

Samu Silmäri

Jätevoimalaitoksen sähköasennusten loppudokumentaatio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

5.5.2015

Tekijä Otsikko	Samu Silmäri Jätevoimalaitoksen sähköasennusten loppudokumentaatio
Sivumäärä Aika	33 sivua + 3 liitettä 5.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Projektipäällikkö Jari Hannila Lehtori Tapio Kallasjoki
<p>Insinöörityössä koottiin, lajiteltiin ja nimettiin Vantaan Energian Oy:n uuden jätevoimalaitos yhden sähköiset sekä paperiset sähködokumentit. Dokumentit vietiin sähköisenä DOC-hotelliin, joka on sähköinen tietopankki. Dokumentit toimitettiin myös kolmena kopiona työntilaaajalle. Lisäksi työssä tutustuttiin loppudokumentoinnin sisältöön sekä siihen, miten loppudokumentointi kannattaisi jatkossa tehdä.</p> <p>Työ aloitettiin keräämällä sähköistykseen liittyvät työmaadokumentit. Tämän jälkeen päivitettiin sähköpiirustukset ajantasaisiksi tekemällä niihin asiaan kuuluvat merkinnät. Päivitetyt sähköpiirustukset piirrettiin puhtaaksi tietokoneella. Puhtaaksi piirtämiseen käytettiin CADS-, sekä Autocad-ohjelmaa. Kun piirustukset olivat valmiit, ne toimitettiin Vantaan Energiaan kansioissa kolmeen kertaan. Piirustukset vietiin myös DOC-hotell-tietopankkiin.</p> <p>Insinöörityön tuloksena työntilaaaja sai valmiit sähköpiirustukset, mistä ilmenee tehdyt muutokset alkuperäisiin sähkösuunnitelmiin.</p>	
Avainsanat	dokumentointi, voimalaitos, sähköpiirustus

Author Title	Samu Silmäri Waste Power Plant Electricity Documentation
Number of Pages Date	33 pages + 3 appendices 5 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Jari Hannila, Project Manager Tapio Kallasjoki, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to collect, sort and name Vantaan Energia Oy's new waste power plant 1 electricity documents. In addition, the thesis explored what electricity documentation includes and how it should be done in the future.</p> <p>Work began by collecting all the electricity documents of the construction site. After that the collected documents were updated, so that they are shown as built. After the documents were as built, they were drawn with computer using CADS-software and Autocad- software. After the pictures were drawn with computer, they were printed and delivered to Vantaan Energia, and the digital pictures and documents were placed into DOC-Hotel, which is a web archive. The customer received three copies of the electricity documents.</p> <p>The outcome of this thesis is that the customer received electricity documents which are updated with all the changes made to the original electricity documents.</p>	
Keywords	documentation, power plant, electrical drawing

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Are Oy -yritys	2
2.1	Kiinteistöpalvelut	3
2.2	Talotekniikkaurakointi	4
3	KKS-Positiointijärjestelmä	6
3.1	Laitostunnus G	7
3.2	Yksikkötunnus Fo	7
3.3	Järjestelmätunnus F	8
3.4	Linjatunnus Fn	8
3.5	Laitetunnus A	8
3.6	Laitenumero An	8
3.7	Esimerkkejä käytössä olevasta positiosta	9
4	DOC-hotel-projektipankki	9
5	Loppupiirustusdokumentointi ja sen edellytykset	10
6	Loppupiirustuksien standardipohjaisuus	11
7	Loppupiirustuksien piirtäminen	12
7.1	Loppupiirustuksien ongelmakohdat	13
7.1.1	Dokumenttien löytäminen	13
7.1.2	Tarkepiirustussarjan puuttuminen	13
7.1.3	Samasta dokumentista monta versiota	14
7.1.4	Henkilöstöongelmat yrityksessä	14
7.2	Sähköpiirustusluettelo	14
7.3	Voimalaitoksen asemapiirustus	15
7.4	Sähkötasopiirustukset	16

7.5	Erikoisjärjestelmät	19
7.5.1	Antennijärjestelmä	20
7.5.2	Paloilmoitinjärjestelmä	20
7.5.3	Salamasuojausjärjestelmä	21
7.5.4	Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmä	22
7.5.5	Savunpoistokaavio	23
7.5.6	Kulunvalvontajärjestelmä	24
7.5.7	Maadoituskaavio	24
7.5.8	Saattolämmitysjärjestelmä	25
7.6	Sähkökeskukset ja niiden pääkaaviot	26
7.7	Loppupiirustuksien puhtaaksi piirtäminen	28
7.7.1	Tasopiirustuksien puhtaaksi piirtäminen	28
7.7.2	Pääkaavioiden puhtaaksi piirtäminen	29
7.7.3	Piirikaavioiden puhtaaksi piirtäminen	30
8	Loppudokumentaatio	30
9	Yhteenveto	32
	Lähteet	33
	Liitteet	
Liite1.	Tasopiirustus	
Liite2.	Maadoituskaavio	
Liite3.	Pääkaavio	

Lyhenteet

AS BUILT Suora käännös englannista; Kuten rakennettu.

DNV Det Norske Veritas ulkopuolinen arvioija joka myöntää yrityksille laatu-, ympäristö- ja turvallisuussertifikaatit.

DWG DraWinG binäärinen tiedostomuoto; käytetään kaksi- ja kolmiulotteisten suunnittelutietojen tallentamiseen

JV1 Vantaan Energia Oy:n jätevoimalaitos 1; Långmosseninkuja Vantaa

Kipa Kiinteistöpalvelu

KKS Kraftwerk- Kennzeichen- System, Identification System for Power Plants; järjestelmälaitteiden yksilöimiseen eli positointiin; ilmaisee ja yksilöi jokaisen voimalaitoksessa olevan laitteen

Tate Talotekniikka

VE Vantaan Energia Oy

1 Johdanto

Sähköisten dokumenttien helppo ja nopea löydettävyys on tärkeä asia. Vikatilanteen sattuessa dokumentit tarvitaan nopeasti, jotta vältytään suuremmilta taloudellisilta tai henkilöstövahingoilta. Kun kyseessä on sähköä ja lämpöä tuottava laitos, prosessi ei saa keskeytyä. Suuremman vikatilanteen sattuessa tällaisesta tilanteesta voi syntyä yllättävän suuria ylimääräisiä kustannuksia, koska kyseessä on energian ja lämmön tuotto.

Insinööriyössä esitellään Are Oy:n urakointikohteena olleelle Vantaan jätevoimalaitos 1:lle tehdyt loppudokumentoinnit, LVI-urakasta sekä rakennussähköurakasta. JV1-urakat on vastaanotettu vuoden 2014 lopussa. Loppudokumentoinneille takaraja oli asetettu vuoden 2015 huhtikuuksi, jolloin ne saatiin valmiiksi. Dokumenttien pitäisi olla helposti saatavilla sekä selkeästi lajiteltuna. Helppo saatavuus auttaa Vantaan Energiaa vikatilanteissa ja huoltotöissä. Dokumentit toimitetaan paperisina kolmena kopiona. Lisäksi dokumentit viedään DOC-hotel-tietopankkiin, jossa kaikki piirustukset ja dokumentit ovat sähköisesti saatavilla. Sähköpiirustuksien päivitys ajantasaisiksi tehdään työmaalla. Toimitus tapahtui tietokoneella käyttämällä Microsoft Officea sekä käyttämällä erilaisia Cad-suunnitteluohjelmia, esimerkiksi Autocad- ja CADS-ohjelma.

Vantaan Energia Oy:n uudessa JV1-voimalaitoksessa on käytössä KKS-positiointijärjestelmä, jonka avulla jokaisella laitteella voimalaitoksessa on oma yksilöllinen tunnus.

