olisivat paremmin suojattuja lialta, pölyltä ja kosteudelta. Sähkökeskuksen, logiikkakotelon ja taajuusmuuttajien paikat eivät paljon muutu, sillä uusi koppi rakennetaan aivan nykyisten viereen. Murskaimen molemmille moottoreille lisätään turvakytkimet; näin saadaan lisättyä turvallisuutta. Molemmille murskaimen moottorille lisätään sähkökeskukseen virtamittarit, joista näkee suoraan, toimiiko moottori. Nyt on ollut tilanteita, joissa toinen moottori ei ole pyörittänyt murskainta. Tämä johtuu siitä, että murskaimesta hajoaa tappi, jolloin moottorin voima ei välity murskaimelle.

### 7.2 Taajuusmuuttajien lisäykset

Kuljetinlinjan sähköistuksen muutostöiden yhteydessä lisätään taajuusmuuttajien määrää. Taajuusmuuttajat lisätään purkuljettimelle, molemmille kiekoseulan moottoreille, molemmille murskaimen moottoreille ja kolakuljettimelle, joka menee varastosiilon 1. Taajuusmuuttajiksi valittiin ABB:n ACS550-sarjan taajuusmuuttajat.

Taajuusmuuttajan säätömahdollisuuksien avulla saadaan sähkömoottorien käytössä erilaisia hyötyjä. Kuljettimissa käytetään vaihdemoottoreita. Vaihteiston välityksillä nopeus pudotetaan kuljettimelle sopivaksi ja taajuusmuuttajalla säädetään lopullinen nopeus. Näin saadaan käytettyä energiaa tehokkaammin. Taajuusmuuttajien avulla saadaan aikaan energiasäästöjä hidastamalla tai kiihdyttämällä sähkömoottorin nopeutta tarpeen mukaan. Osittain kuormitettu tai liian nopeasti liikkuva kuljetin käyttää enemmän energiaa ja rasittaa osia. Sähkömoottorin nopeutta ja momenttia taajuusmuuttajan avulla säätämällä vähennetään moottorin kulumista. Nopeuden ja momentin säätämällä saadaan koneiden käynnistyksistä ja pysäytyksistä tasaisempia, mikä pienentää moottorin rasitusta. Tasaisella kiihdyttämällä ja pysäyttämällä vältetään äkilliset kuormitukset. (ABB Oy.)

### 7.3 Uudet hätä-seispiirit

Hätä-seispiireihin tehtiin muutoksia. Hätä-seispiirit tuodaan keskukseen, jokainen piiri omaan. Kummallekin piirille asennetaan oma turvarele ja turvareleen kuittausnappi sijoitetaan hätäseisäpainikkeen tai -vaijerin läheisyyteen. Turvareleen toiminta lisättiin näkyväksi valvomon näytöllä.

Ennen tämän järjestelmän hätä-seisäytys oli yhdessä piirissä. Nyt se muutettiin kahdeksi erilliseksi piiriksi. Yhteen piiriin kuuluu hätä-seislaitteet purkuhallilta varastosiilolle 1 asti (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Purkukuljettimien hätä-seispiiri

Positio	Laite
T610	Kolakuljetin
T611	Kiekkoseula 1
T612	Kiekkoseula 2
T613	Murskain
T614	Kolakuljetin

Purkukuljettimien hätä-seispiiriin kuuluvat seuraavat hätäpysäytyspainikkeet ja -vaijerit:

- hätä-seispainike purkukopissa
- köysihätäpysäytin purkupaikalla kuljetin T610
- hätä-seispainike kiekkoseula 1
- hätä-seispainike kiekkoseula 2
- hätä-seispainike murska
- köysihätäpysäytin kuljetin T614.

Toisessa piirissä on hätä-seislaitteet varastosiilolta 1 lämpökeskuksen annostelusiilolle asti (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Varastosiilo 1 hätä-seispiiri

Positio	Laite
P641	Tankopurkainhydrauliikkapumppu 1
P642	Tankopurkainhydrauliikkapumppu 2
P643	Tankopurkainhydrauliikkapumppu 3
T615	Kolakuljetin annostelusiilolle

Varastosiilon 1 hätä-seispiiriin kuuluvat seuraavat hätäpysäytyspainikkeet ja -vaijerit:

- hätä-seispainike hydrauliikkatilassa
- köysihätäpysäytin kuljetin T615.