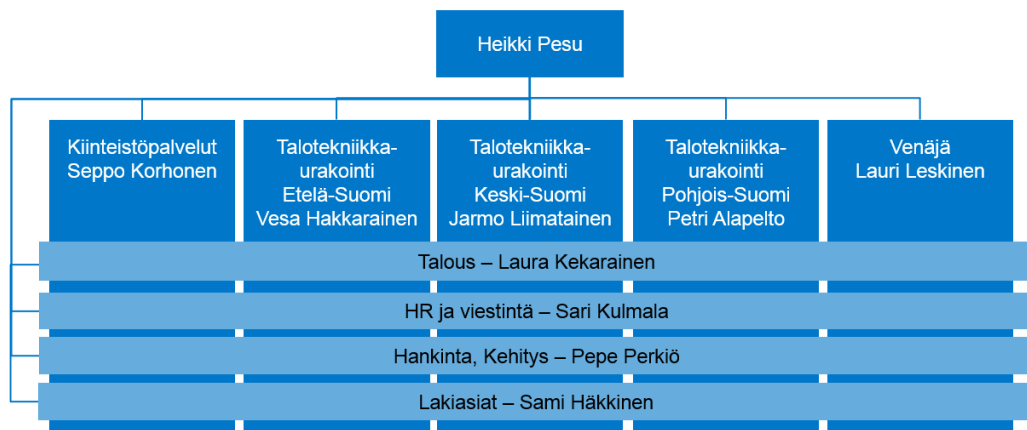
Tärkeä asia ja ongelmakohta on se, että tehtäessä muutoksia dokumentteihin täytyy kaikilla olla käytettävissä uusien ja ajantasaisien dokumenttien, kuitenkin siten, että alkuperäiset dokumentit, joihin ei muutoksia tehdä, pysyvät tallessa ja erillään muutetusta tiedosta.

2 Are Oy -yritys

Are Oy-yritys on talotekniikka urakointia ja kiinteistön ylläpidon palveluja tuottava suomalainen yritys, joka on osa yli 100-vuotiasta perheyritystä Onvest-konsernia. Urakoinnissa ja ylläpidossa Are panostaa energiansäästöihin, sisäolosuhteiden paranemiseen, viihtyvyyden lisäämiseen ja kustannustehokkuuden parantamiseen.

Are Oy-yritys palvelee asiakkaita kaikkialla Suomessa, lähes 30 paikkakunnalla. Lisäksi Are Oy-yritys toimii paikallisesti Venäjällä Pietarissa. Are Oy:ssä on 2 800 työntekijää. Vuonna 2013 Are Oy:n liikevaihto oli 377 miljoonaa euroa. [1.]

ARE-KONSERNIN LIKETOIMINTARAKENNE

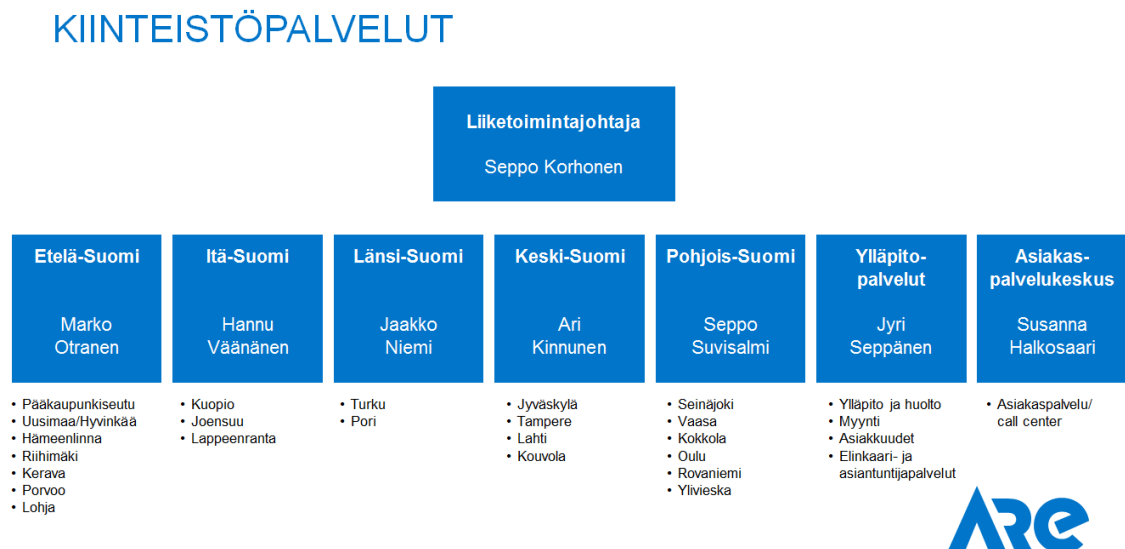


Kuva 1. Are Oy-yrityksen liiketoimintarakenne [2.]

Liiketoimintajohtajat ovat aloittain nimettyjä henkilöitä.

2.1 Kiinteistöpalvelut

Kiinteistöpalvelut varmistavat häiriöttömät ja laadukkaat tilat asiakkaalle. Kiinteistöjen kokonaisvaltainen ylläpito ja ennakkoiva huolto kuuluvat kiinteistöpalvelun osaamisalueeseen. Heidän tarjoamiaan palveluita ovat ylläpitopalvelut, ennakko- ja huollon palveluratkaisut ja kiinteistön ja talotekniikan korjaus- ja modernisointipalvelut. Erikoisosaamista ovat energianhallinta- ja olosuhdepalvelut, kylmättekniikan palvelut, turvatekniikan palvelut, konesaliratkaisut, varavoimaratkaisut. Are Oy:n palveluilla on DNV:n (Det Norske Veritas) sertifioimat laatujärjestelmä ISO 9001, ympäristöjärjestelmä ISO 14001 ja työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmä OHSAS 18001. Kuvassa 2 esitetään kiinteistöpalveluiden organisaatio koko Suomessa:



Kuva 2. Are Oy:n kiinteistöpalveluiden organisaatiokaavio [3.]

Kuvassa 2 on esitetty kiinteistöpalvelun liiketoimintajohtajat koko Suomessa. Liiketoimintajohtajille kuuluu suuria aluekokonaisuuksia, joiden tulosta heidän täytyy hallinnoida. Liiketoimintajohtajien alaisina toimivat eri osastojen johtajat.

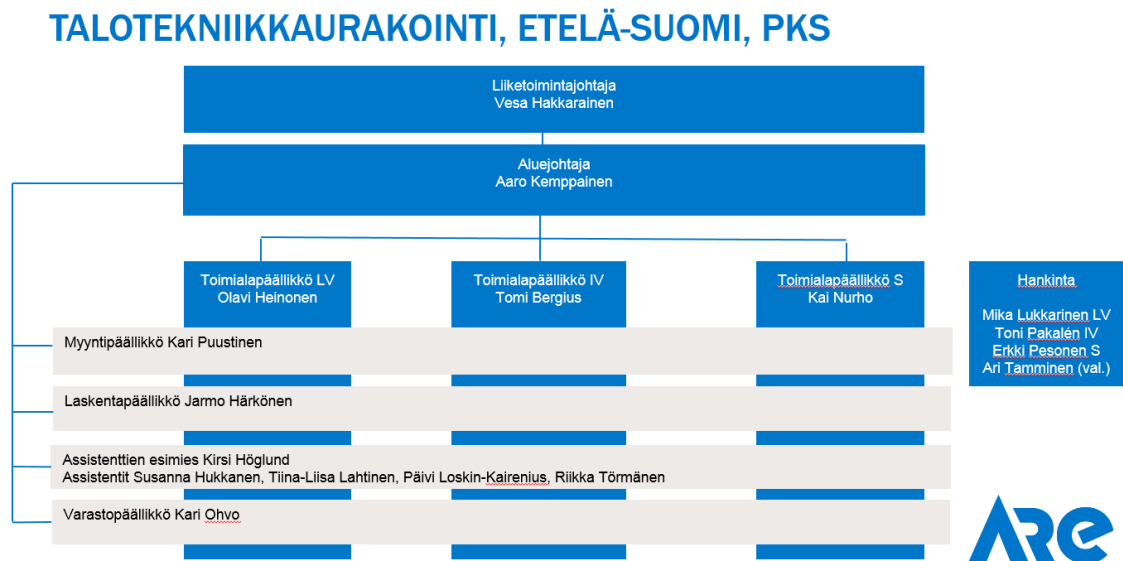
2.2 Talotekniikkaurakointi

Are Oy-yhtiö tarjoaa talotekniikkaurakoinnin ratkaisuja hankekehityksestä laadukkaaseen käyttöönottoon asti. Urakointikohteita ovat uudisrakentaminen ja perusparannus. Taloteknisiä järjestelmiä, joita Are-konserni tarjoaa, ovat LVISJA sekä linjasaneeraukset asuinkiinteistöihin. Linjasaneerauksia tarjotaan nykyään pääkaupunkiseudulla.

Lisäksi Are Oy:llä on ainutlaatuinen Are Sensus® -talotekninen kokonaisjärjestelmä. Are Sensus on älykäs järjestelmä, joka säästää energiakustannuksia. Sensus varmistaa erinomaiset sisäolosuhteet. Sensus on laatua ja säästöä tavallisen järjestelmän hinnalla.

Are Oy:n Palveluilla on DNV:n (Det Norske Veritas) sertifioima laatu järjestelmä ISO 9001.

Talotekniikkaurakointi on jaettu koko Suomessa kolmeen osaan (kuva 3):

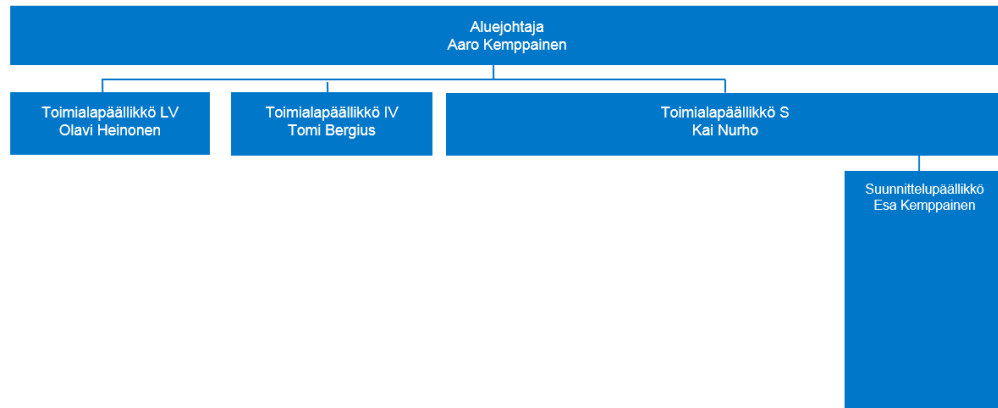


Kuva 3. Etelä-Suomen talotekniikkaurakoinnin organisaatiokaavio [4.]

Etelä-Suomessa liiketoimintajohtajana on Vesa Hakkarainen. Muut osat ovat Keski-Suomi, sekä Pohjois-Suomi. Keski-Suomen liiketoimintajohtajana toimii Jarmo Liimatainen ja Pohjois-Suomen liiketoimintajohtajana Petri Alapelto.

Etelä-Suomen aluejohtajan Aaro Kemppaisen alaisina ovat sähkön toimialapäällikkö Kai Nurho, ilmanvaihdon toimialapäällikkö Tomi Bergius ja lämmönvaihdon toimialapäällikkö Olavi Heinonen. Suunnittelupäällikkö Esa Kemppainen toimii Kai Nurhon alaisena.

TALOTEKNIKKAKURAKOINTI, ETELÄ-SUOMI, PKS



Kuva 4. Talotekniikkaurakointi, Etelä-Suomi, PKS [4.]

Kuvassa 4 on esitetty nykyinen henkilöstö pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun talotekniikkaurakointi yksikkö on Are Oy:n Suomen suurin talotekniikkaurakointi yksikkö.

Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Vantaan Kaivokselassa (kuva 5):



Kuva 5. Vantaan konttori, Are Oy:n päätoimipaikka [5.]

3 KKS-Positiointijärjestelmä

JV1-voimalaitoksessa laitteiden yksilöimiseen ja nimeämiseen eli positiointiin on käytössä KKS-järjestelmä (Kraftwerk-Kennzeichen-System, Identification System for Power Plants), joka ilmaisee ja yksilöi jokaisen voimalaitoksessa olevan laitteen laite kirjain- ja numerosarjalla, jotka kertovat laitteen toiminnasta ja sijainnista. Kuvassa 6 (ks. seur. s.) esitetään graafisesti miten KKS-järjestelmä toimii [6.].

Alaryhmän numero	0	1	2
Nimitys	Laitos tunnus	Toiminto F-avain	Laitetunnus A-avain
Tunnus	G	(F ₀) F ₁ F ₂ F ₃ F _N	A ₁ A ₂ A _N
Tiedon tyyppi	A	(N) A A A NN	A A NNN
esimerkki	J	(0) U H A 24	G Q 001

LAITOSTUNNUS
KIRJAIN, 1 MERKKI

YKSIKKÖTUNNUS
NUMEERINEN, 1 MERKKI

JÄRJESTELMÄTUNNUS
KKS-LISTAN MUKAISESTI
KIRJAIN, 3 MERKKIÄ

LINJATUNNUS
SUUNNITTELIJAN MÄÄRITTELEMÄ
NUMEERINEN, 2 MERKKIÄ

LAITETUNNUS
KKS-LISTAN MUKAISESTI
KIRJAIN, 2 MERKKIÄ

LAITENUMERO
SUUNNITTELIJAN MÄÄRITTELEMÄ
NUMEERINEN, 3 MERKKIÄ

Kuva 6. KKS-järjestelmän rakenne [6.]

Kuvasta 6 saadaan selvyys siihen, miten kaikki laitteet on nimetty JV1-laitoksessa.

3.1 Laitostunnus G

Laitostunnus kertoo, minkä voimalaitoksen prosesseihin positio liittyy. JV1-projektissa laitostunnusta on käytetty seuraavasti: J eli voimalaitos sisältää sen kaikki osiot.

3.2 Yksikkötunnus Fo

Yksikkötunnus kertoo, mihin voimalaitoksen prosessiin alue kuuluu. JV1-projektissa yksikkötunnusta on käytetty seuraavasti:

- 0 eli voimalaitos sisältää kaikki alueet lukuunottamatta höyry- sekä kaasuturbiinia.
- 3 eli voimalaitoksen höyry- sekä kaasuturbiinin.

3.3 Järjestelmätunnus F

Järjestelmätunnus kertoo, minkälaiseen osaprosessiin tietty laite kuuluu, eli se ei kerro vielä täysin yksilöllistä paikkaa, mutta se rajaa alueen pienempään osaan, esim.:

- UHA eli kattila-alue
- UVJ eli savukaasunkäsittely-alue.

3.4 Linjatunnus Fn

Linjatunnus kertoo, miten korkealla laite sijaitsee. Se ilmaistaan kahdella numerolla.

3.5 Laitetunnus A

Laite tunnus kertoo laitteen toiminnasta. Ensimmäinen kirjain G kertoo esimerkiksi koodista GP, että kyseessä on valaistukseen liittyvä järjestelmä, ja P tarkoittaa virransyöttöä [7.], esim.:

- GP eli valaistuskeskus
- GQ eli huoltosähkökeskus.

3.6 Laitenumero An

Laitenumero yksilöi laitteen lopullisesti. Laitenumero on ns. juokseva numero. Esimerkiksi samassa tasossa on kolme huoltosähkökeskusta. Silloin numero on vain nouseva tason alkupäästä loppupäähän päin, esim.:

- J0UHA24GP001
- J0UHA24GP002

- J0UHA24GP003.

3.7 Esimerkkejä käytössä olevasta positiosta

Otetaan esimerkiksi positio J0UHA24GP001. Kirjain J kertoo, että kyseessä on JV1-voimalaitos. Numero 0 ilmaisee, että kyseessä on jokin muu alue kuin höyry- tai kaasuturbiini. UHA kertoo, että laite sijaitsee kattilahuonealueella. 24 tarkoittaa, että laite sijaitsee maatasolla. GP kertoo, että kyseessä on valaistuskeskus. 001 Yksilöi laitteen.[7.]

4 DOC-hotel-projektipankki

DOC-hotel on Pöyryn ylläpitämä dokumenttipankki, joka tarjoaa palvelua, jonka avulla voidaan ratkaista erilaisiin projekteihin liittyviä ongelmia. Ratkaisu löytyy mm. seuraavansiin ongelmiin:

- Miten reaaliaikainen tieto jaetaan kaikille osapuolille yhtäaikaaisesti?
- Miten saadaan dokumenttien hallinta ajan tasaiseksi?
- Miten hallinnoidaan projektit useiden eri alihankkijoiden kanssa?
- Miten varmistetaan, että työmaakokoukset onnistuvat ajallaan ja viimeisimmillä saatavissa olevilla tiedoilla?

Dokumenttipankissa tallennettu tieto pysyy aina ajantasaisena, koska dokumenttipankkiin pääsee aina, kun on käytettävissä internetyhteys.

DOC-hotel-projektipankissa on seuraavat ominaisuudet:

- monipuolinen tiedostojen ja revisioiden hallinta
- dynaaminen tietorakenne
- tehokkaat hakutoiminnot

- tietoturva ja varmennukset
- hakemistojen suojaus
- piirustusten katselumahdollisuus
- käyttöohjeet
- monipuoliset automatisoinnit
- integraatiot muihin järjestelmiin.

5 Loppupiirustusdokumentointi ja sen edellytykset

Kohteen valmistuttua on yleensä hyvin vaikea välittää sanallisesti tietoja kohteen sisällystä, ja se on helposti unohdettavissa kohteiden yleisesti hyvin monimutkaisisten asioiden vuoksi. Näin ollen dokumentointi on alunperin ollut hyvä keino välittää kaikki oleellinen informaatio asiakkaalle.