Hätä-seislaitteita lisättiin järjestelmään turvallisuuden parantamiseksi. Kolakuljettimen T615 alapään lisätään köysihätäpysäytin. Kuljettimen alapää sijaitsee varastosiilon 1 sisällä ja siellä ei ole yhtään hätä-seislaitetta. Ennestään kuljettimessa on köysihätäpysäytin varastosiilon ulkoseinältä kuljettimen yläpään asti. Vastaanottoaseman purkukoppiin lisätään hätä-seispainike.

#### 7.4 Automaation lisäykset

Automaatiojärjestelmään lisättiin toimintoja. Taajuusmuuttajilla käytettäviin moottorikäyttöihin tuli seuraavat lisäykset automaatiojärjestelmään:

- taajuusmuuttajakäyttö valittu
- taajuusmuuttaja häiriö
- käy taajuusmuuttajakäytöllä.

Kolakuljettimen T615 pohjalämmityksestä tuodaan seuraavat tiedot järjestelmään:

- käyntiin
- lämmitys automaatilla
- lämmitys päällä
- vikavirtasuojauksen lauennut.

Uuden sähkötilan huonelämpötila tuodaan myös järjestelmään.

## 8 POLTTOAINEEN VASTAANOTTOJÄRJESTELMÄN TOIMINNANKUVAUS

Tähän työhön kuului toiminnankuvauksien laatiminen polttoaineen vastaanottojärjestelmän laitteille. Järjestelmästä ei ollut olemassa varsinaista toiminnankuvausta, joten sellainen katsottiin tarpeelliseksi tehdä. Uutta toiminnankuvausta tulnaisiin mahdollisesti käyttämään myös turveautokuljettajien opastuksessa. Toiminnankuvauksen tekeminen aloitettiin tutustumalla paikan päällä laitteiden toimintaan ja niiden dokumentaatioon.

### 8.1 Lähtötietojen kartoitus

Ennen toiminnankuvauksen tekemistä tuli kartoittaa laitteiden dokumentointi. Laitteille ei ollut tehty toiminnankuvauksia vaan niiden toiminta oli työntekijöiden tiedossa ja sähkö- ja logiikkapiirustuksissa. Sähkökuvista löytyi laitteiden piirikaaviot, joista pystyi selvittämään laitteiden toiminnan. Kuvat olivat vanhoja ja niitä oli korjailtu käsin piirtämällä. Myös jäljestäpäin tehdyt lisäykset oli tehty käsin papereihin. Kuvat olivat näin ollen melko epäselviä.

Dokumenttien puutteellisuus oli tiedossa, joten toiminnankuvausta varten olemassa olevien dokumenttien tiedot tulisi tarkastaa käytännössä. Tämä saadaan tehtyä, kun seurataan polttoaineen vastaanottoa ja sen purkamista. Tässä vaiheessa kirjataan ylös laitteiden toiminnot. Näiden tietojen ja piirikaavioiden avulla pystytään aloittamaan kuvauksen tekeminen ja tarkistaa olemassa olevien tietojen oikeellisuus.

### 8.2 Toiminnankuvauksen rakenne

Toiminnankuvauksen yhtenä tarkoituksena on, että laitteen käyttötarkoituksen ja toiminnan ymmärtää myös sellainen henkilö, joka ei tunne järjestelmää. Järjestelmän dokumenteissa käytetyt omat termit ja sanat ovat vaikeasti sisäistettäviä asioita, jos niihin ei ole aiemmin perehtynyt. Laitteen nimi on kirjoitettu siten, että siinä on selkeä sitä kuvaava nimitys ja positionumero. Nimityksellä pyritään välttämään sekaannuksia laitteiden kesken, jos ei muista positiotunnuksia.

Aluksi toiminnankuvauksessa on kerrottu koneen toiminta ja mitä mahdollisia käyntiehtoja koneen käynnistymiseen voi liittyä. Kaikkien käyntiehtojen pitää toteutua, jotta konetta voidaan käyttää. Koneiden toimintaa valvotaan monin erin tavoin riippuen koneesta ja sen käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi kuljettimissa tällaisia toimintaa tarkkailevia laitteita ovat pyörinnanvartija ja ylivirtasuoja. Pyörinnanvartija vartioi ketjua, joka pyörittää kuljetinta. Ketjurikon sattuessa pyörinnanvartija pysäyttää kuljettimen. Ylivirtasuoja mittaa moottorin virtaa. Jos virta nousee liian korkeaksi, niin suoja pysäyttää kuljettimen. Ylivirtaa voi syntyä esimerkiksi, jos kuljetin tukkeutuu jostain kohdasta eikä näin ollen pääse liikkumaan sujuvasti.

Niillä koneilla tai toiminnoilla, joilla on automaatti- tai käsikäyttö valittavissa kerrotaan niiden toiminta kyseisellä käytöllä.



Toiminnankuvauksessa on myös lueteltu käyntiehdot kyseiselle laitteelle eli ne ehdot, jotka pitää toteutua, että laite voidaan käynnistää. Hälytykset on lueteltu myös kuvauksessa. Hälytykset näkyvät valvomon tietokoneella, josta nähdään missä vika on.

Toiminnankuvauksessa on kerrottu hätä-seis piirit. Hätä-seis piiristä esitetään siihen kuuluvat koneet eli mitkä koneet pysähtyvät piirin toimiessa. Piiriin kuuluvat hätä-seis laitteet ja niiden sijainti on kerrottu myös kuvauksessa.

## 9 KULJETINJÄRJESTELMÄN TURVALLISUUS

Polttoaineenvastaanottojärjestelmään ja polttoaineen siirtoon liittyy paljon asioita, jotka tulee ottaa huomioon, kun mietitään järjestelmän turvallisuutta. Koneiden rakenteiden ja niiden käyttöön liittyvään turvallisuteen annetaan tarkat ohjeet Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisoppaassa. Oppaan uusin painos on vuodelta 2010. Ensimmäisen kerran opas on julkaistu vuonna 1989.

Polttoaineenkuljetinjärjestelmälle voi aiheutua useita erilaisia vaaratilanteita. Näistä tyypillisimpiä ovat tulipalot, joita voi aiheutua esimerkiksi kuljettimissa ja siloissa. Palon mahdollisimman nopea sammuttaminen ja järjestelmän pysäyttäminen on tärkeää, sillä palo voi edetä liikkuvissa kuljettimissa pitkiä matkoja ja näin ollen levittää paloa. Vahinkokäynnistykset ovat myös mahdollisia vaaratilanteita polttoaineen siirrossa. Useimmiten vahinkokäynnistysten syynä on tietämättömyys laitteessa tai järjestelmässä tapahtuvista huolto-, puhdistus- tai korjaustöistä. Tällöin varsinkin kuljettimissa syntyy puristumisvaara. Myös laitehäiriöt ja putoamisvaarat liittyvät polttoaineenvastaanottojärjestelmän turvallisuusriskeihin. (KLTG G19, 2.)

### 9.1 Purkukopin turvallisuus ja laitteiden ohjaaminen

Polttoaineen vastaanottoa ohjataan purkuhallin yhteydessä olevasta purkukopista käsin. Purkukopissa on ikkuna, josta näkee purkuhalliin ja pystyy näin seuramaan auton purkamisen etenemistä. Muihin polttoaineen vastaanottoon liittyviin laitteisiin ei ole näköyhteyttä, mikä aiheuttaa tiettyjä toimenpiteitä turvallisuuden kannalta. Tämän vuoksi ennen laitteiden käynnistymistä annetaan varoitussääni.

Laitteiden turvallisen käytön kannalta laitteiston ohjaaminen on tehtävä käyttäjille mahdollisimman yksinkertaiseksi niin, että laitteita voi käyttää ilman epärointiä. Näin vältetään tilanne, jossa laitteiston käyttäjä antaa tarkoituksettomia käskyjä sekoittaessaan ohjauslaitteet keskenään. Laitteiden ohjauslaitteet on sijoitettava siten, että ne ovat käyttäjän näkyvillä ja että niitä voi käyttää turvallisesti. Ohjauslaitteet on järjestettävä sen mukaan kuin niitä käytetään. Toisiinsa liittyviä toimintoja ohjaavat laitteet olisi ryhmiteltävä yhteen ja erillisiä toimintoja ohjaavien laitteiden olisi oltava selkeästi erillään toisistaan. (Konedirektiivin soveltamisopas 2006/42/EY, 172 - 173.)