Dokumentoinnissa käytetään symboliikkaa eli merkkikieltä. Merkkikielillä monimutkaiset asiat voidaan välittää asiakkaan tietoon hyvin yksinkertaisessa muodossa. Edellä mainitulla symboliikalla on tuotu loppupiirustuksien tulkintaan standardien mukaisuutta ja tulkittavuutta. Symbolien tarkoitus on näyttää tasopiirustuksessa komponenttien tai laitteiden sijainti. Jokaisella laitteella ja komponentilla on oma merkintätapansa. Symbolien merkintätavat ovat määritetyt standardein mahdollisimman yksiselitteisiksi ja kuvaaviksi.

Loppupiirustusdokumentointi on informaatiopaketti kohteen teknisistä tiedoista. Se sisältää kaiken oleellisen asian kohteeseen asennetuista järjestelmistä sekä kokonaisuuksista. Loppupiirustukset pohjautuvat yleensä aikaisempiin dokumentteihin, suunnitelmiin sekä asiakirjoihin, joilla kohde on tehty. Tarkoitus on välittää toimittajan asennuksista oleva tieto asiakkaalle selkeässä hyvin jaotellussa muodossa. Loppupiirustukset eivät saa olla tulkinnanvaraisia, ja niiden tulee noudattaa standardeja.

Standardien mukaan jokainen asennus tulee näkyä loppupiirustusdokumentoinnissa. Loppupiirustusdokumentointi ei ole siis hyvän tahdon ele toimittajalta, vaan dokumentointi tulee toimittaa asiakkaalle urakkasopimuksessa määrättyssä muodossa. Jos dokumentointi on puutteellinen, asiakas voi vaatia loppupiirustusten suunnittelijalta uutta, tarkempaa dokumentointia. Loppupiirustuksissa standardien noudattaminen on tärkeää, sillä jos tulkittavuus kärsii niin lisätyön asentajalle saattaa sattua tapaturmia ja kohteen käyttöönottamisestakin tulee vaikeaa.

Loppupiirustuksien dokumentoinnissa on myös asiakirjoja, joilla voidaan todistaa sekä asiakkaalle, että viranomaiselle kohteen läpäisseen tarkastukset. Tarkastuspöytäkirjat ovat päteviä, allekirjoitettuja sekä päivättyjä dokumentteja joihin on kirjattu kohteen tarkastuksessa esille tulleet seikat. Tarkastetut kohteet pystytään todistamaan tällä asiakirjalla tarkastetuiksi viranomaiselle sekä tuomaan asiakkaalle varmuus hyvin tehdystä työstä.

6 Loppupiirustuksien standardipohjaisuus

Loppupiirustuksista on useita standardeja, ja ne löytyvät SFS 6000 standardisarjasta. Ensimmäinen standardi, joka SFS 6000:sta voidaan paikantaa on SFS 6000-1 kohta 132.13. Siinä mainitaan, että jokaisesta sähköasennuksesta on oltava tarpeelliset dokumentit. Tästä syystä insinööriyössä pyrittiin toteuttaa kaikki työmaahan liittyvä dokumentaatio ja niihin tehdyt muutokset.

Standardin SFS 6000-5-51 kohta 514.5 edellyttää, että sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenevät erityisesti seuraavat tiedot: virtapiirien laji ja rakenne (kulutus pisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit) sekä tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet, ja niiden sijainti voidaan tunnistaa. Nämä asiat liittyvät pääkaavioihin ja käyttöönottopöytäkirjoihin.

Standardin SFS 6000-1 kohdan 132.2 ja alakohtien mukaan sähkösuunnittelussa tulee ottaa huomioon johtimien ja lukumäärien merkinnät. Tämä pätee myös sähköasennusdokumenttien ajankohtaistamisessa. Puutteelliset johdinmerkinnät sekä ryhmämerkinnät tulee merkitä huolellisesti suunnitelmiin. [7.]

Standardin SFS 6000-1 kohdassa 134.2 vaaditaan sähköasennuksilta käyttöönottotarkastusta, jotta ne voidaan ottaa käyttöön. Myös SFS 6000-6 kohdassa 61.1.1 on maininta, että jokainen asennettu sähkölaite tulee tarkastaa ennen käyttöönottoa. Tämä kirjataan käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan joka liitetään loppupiiirustusdokumentteihin. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja on virallinen, allekirjoitettu dokumentti joka suojaa asiakasta sekä urakoitsijaa mahdollisilta ongelmilta. Pöytäkirjalla todistetaan viranomaiselle käyttöönoton piiriin kuuluneet alueet ja niiden mittaushetkellä kirjatut virta- sekä aika-arvot.

Viimeisimpänä standardina mainittakoon SFS 6002 kohta 4.7. Sähkölaiteistosta on oltava käytettävissä ajantasaiset piirustukset ja asiakirjat. Tämä antaa selvän kuvan siitä, että loppudokumentointi on vaadittu sähköstandardeissa. Yrityksillä nämä asiat eivät saa olla epäkunnossa, ja asiakkaalla on oikeus vaatia urakoitsijaa toimittamaan loppudokumentointi lyhyen ajan sisällä lopputarkastuksen jälkeen. Loppupiiirustukset on päivitettävä, jos asennuksiin tehdään muutoksia.[7.]

7 Loppupiiirustuksien piirtäminen

Mittakaavaan piirtäminen on aina oleellinen asia, mikä tulee huomioida. Loppupiiirustukseen piirrettävät muutokset täytyy olla paikkansa pitäviä ja todenmukaisia. Muutoksien pitää olla oikeilla symboleilla piirretty, oikeassa sijainnissa ja oikeassa mittakaavassa. Jos mittakaava heittää, edellä mainitut seikat eivät ole enää paikkansa pitävä.

Joskus standardeista joutuu tinkimään, jos esimerkiksi kohteen asemakaava on suuruusluokaltaan sellainen, ettei sitä voi siinä mittakaavassa tulostaa. Sellaisessa tapauksessa tulee korostaa piirustuksen mittakaavan olevan tavallisesta poikkeava. Yleensä asemakaavoissa mittakaava on joko 1:200 tai 1:250. Tasopiiirustuksissa sen tulisi aina olla 1:50. Mittakaava merkitään aina oikeassa alakulmassa olevaan informaatiokenttään, jota kutsutaan ammattitermein otsikkoalueeksi. Otsikkoalueessa on mittakaavan lisäksi myös urakoitsijan logo, kohteen tiedot ja sen sijainti, päivämäärä jolloin kohteen kuvia on viimeksi päivitetty, piirustusnumero sekä piirustuksen tyyppi ja piirustuksen sisältö.

7.1 Loppupiirustuksien ongelmakohtat

Ennen työn aloittamista kesällä 2014 loppudokumenttaation vaatimuksia täyttäviä piirustuksia (AS BUILT) ei ollut lainkaan. Saatavilla oli vain yli vuoden vanhoja piirustuksia.

Piirustusten vanhan suunnittelun takia niihin tuli todella suuria muutoksia. Jossakin tiiloissa ei ollut lainkaan suunnittelua, vaan kaikki täytyi ensin piirtää työmaalla tyhjille piirustus pohjille ja sen jälkeen tietokoneella valmiiksi. Eri syiden vuoksi saatavilla ei myöskään ollut asentajien tekemiä punakynäsarjoja, jotka sisältäisivät alkuperäisiin suunnitelmiin tehdyt muutokset.

Alkutilanteessa on tiedossa ongelmakohtia, joihin tulisi keksiä ratkaisut työprojektin aikana. Ongelmien ratkaisu on tärkeä osa insinöörityöprojektissa.

7.1.1 Dokumenttien löytäminen

Yhtenä ongelmana oli löytää kaikki urakkoihin liittyvät paperiset piirustukset työmaalta ja tarkistaa, onko niihin tehty ns. punakynämuutoksia. Piirustuksien löytämiseen meni noin viikko, siksi että työmaalla oli useita kopioita samasta piirustuksesta. Piirustukset oli vaikea löytää, koska ne olivat laajalla alueella ja työmaalla oli muutettu paikasta toiseen monta kertaa. Onneksi kaikki piirustukset kuitenkin löytyivät. Dokumenttien kokoamisen aikana oli tärkeää, että asentajien pyynnöstä heillä oli saatavilla sähköinen kopio, jota he pystyivät käyttämään asennuksien aikana. Tätä tarkoitusta varten työmaalla oli tulostin ja asentajalle saatiin tulostettua piirustukset verkkolevyttä.