Ennen koneiden käynnistymistä tulisi varmistaa, että henkilöitä ei ole vaaravyöhykkeellä. Koneet ja laitteet tulisi suunnitella ja sijoittaa siten, että koneen käynnistymistä ohjaavalla käyttäjällä olisi suora näkyvyys vaaravyöhykkeille. Tämä ei ole kuitenkaan aina mahdollista. Monet järjestelmät voivat olla niin suuria ja etäällä toisistaan, että suoran näkyvyyden varmistaminen on mahdotonta. Nyt tarkasteltavana olevassa polttoaineenvastaanoton järjestelmässä oleva purkukoppi, josta laitteita ohjataan, sijaitsee sellaisessa paikassa, josta ei ole suoraa näkyvyyttä kaikkiin laitteisiin. Jos riittävää suoraa näkyvyyttä ei saada aikaiseksi, voidaan käyttää epäsuoria näkyvyyttä parantavia laitteita kuten, peilejä ja valvontakameroita. Jos ohjauspaikasta ei voida järjestää suoraa tai epäsuoraa näkyvyyttä vaaravyöhykkeille, on ennen koneen käynnistämistä annettava varoitettava ääni- tai valomerkki tai molemmat. Varoitusmerkin pitää kestää niin kauan, että henkilöillä on riittävästi aikaa poistua

vaaravyöhykkeeltä ennen koneen käynnistymistä. Jos tämä ei ole mahdollista niin henkilöillä pitää olla mahdollisuus estää koneen käynnistyminen esimerkiksi hätäpysäyttimellä. (Konedirektiivin soveltamisopas 2006/42/EY, 177 - 178.)

Tarkasteltavana oleva purkukoppi, josta koneita käytetään, on sellaisessa paikassa, josta ei ole suoraa näkyvyyttä jokaiseen ohjattavaan koneeseen. Tässä järjestelmässä henkilöiden varoittaminen koneiden käynnistämisestä on toteutettu varoitusäänellä. Ennen kuin koneet käynnistyvät, pitää koneiden ohjaajan painaa painiketta pohjassa noin 30 sekunnin ajan, jonka aikana varoitusääni kuuluu.

## 9.2 Koneiden erottaminen energialähteistä

Koneiden kunnossapitoa varten on laitteet pystyttävä erottamaan kaikista energialähteistä luotettavasti laitteen odottamattoman käynnistymisen estämiseksi. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi turvakytkimillä. Erotuslaitteiden on oltava selvästi tunnistettavia ja ne on pystyttävä lukitsemaan, jos energialähteeseen uudelleen kytkeminen voi aiheuttaa vaaran henkilöille. Erotuslaitteet on pystyttävä lukitsemaan myös silloin, kun käyttäjä ei voi mistään sellaisesta paikasta, johon hänellä on pääsy, tarkistaa, että energiansyöttö on edelleen katkaistuna. (Konedirektiivin soveltamisopas 2006/42/EY, 172.)

Turvakytkin on tyypillinen laite koneen erottamiseksi energialähteistä. Turvakytkin asennetaan esimerkiksi sähkömoottorin tai muun sähkölaitteen lähelle päävirtapiiriin. Kytkimen tarkoituksena on estää laitteen odottamaton käynnistyminen huoltotöiden aikana katkaisemalla laitteelle menevä syöttöjännite. Turvakytkimet ovat käsikäyttöisiä ja ne on pystyttävä lukitsemaan aukiasentoon. Turvakytkimissä on oltava luotettava asennonosoitus. Niitä ei saa käyttää laitteen normaalin pysäytykseen.

## 9.3 Koneen pysäyttäminen

Koneet on pystyttävä pysäyttämään hallitusti ja turvallisesti. Koneen normaalipysäytys tarkoittaa koneen tarkoituksenmukaista pysäyttämistä ja hätäpysäytys todellisen tai uhkaavan vaaran takia tehtyä pysäytystä.

### 9.3.1 Normaali pysäytys

Normaali pysäytys tarkoittaa sitä, että kone tarkoituksenmukaisesti pysäytetään kokonaan turvallisesti. Normaalipysäytystä varten koneessa on oltava ohjauslaite, jolla tämä toiminto toteutetaan. Pysäytyslaitteen toiminnan on oltava ensisijainen käynnistyslaitteiden toimintaan nähden. Kun kone on pysähtynyt, energiansyötön asianomaisiin koneisiin on katkettava. (Konedirektiivin soveltamisopas 2006/42/EY, 182 - 183.)