7.1.2 Tarkepiirustussarjan puuttuminen

Tarkepiirustussarjaa ei ollut saatavilla, koska aliurakoitsija oli vaihtunut. Eikä myöskään siitä syystä, että uusia asentajia ei ollut ohjeistettu tekemään tarkepiirustuksia. Ongelmilta olisi voitu välttyä huolellisella asentajien perehdytyksellä ja tiiviillä asentajien raportoinnilla. Jos työnjohto olisi ehtinyt ohjeistaa ja pitää huolen, että kaikki muutokset lisätään heti kuviin, olisi tehtävä ollut huomattavasti helpompi ja nopeampi.

7.1.3 Samasta dokumentista monta versiota

Työmaalla paperikuvista tarkistettiin jokainen kopio ja hävitettiin ylimääräiset, joissa ei ollut tarkepiirustusmerkintöjä. Mahdolliset tarkepiirustusmerkinnät siirrettiin yhteen piirustukseen, josta tuli ainoa fyysinen kopio.


Ongelmana oli myös tarkistaa, täsmäävätkö työmaan paperiset piirustukset tietopankissa oleviin sähköisiin kuviin, vai onko vuodessa tullut päivityksiä ja muutoksia suunnitelmiin. Tällaisten muutosten selvittäminen on hyvin paljon aikaa vievää. Sähköisessä muodossa oli myös useita samalla nimellä olevia piirustuksia. Ongelmana oli käydä kaikki piirustukset läpi ja siirtää viimeisimmät sähköiset piirustukset AS BUILT -kansioon (kuten rakennettu).

7.1.4 Henkilöstöongelmat yrityksessä

Kun loppudokumentaatiota alettiin tehdä, opastajana toimi suunnittelija. Kuukauden kuluessa suunnittelija kuitenkin irtisanoutui, ja siksi jouduttiin tekemään loput työmaan tarkepiirustussarjat itsenäisesti.

7.2 Sähköpiirustusluettelo

Sähköpiirustusluettelo on luettelo, johon listataan kaikki kohteeseen tehdyt loppupiirustukset ja niiden: koko, päivämäärä, muokkauksen päivämäärä, mittakaava, päivittäjä(t) sekä kaikki muu olennaisesti kokonaisuuden kannalta oleva tärkeä tieto. Piirustusluetteloon kirjataan myös piirustusten piirustusnumerot, jotka kertovat piirustuksen paikan loppupiirustuskansiossa. Kuvassa 7 (ks. seur. s.) esitetään JV1-urakan LVI-sähköistyksen sähköpiirustusluettelon osa:

		SÄHKÖPIIRUSTUSLUETTELO			Työnro	1 002 879
Kaivokselantie 9 01610 VANTAA Puh. 020 530 5500		 Vantaan Energia			Suunn/Piir	JS/TTa
		Långmosseninkuja 1, 01230 VANTAA			Luovutuspiirustus pvm	30.9.2014
Piirustus nro		Piirustuksen nimi	Mitta- kaava	.Tiedosto	Lehtiä	Piirustuspvm
89708-J0-SAx- 10001		Piirustusluettelo		.xls	5	30.9.2014
89708-J0-SAC- 12001		LVI-sähköistys, valvomo	1.krs, +24.500	1:50 .dwg		30.9.2014

Kuva 7. LVI-sähköistyksen sähköpiirustusluettelo

Kuvassa 7 on esitetty sähköpiirustusluettelon ensimmäistä sivua. Sähköpiirustusluettelosta nähdään selkeästi, kenen vastuulla piirustukset ovat ja kuka on ollut työntilaaaja.

Numerointi voidaan tehdä esimerkiksi seuraavalla tavalla: Numerosarjan ensimmäinen luku kertoo loppupiirustuksen luonteen, eli onko kyseessä automaatiosta vai tasopiirustus pohjaisesta piirustuksesta. Numerosarjan toinen luku kertoo tasopiirustuksen tai asennuksen sijainnin, eli esimerkiksi missä kerroksessa asennus tai vaikkapa sähkökaappi sijaitsee. Numerosarjan kolmannes sekä neljäs luku antaa esimerkiksi tiedon siitä, monesko sähkökaappi on kyseessä.

Piirustusluetteloon merkittävien arkkikokojen tulee olla eurooppalaisten standardien mukaisia, kuten esimerkiksi A0 - A4. Sähköiset dokumentit vastaanottanut asiakas voi kohdata lisätöitä selvittäessään, millä koolla piirustukset tulisi tulostaa kopiointiyrityksessä tai miten hänen tulisi tulostaa piirustukset omalla tulostinyksiköllään.

Päivämäärät, kuten esimerkiksi loppupiirustuksien luomispäivämäärät on hyvä merkitä tarkasti sekä selvästi loppukuvien piirustusluetteloon. Tämä toimenpide helpottaa loppupiirustuksien tulkinnassa usean jälkiasennuksen jälkeen.

7.3 Voimalaitoksen asemapiirustus

Asemapiirustus on kuvaus koko kohteen alueesta ja kohteen sähkösyötöstä. Kyseessä on arkkitehtuurinen pohja kohderakennuksesta, johon sähköurakoitsija tai suunnittelu-toimisto on suunnitellut kohteelle vedettävät syöttökaapelit.

Asemapiirustukseen merkitään myös keskijännitekojeiston ja pääkeskuksen sijainti, maa- tai ilmakaapelireitit ja tyypit, kaapeleilla syötettyjen sähkölaitteiden sijainti, pihavalaisimet, lämmittimet sekä teletekniset laitteet kuten tukiasemat ja kamerat.

7.4 Sähkötasopiirustukset

Sähkötasopiirustukset ovat olennainen osa sekä sähkösuunnitelmaa että loppupiirustusdokumentointia. Ne toimivat karttana piirustuksia tulkitsevalle henkilölle, joka ei ehkä aikaisemmin ole ollut urakassa mukana. Niin sähkösuunnitelmissa kuin myös loppupiirustuksissa sijaintimerkinnot on merkitty arkkitehtuuriseen rakennuksen pohjapiirustukseen, jossa rakennus on kuvattu ylhäältä päin. Tasopiirustuksista selviää tulkitsejalle valaisimien, pistorasioiden, johdotusten sekä muiden sähköasennusten sijainnit, ja asennettujen komponenttien lukumäärä.

Jokainen asennus piirretään niille tarkoitetuilla symboleilla, merkiten viiteviivoin kaikki olennainen tieto, joka poikkeaa asennusstandardeista. Tasopiirustuksista selviää asennusten sijainnit kohteessa. Hyvässä loppupiirustuksessa asennusten sijainnit pitävät paikkansa senttien tarkkuudella. Käytännössä sähkösuunnitelmien ja lopullisten asennuksien liian tarkka tulkitseminen ja merkinnät saattavat koitua varatun ajan ylittämiseen ja aiheuttavat lisäkuluja.

Kokenut suunnittelija tai asentaja osaa kuitenkin arvioida esimerkiksi kattovalaisimien sijainnit huoneessa aika hyvin, eikä selvää eroa voida nähdä kuin mittaamalla paikan päällä. Yleensä henkilö, joka kirjaa sähkösuunnitelmista poikkeavat asennukset, on asennuksen tilasta eniten tietävä eli asentaja. Kun työpaikalla on ollut kiireistä ja takarajat ovat olleet erittäin lähellä, tai asennuksessa on ollut epäselvyyksiä, on asentaja jättänyt sähkösuunnitelmien tarkemerkinnät tekemättä. Tässä tapauksessa asentaja ja suunnittelija käyvät lopputarkastuksen yhteydessä tai sen jälkeen loppupiirustukset ja asennukset läpi. He piirtävät sähkösuunnitelmiin merkinnät siten, että ne vastaavat loppupiirustuksissa senhetkistä asennusta.