### 9.3.2 Häätäpysäytys

Jokaisessa koneessa on oltava yksi tai useampia hätäpysäytyslaitteita, joiden avulla todellinen tai uhkaava vaara voidaan estää. Häätäpysäytyslaitteen on pysäytettävä vaarallinen prosessi mahdollisimman nopeasti aiheuttamatta muita riskejä. Tästä voidaan poiketa koneissa, joissa hätäpysäytyslaite ei vähentäisi riskiä joko siksi, että se ei lyhentäisi pysäytysaikaa tai siksi että se ei mahdollistaisi niitä erityistoimenpiteitä, joita riskin hallitsemiseksi tarvitaan. Häätäpysäytyslaitteen on oltava selvästi tunnistettava ja näkyvillä. Sen on oltava myös nopeasti käytettävissä ja koko ajan toimintakunnossa. Toimiessaan se voi käynnistää muita turvatoimintoja tai sallia niiden käytön. Kun hätäpysäytyslaitteen aktiivinen käyttäminen on loppunut, pysäytyskäskyn on jäätävä voimaan hätäpysäytyslaitteen lukkiutumisen avulla, kunnes tämä lukitus vapautetaan erityisellä toimenpiteellä. Häätäpysäytyslaitteen lukkiutuminen ei saa olla mahdollista ilman, että aiheutuu pysäytyskäsky. Häätäpysäytyslaitteen vapauttaminen ei saa käynnistää konetta uudelleen vaan ainoastaan tehdä uudelleenkäynnistämisen mahdolliseksi. Häätäpysäytystoiminnon on oltava koko ajan saatavilla ja toimintakunnossa toimintavasta riippumatta. Häätäpysäytyslaitteiden on oltava muita suojausteknisiä toimenpiteitä täydentävä keino eikä niiden korvaaja. (Konedirektiivin soveltamisopas 2006/42/EY, 184 - 186.)

Hätäpysäytyslaite on yleensä painike tai köysi. Häätäpysäytyspainikkeen on oltava sienimäinen, punainen, ja sen taustalla on keltainen pohja. Häätäpysäytyspainikkeen vapauttaminen voidaan toteuttaa avaimella, vetämällä tai kiertämällä. Köysihätäpysäyttimen mukana on oltava tiedot sen suurimmasta sallitusta pituudesta, köyden jännityksestä, tukipisteiden välisestä etäisyydestä ja asennus-suosituksista. Jos hätäpysäytysköysi katkeaa, siitä on seurattava hätäpysäytys. Häätäpysäytyksen aikaansaamiseen tarvittavan voiman on oltava alle 200 N ja sen lujuuden on oltava 10 kertaa suurempi kuin hätäpysäytyksen aikaansaamiseen tarvittavan voiman. Köyden taipuma saa olla korkeintaan 400 mm vaakatasosta. Häätäpysäytyskomponenttien on oltava niiden rakennetta koskevien standardien mukaisia. Häätäpysäytyslaitteet on kiinnitettävä luotettavasti ja siten, että tärinä ja iskut eivät saa aiheuttaa koskettimien asennon muuttumista tai vaikuta laitteen toimintakuntoon. (Sundquist, 14 - 17, 21 - 22.)

Hätäpysäytystoiminto on varalla oleva pysäytystoiminto, ei varsinainen turvatoiminto. Tämän takia hätäpysäytyslaitteita koskevat erilaiset vaatimukset kuin turvatoimintoja. Häätäpysäytyslaitteet on valmistettu rajalliseen määrään käyttökertoja. Näin laitteen toiminta on riittävän luotettava ja siksi hätäpysäytyslaitetta ei saa käyttää koneen normaaliin pysäytystoimintaan tai käynnistyksen estolaitteena. Häätäpysäytyslaitteen valmistajan ohjeita on noudatettava mm. määräaikaistestausten osalta. (Sundquist, 23.)

## 10 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella uuden sähkötilan rakennussähköistys ja maadoitus sekä suunnitella taajuusmuuttajien ja tarvittavien kaapelihyllyjen sijoittelu. Näiden suunnitelmien pohjalta sähköura-koitsija suorittaa asennukset.

Työhön kuului polttoaineen vastaanottojärjestelmän toiminnankuvaksen tekeminen. Toiminnankuvaukselle nähtiin tarvetta, sillä sellaista ei ollut olemassa ja sitä voidaan myös hyödyntää polttoainetta tuovien kuljettajien perehdyttämisessä.

Työn tuloksena saatiin lisättyjä tarpeellisia toimintoja automaatiojärjestelmään ja lisättävien taajuusmuuttajien avulla voidaan säätää tarkemmin koneiden käynnistyksiä ja pysäytyksiä. Näin saadaan vähennettyä moottorien rasiusta, mikä lisää niiden käyttöikää.

Sähkötilaan tuleva uusi sähkökeskus on turvallisempi ja paremmin suojassa turvepölyltä. Keskukset ovat myös käyttäjän kannalta paremmin suojattuja; jos keskuksen sisällä täytyy tehdä jotain, niin ei jouduta jännitteisten osien läheisyyteen.

Turvallisuuden osalta lisättiin murskaimen molemmille moottoreille turvakytkimet, joiden avulla moottorit saadaan huoltotöiden ajaksi erotettua energialähteistä. Murskaimen sähkökeskus, taajuusmuuttajat ja logiikkakotelo siirretään uuteen koppiin, jossa ne ovat paremmin suojassa liialta, kosteudelta ja pölyltä.

Hätä-seispiirejä selkeytettiin; nyt hätä-seispiirejä on kaksi. Näin saadaan turvattua polttoaineen syöttö siilosta kattilaan, jos polttoaineen vastaanoton alkupäässä tapahtuu jotain. Hätä-seislaitteita lisättiin vastaanottoaseman purkukoppiin ja annostelusiiloille menevän kuljettimen varastosiilon 1 sisällä olevaan alapäähän lisätään köysihätäpysäytin.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ABB OY. [Viitattu 2015-15-04.] Saatavissa:

[http://onninen.procus.fi/documents/original/12698/7/1/LVACdrivesforspeedandtorquecontrol\\_Catalog\\_REVB\\_FI.pdf](http://onninen.procus.fi/documents/original/12698/7/1/LVACdrivesforspeedandtorquecontrol_Catalog_REVB_FI.pdf)

ABB TTT-käsikirja 2000-07.

D1-2009 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA. 2009. Espoo: Sähköinfo Oy.

HANTOR. Gladiator-älykäs mikroaaltopintakytkin. [Viitattu 2015-04-13.] Saatavissa:

[http://hantor.fi/wp-content/uploads/2011/01/GLADIATOR-mikroaaltopintakytkin\\_Yleisesite.pdf](http://hantor.fi/wp-content/uploads/2011/01/GLADIATOR-mikroaaltopintakytkin_Yleisesite.pdf)

IFM. [Viitattu 2015-02-07.] Saatavissa:

<http://www.ifm.com/products/fin/ds/DI6001.htm>

KENTTÄVÄYLÄ 2011. MetsoDna-Automaatiojärjestelmä korvaa erillislogiikat. Kenttäväylä [digilehti] 24. [Viitattu 2015-02-07.] Saatavissa: <http://www.digipaper.fi/duodecim/80062/>

KLTK G19.1997. Kattilalaitosten turvallisuusohjeet. Saatavissa:

[https://www.fkl.fi/materiaalipankki/ohjeet/Dokumentit/Kattilalaitosten\\_turvallisuusohjeet.pdf](https://www.fkl.fi/materiaalipankki/ohjeet/Dokumentit/Kattilalaitosten_turvallisuusohjeet.pdf)

KONEDIREKTIIVIN SOVELTAMISOPAS 2006/42/EY. Vahvistettu 2010. Euroopan komissio, konekomi-  
tea. 2. painos. Euroopan komissio.

LSK 2015. Induktiiviset lähestymiskytkimet. [Viitattu 2015-03-27.] Saatavissa:

<http://www.lsk.fi/fi/Tuotteet/Anturit/Induktiiviset-lahestymiskytkimet/>

PSK 2002. Sähkötilat enintään 1000 V. Vahvistettu 2002. 2. painos. PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 2005. Kaapelireittien suunnittelu. Vahvistettu 2004. PSK Standardisointiyhdistys ry.