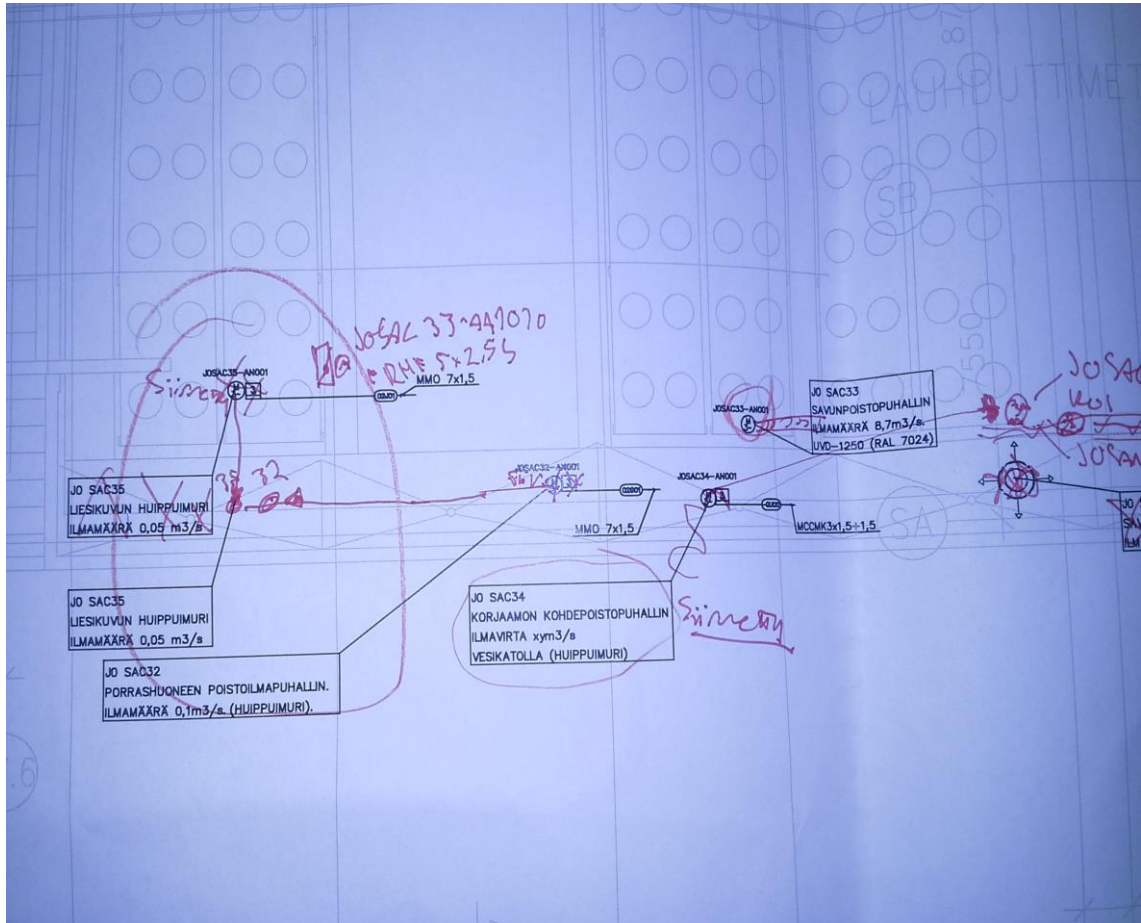
Kohteissa, joissa asennusten määrä on iso, tehdään erikoisjärjestelmille omat tasopiirustukset. Erikoisjärjestelmiin kuuluu mm. antennijärjestelmä, yleiskaapelointijärjestelmä, ohjausjärjestelmä, paloilmoinjärjestelmä ja rikosilmoinjärjestelmä. Pienemmissä kohteissa, kuten esimerkiksi omakotitaloissa palovaroitinjärjestelmä voidaan piirtää vahvavirtasuunnitelman päälle. Tämä helpottaa asentajan työtä, sillä hänelle riittää yksi tasopiirustus kohteesta, jonka mukaan asennetaan. Isoissa kohteissa paloilmoinjärjestelmää ei missään nimessä saa mallintaa vahvavirran kanssa samaan suunnitelmaan. Paloilmoinjärjestelmäntasopiirustusta saatetaan käyttää palokunnan pelastustehtävissä paikannuskarttana palohälyttimille joko vian tai hälytyksen yhteydessä toiminnan nopeuttamiseksi. Yleensä kuitenkin palovaroittimet asentanut tai asennuttanut urakoitsija tekee palokunnalle erikseen selkeän paikannuskartan, josta ilmenee tasopiirustusmaisesti paloilmoinjärjestelmien sijainnit huonekohtaisesti.

Tyypillisimpiä loppupiirustuspäivityksiä ovat ryhmämerkinnät ja johdinmerkinnät, sillä etenkin huonolaatuisissa suunnitelmissa niitä ei yleensä ole. Ryhmämerkinnät ovat tärkeitä etenkin siksi, että asentaja tietää, mistä mitäkin syötetään. Jos sulakemerkinnöissä tai ryhmämerkinnöissä on ristiriitaisuuksia, siitä aiheutuu vakavia turvallisuusongelmia ja tapaturmatilanteita. Ryhmämerkinnät käydään asentajan kanssa läpi työmaalla. Are Oy:n työmailla on ollut tapana merkitä syötöt ainakin pistorasioihin ja valopisteisiin, sekä keskuksiin.

JV1-urakoissa suurimmat muutokset olivat rakennussähköurakassa. Muutoksia tehtiin kaapeliteiden sijainteihin, pistorasioihin, valaistuksen määrään ja valaistuksen positioon. Useita alkuperäisiä suunnitelmia piti tehdä alusta loppuun uusiksi. Muutoksia tuli paljon sen takia, että suunnitelmia tehdessä ei ollut tarkkaa tietoa tilasta, mihin laitteet asennettiin, eikä kunnollisia arkkitehtisuunnitelmia. Valaisimien positio ja valaisimien määrä pystyttiin tarkentamaan vasta tilaajan edustajan tekemien kommenttien perusteella. Liitteen 1 kuvasta 1 näkyy pieni osa tasopiirustusta.

On hankalaa selvittää jälkikäteen, mistä tulee esimerkiksi uuden valaisimen sähkösyöttö. Tiloissa on hyvin paljon kalusteita, kaapeliteitä, kaapeleita ja IV-kanavia. Tämän takia työ on todella hidasta ja raskasta. Lisäksi jatkuvat lisätyöt hankaloittivat dokumentaation tekemistä entisestään. Myös esiin tulevat virheet asennustyössä täytyy korjata tässä työvaiheessa.

Oli avuksi puhua asentajien kanssa, jotka olivat toteuttaneet asennustöitä. Asentajat osasivat helposti paikantaa uusien laitteiden syöttökaapeleiden sijainnit ja pyydettyä tehdä muutoksia olemassa oleviin asennuksiin, sekä näin ollen asennukset täyttäisivät vaatimukset. Asentajat osasivat myös kertoa, miten laitteet on kaapeloitu. Kokonaisuudessaan prosessiin kului 8kk aikaa. Kuvassa 8 esitetään tarkepiirustus työmaalta:



Kuva 8. Tarkepiirustus työmaalta

Kuvasta 8 käy ilmi, miten suuria muutoksia työmaalla on tehty yhdessä tasopiirustuksen osiossa. Puhaltimia on siirretty pitkiä matkoja, sekä laitteita on lisätty ja nimetty uudelleen.

7.5 Erikoisjärjestelmät

Erikoisjärjestelmät kirjataan erillisiin tasopiirustuksiinsa. Yleisesti erikoisjärjestelmiin merkitään sähkösyötöt, ryhmämerkinnät ja syöttävä kaapeli. Järjestelmät on jaettu omiin piirustuksiinsa, jotka selventävät ja helpottavat dokumenttien tulkitsemista.

Antennijärjestelmäkaavioon merkitään antennipistorasiat, vahvistimet, antennikaapelit ja antenni.

Paloilmoitinjärjestelmään merkitään paloilmaisimet, niiden kaapeloinnit, käsin ohjattavat hälytysyksiköt ja hälytyskeskus.

Salamasuojausjärjestelmään liittyviin piirustuksiin merkitään sieppaustangot, alastulojohtimet, liittimet ja maadoituselektrodit.

Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmän tasopiirustuksiin merkitään valaisimien tyypit, positiot, sekä syöttävä keskus ja ryhmä, johon valaisin kuuluu.

Savunpoistokaavioihin merkitään savunpoistonlaukaisukeskukset, savunpoistonohjauskeskus, savunpoistoluukut, ohjauskaapelit, syöttökaapelit ja tilatiedot kulunvalvontakeskukselle.

Kulunvalvontakaavioon merkitään voimalaitoksen ovet, jotka on varustettu kulunvalonnalla, sekä kulunvalvontakeskusten sijainnit ja kulunvalvonnalla varustetut savunpoistoluukut.

Maadoituskaaviossa kuvataan kunkin lisäpotentiaalintauskiskon kaapelit ja laitteet jotka on kytketty kaapeleihin. Maadoituskaaviossa näkyy myös kaapelitunnukset, sekä kaapelityypit.

Saattolämmitysjärjestelmänpiirustuksissa näkyvät saattolämmitettyjen putkien ja kaivojen sijainnit, kaapelityypit ja kaapelitunnukset.

Digidim-kaaviossa näkyvät Digidim-reitittimet sekä tilat, mitä Digidim-järjestelmä ohjaa.

7.5.1 Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmäkaavioon merkitään jaottimet, haaroittimet, antennipistorasiat, vahvistimet, antennikaapelit ja antenni. Antennijärjestelmän asentaminen ja suunnittelemisen ei ole monimutkaista, ja tästä syystä suunnitelmiin tulee harvoin muutoksia. Todennäköisin muutoksen syy antennikaavioihin on se, että asiakas haluaa poiketa sähkösuunnitelmasta ja tilata lisärasioita asennuskouruihin. Vahvistimien ja antennikaapeleiden muutokset ovat yksi muutoksen todennäköisimmin kokeva alue. Maahantuojilla mallistot vaihtuvat muutaman vuoden välein, ja haettua vahvistinta tai kaapelityyppiä ei välttämättä enää löydy.

Urakoitsija päätyy valitsemaan jonkin toisen vahvistimen. Tällöin vahvistinmuutos merkitään luetteloon ja vahvistimen tiedot lisätään loppupiirustusdokumentteihin liitteenä. Sähkösuunnitelmissa antennikaavioon ei merkitä arvoja, joten vahvistinmuutoksen tai rasiatyyppin vaihdoksen takia ei tarvitse korjata antennikaaviota.

7.5.2 Paloilmoitinjärjestelmä

Palovaroitinjärjestelmäpiirustuksissa näkyvät savulohkojen sijainnit, ja kunkin savulohkon pisteiden sijainnit, sekä eri keskukset, jotka sijaitsevat savulohkonalueella. JV1-urakan palovaroitinjärjestelmissä on käytetty seuraavia komponentteja: palohälytyspainikkeita, lämpökaapelia, näytteenottoa, lämpö- ja savuilmaisimia.

Lämpö- ja savuilmaisimet, sekä palohälytyspainikkeet ovat yleisiä toimisto- ja liikehuoneistourakoissa. Näytteenotto, ja lämpökaapeli ovat erikoisempia ratkaisuita, joita ei esiinny kuin vaativissa olosuhteissa.

Lämpökaapeli asennetaan johtotien sivuun valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lämpökaapelin toiminta perustuu ohuen suojakuoren sulamiseen, mikä aiheutuu oikosulun. Liitäntäyksikkö havaitsee tarkan metrimäärän, missä oikosulku tapahtui ja aiheuttaa palohälytyksen.

Näytteenottojärjestelmään kuuluu näytteenottoyksikkö ja näytteenottoputkisto. Näytteenottoyksikkö imee ilmaa putkistosta näytteenottoyksikönkennoihin, minkä jälkeen imetty ilma skannataan laser-lukijalla. Kennon havaittua savuhiukkasia, näytteenottoyksikkö antaa palohälytyksen.

Palovaroitin järjestelmään kuuluu myös kolme pääkeskusta, jotka on kytketty tähtimuodostelmaan, ja kaikki toimivat rinnan. Jos yksi pääkeskus on huoltotilassa, ovat kaksi muuta edelleen toiminta kuntoisia. Käytössä on Schneiderin Esmikko-keskuksia.

7.5.3 Salamasuojausjärjestelmä

Salamasuojausjärjestelmä on tarkoitettu suojaamaan rakennusta suoralta salamaniskulta. JV1-urakassa salamasuojaus koostuu sieppaustangoista, alumiinijohtimesta, erilaisista liittimistä, maadoituselektrodeista ja Dehncui-johtimesta. Sieppaustangot on asetettu JV1-laitoksen vesikatoille suunnitelmien sekä tilaajan edustajan ohjeiden mukaisesti. Vesikatoilla on käytetty kolmea eripituista sieppaustankoa: kolme-, neljä- ja viisi metrisiä. Alumiini johdinta on käytetty yhdistämään sieppaustangot toisiinsa ja maadoituspisteisiin, jotka ovat laitoksen teräsrakenteita ja maadoituselektrodeja. Liittimillä yhdistetään alumiini johdin sieppaustankoon ja maadoituspisteisiin. Maadoituselektrodit ovat rakennusurakkaan kuuluvia kupari johtimia, jotka on johdettu maahan. Dehncui-johdin on maantasolle tuleva kosketus-suojattu johdin, joka on 2,5m pitkä. Salaman iskiessä henkilö ei voi vahingossa koskea alastulojohtimeen, koska Dehncui-johdin on asennettu. Dehncui-johdin liitetään 2,5m:n korkeudessa alastulojohtimesta ja noin 20cm:n korkeudessa maadoitus elektrodiin. Kuvassa 9(ks. seur. s) on valkoinen Dehncui-johdin:



Kuva 9. Dehncui-johdin asennettuna

Kuvassa 9 on esitetty Dehncui-johtimen asennustapa työmaalla.

7.5.4 Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmä

Turva- ja poistumistievalaistusjärjestelmä koostuu varavoiman piiriin kuuluvasta valaistuksesta. Tällaisia ovat valaistut poistumisopasteet ja turvavalaisimet. Poistumistievalaistus on Suomen sähkö- ja teleurakoitsijan liiton julkaisun mukaan turvavalaisuksen osa, joka takaa poistumisteiden varman tunnistettavuuden ja turvallisen käytettävyyden kun valaistusta tarvitaan. Poistumisvalaistusjärjestelmä, toiselta nimeltään turvavalaisuus, on tärkeä turvallisuustekijä isommissa kohteissa.

Turvavalaisuus osoittaa hätätilanteessa poistumisreitit vihrein valokyltein oviaukkojen yläpuolella. Poistumisvalaistusjärjestelmäpiirrokseen merkitään turvavalaisimet, kaapeloinnit, valaisintyyppimerkinnät, ryhmäsyöttömerkinnät, jakorasiat ja turvavalaisuuskeskus niille osoitetuin symbolein. Turvavalaisuusjärjestelmäkeskuksia on kolme, ja ne löytyvät sähkötiloista JV1-laitoksen maatasolla. Poistumisvalaistuskeskuksena urakassa käytettiin Teknowaren keskusta.

7.5.5 Savunpoistokaavio

Savunpoistokaaviosta löytyy savulohkon sisältämät pisteet, kaapeloinnit ja kaapelimerkit. JV1-urakassa savunpoisto on toteutettu painovoimaisella- ja koneellisella savunpoistolla.

Painovoimainensavunpoisto koostuu savunpoistoluukuista, savunpoistonohjauskeskuksesta, savunpoistonlaukaisukeskuksista sekä korvausilmareiteistä. Painettaessa savunpoistoluukun avauspainiketta savunpoistonohjauskeskuksesta tai savunpoistonlaukaisukeskuksesta avautuu savunpoistoluukku. Korvausilmareittejä avattaessa syntyy alipainetta, ja tiloihin kertynyt savu poistuu painovoimaisesti. Kuvassa 10 esitetään savunpoistonohjauskeskuksen painovoimaisensavunpoistonohjaus-osio.



Kuva 10. Savunpoiston ohjauskeskus JOSAY01

Kuvassa 10 esitetyt savunpoistonlaukaisupainikkeet on suojattu muovikansilla, jottei vahinko painalluksia tapahtuisi. Kansi pidentää savunpoistopainikkeen elinkaarta. Painikkeet on merkitty selvästi kilvillä ja teipillä.

Koneellisessa savunpoistossa savunpoistopuhaltimet kytketään savunpoistonohjauskeskuksesta päälle, minkä jälkeen puhaltimet imevät ilmaa savulohkoista. Käytössä on puhaltimia, jotka toimivat normaalissa käytössä yleispuhaltimina ja savunpoistotilanteissa savunpoistopuhaltimina ja pelkkiä savunpoistopuhaltimia.

7.5.6 Kulunvalvontajärjestelmä

Parhaiten kulunvalvontajärjestelmää kuvaa toimintakaavio. Tällä piirustustavalla saadaan esille koko kulunvalvontajärjestelmän toiminta. Kulunvalvonnan keskusyksiköllä ohjataan tilojen ja käytävien ovien lukitusta, ja kulunvalvonnan keskusyksikköä ohjataan valvonta-alakeskuksella. JV1-projektissa kulunvalvontakaaviosta näkyvät ovet, jotka on varustettu kulunvalvonnalla.