SAVON VOIMA OYJ. Yritysesittely. [Viitattu 2015-02-07.] Saatavissa:

<http://www.savonvoima.fi/Sivut/default.aspx>

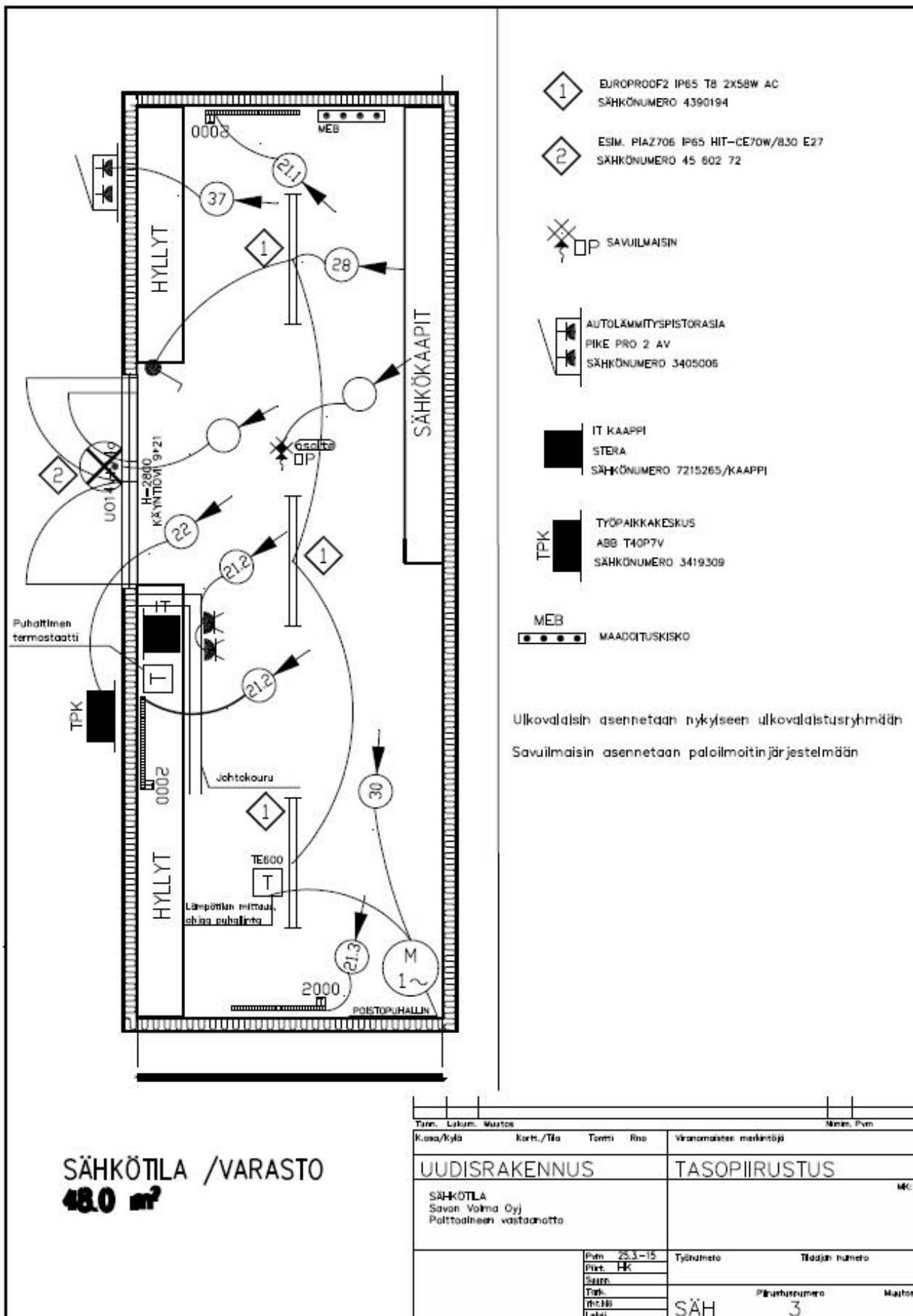
SFS-KÄSIKIRJA 600-1 SÄHKÖASENNUKSET. OSA 1: SFS 6000 PIENJÄNNITEASENNUKSET 2012.  
2012. 1. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SUNDQUIST, Matti. Hätäpysäytys: standardit ISO 13850 ja IEC 60947-5-5. SESKO ry. [esitysaineis-  
to] [Viitattu 2015-03-015.] Saatavissa: <http://www.sesko.fi/portal/fi/ohjeita/esitysaineistot/>

ST 53.21 2012. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Espoo: Sähköinfo Oy

TENOLOGIATEOLLISUUS 2015. Poltto- ja kattilateknologia. [viitattu 2015-02-07] Saatavissa: <http://www2.teknologiateollisuus.fi/fi/palvelut/poltto--ja-kattilateknologia.html>

## LIITE 1. TASOPIIRUSTUS

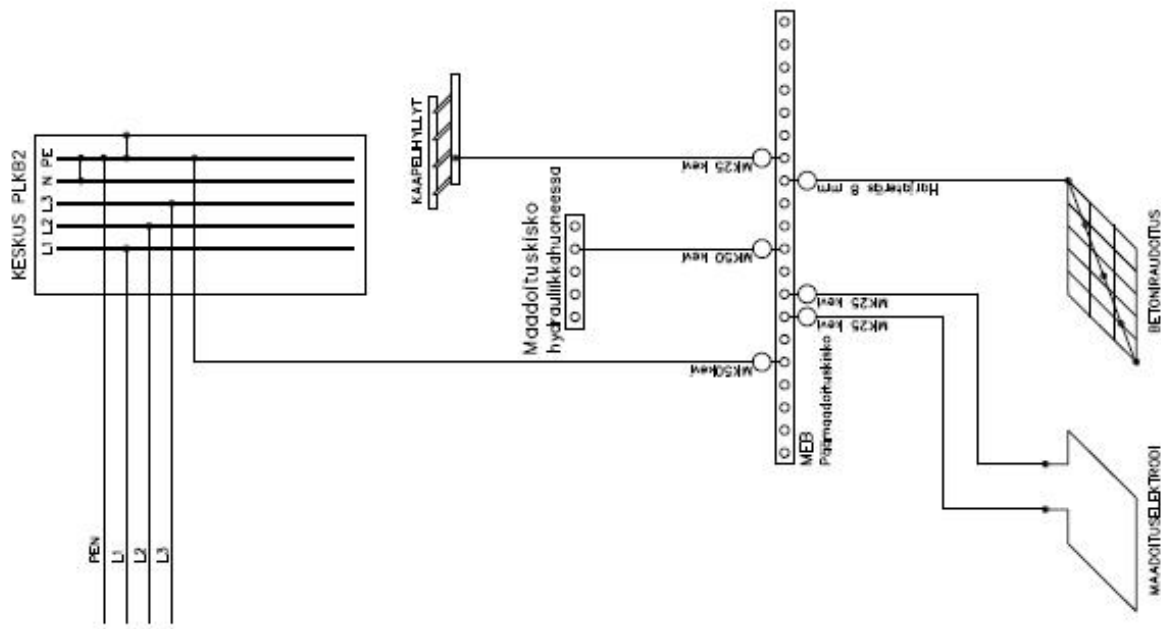


**SÄHKÖTILA /VARASTO**  
**48.0 m<sup>2</sup>**

Tunnus		Lukum.		Muutos		Määrä		Pvm	
K.osa/Kylä	Kortti/Tila	Tommi	Rinta	Viranomaisen merkintä					
UUDISRAKENNUS				TASOPIIRUSTUS					
SÄHKÖTILA Savon Voima Oyj Polttoaineen vastaanotto				MK					
				Pien.	25.3-15	Työnumero		Tehtävän numero	
				Piiri	HK				
				Suunn.					
				Tark.					
				Arkk.		Pöytänumero		Määrä	
				Lehti		SÄH		3	



LIITE 2. MAADOITUSSUUNNITELMA



Työ:	Lukem. Muutos	Kortti./Tila	Termi	Rive	Vanha piirustuksen merkintä	Mitt. Puh.
K.osa/Nyö					<b>SÄHKÖPIIRUSTUS</b>	MK:
					MAADOITUSKAAVIO	
					TN-S JÄRJESTELMÄ	
					4-JOHTIMINEN LIITTYMISJONTO	
						Työnumero
						Tilajan numero
						Piirustuksen numero
					<b>SÄH</b>	<b>2</b>
						Muutos

LIITE 3. LAYOUT