7.5.7 Maadoituskaavio

Maadoituskaavion tekee sähkösuunnittelija etukäteen. Liitteen 2 kuvassa 1 on esitetty maadoituskaavio työmaalta. Suunnittelijan vastuulla on suunnitella laitteiden maadoitukset ja maadoituskiskojen sijainti. Vaikka suunnittelija ei vastaa virheellisestä maadoitus-suunnitelmasta tapaturmatilanteessa, on suunnittelijalla kuitenkin suuri vastuu maadoituksen oikeellisuudesta. Jos suunnitelmassa ei ole otettu huomioon jonkin laitteen maadoitusta tai maadoituskiskoja ei ole yhdistetty, tulee sähköurakoitsijalle lisätöitä, jotka asiakas kustantaa. Maadoitussuunnitelman puuttuessa voi suunnittelija viestiä puheen tai käytännön ohjaamisen kautta maadoituskiskojen sijainnit sekä neuvoa asentajia maadoituksessa. Opastuksen puutteellisuuden paikkaava kokenut asentaja osaa päätellä laitteiden asennuksen yhteydessä, mitkä laitteet kuuluvat maadoituksen piiriin ja mikä paikka on optimaalisin johtojen vetopituuden minimoimiseksi. JV1-projektissa maadoitukseen kuului IV-koneikoiden, IV-putkistojen, taajuusmuuttajien ja keskuksien maadoitus. Kuvassa 11 (ks. seur. s.) esitetään maadoituskisko JV1-urakan työmaalla.



Kuva 11. Maadoituskisko JOSAC01GV002

Kuvassa 11 on esitetty maadoituksessa käytetyt kaapelikilvet ja kaapelit. Maadoituskiskot on merkitty keltaisella tarralla ja niille kuuluvalla KKS-positiotunnuksella.

Maadoituskiskossa kiinni olevissa maadoituskaapeleissa on keltavihreä vaippa, ja jokainen johto on merkitty kaapelikilvillä. Maadoitusjohtojen merkintätapa voi vaihdella urakoiden välillä, mutta tässä tapauksessa Vantaan Energian edustajan vaatimus oli kaapelikilvet [8.]. Maadoitusjohtot oli ensin merkitty tussilla johtoon.

Maadoituksien ensisijainen tarkoitus on vaarallisten kosketusjännitteiden syntyminen estäminen järjestelmän tai laitteiden vikatapauksessa. Toissijaisesti maadoituksen tarkoitus on estää häiriöiden syntyminen tele- ja elektroniikkajärjestelmissä.

7.5.8 Saattolämmitysjärjestelmä

Saattolämmitysjärjestelmäpiirustuksissa näkyvät vesiputket, kattokaivot ja sadevesiräystäät mitkä ovat saattolämmitettyjä. Saattolämmitykset ovat tärkeitä, jotta vesiputket, sade- ja sulamisvesitiet eivät jäädy. Saattolämmitysjärjestelmäkuvista käy ilmi, missä saattolämmitykset sijaitsevat, miltä keskukselta syöttö tulee, millä kaapelilla syöttö tulee ja minkälaisella kaapelilla saattolämmitys on toteutettu.

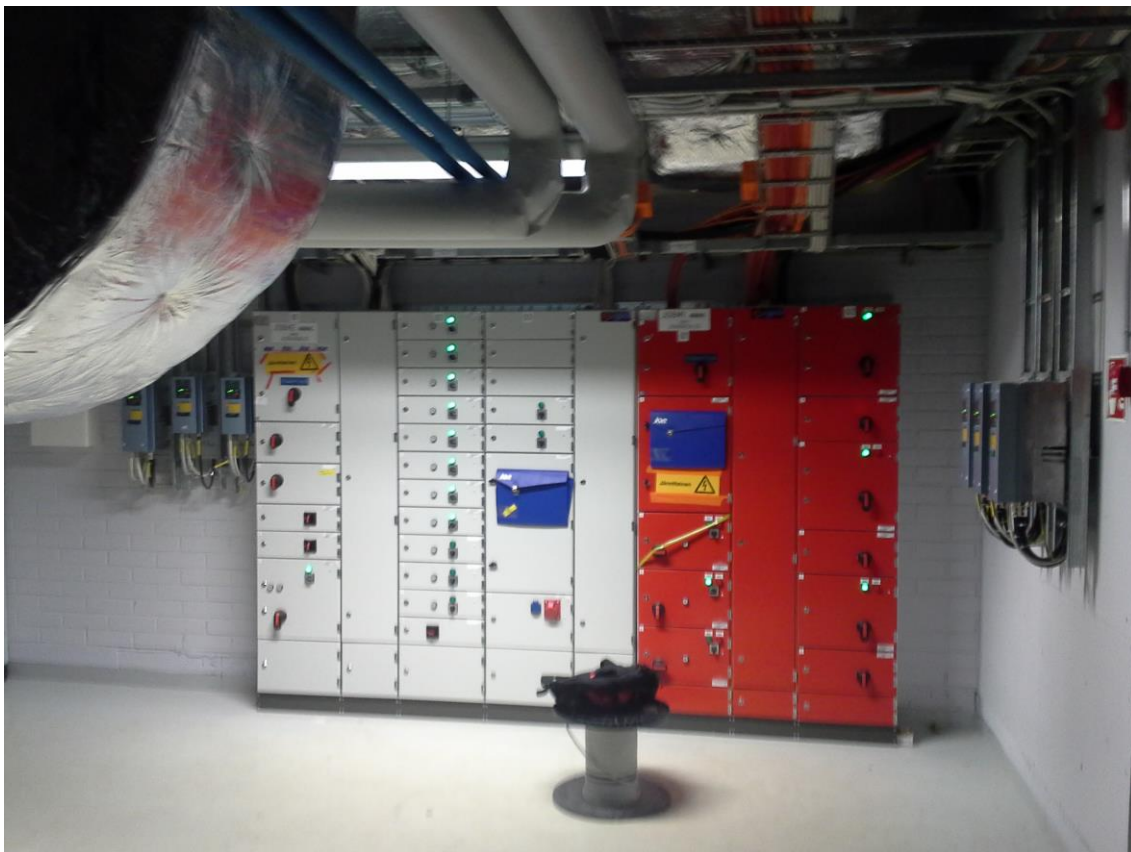
7.6 Sähkökeskukset ja niiden pääkaaviot

Pääkaaviot tehtiin molempien JV1-urakoiden kaikista keskuksista. Yhteenlaskettu keskusmäärä on 46 keskusta. Valaistuskeskuksia on kahta eri mallia. Toinen malli eroaa lisätyllä varavoimaosiollla, ja se on merkitty –GP201-tunnuksella.

Valaistuskeskuksen varavoimaosasta on otettu esimerkiksi savunpoistonlaukaisukeskuksen syöttö, sekä turvavalaistuksen syöttö. Tavallinen valaistuskeskuksen osa merkitään –GP001-tunnuksella. Tavallisesta osiosta otetaan syöttö rakennuksen valaistukseen ja pistorasioiden sähköistykseen.

Lämmityskeskuksia on kolme. Lämmityskeskukset sijaitsevat voimalaitoksen sähkötiloissa. Lämmityskeskukset toimivat saattolämmityksiä syöttävinä keskuksina.

Savunpoistokeskuksia on neljä ja ne syöttävät savunpoistopuhaltimia. Savunpoistokeskukset sijaitsevat hoitotasoilla sekä IV-konehuoneissa. Savunpoistokeskukset on nimetty JOBM-. Kuvassa 12 (ks. seur. s.) esitetään sähkökeskukset asennettuna.



Kuva 12. IV-sähkökeskus J0BKE ja Savunpoistokeskus J0BMI

Liitteen 3 kuvassa 1 on esitetty J0BKE sähkökeskuksen pääkaavion toinen sivu.

Kuvassa 12 on esitetty kaksi sähkökeskusta, ja ne sijaitsevat vesilaitoksen IV-konehuoneessa. Työmaalla käytetyt sähkökeskukset ovat toimittaneet E avenue Oy, ja Norelco Oy. Kooltaan keskukset ovat keskikokoisia, 1 960 mm korkuisia ja 1 200 mm tai 2 400 mm leveitä.

IV-sähkökeskuksia on 13, ja ne sijaitsevat hoitotasolla sekä IV-konehuoneissa. Keskukset on nimetty juoksevasti J0BKA-J0BKM. IV-keskukset sähköistävät erilaisia ilmanvaihtoon liittyviä koneita.

Pääsähkökeskuksia on neljä. Ensimmäinen J0BLD sijaitsee valvomoblokin neljännen kerroksen sähkötilassa. Toinen J3BHL sijaitsee LTO-kattilan maatason sähkötilassa. J0BMC on varavirran pääkeskus ja se sijaitsee valvomoblokin neljännen kerroksen sähkötilassa. J3BMB on varavirran pääkeskus ja sijaitsee LTO-kattilan maatason sähkötilassa. Pääkeskukset syöttävät pienempiä sähkökeskuksia.

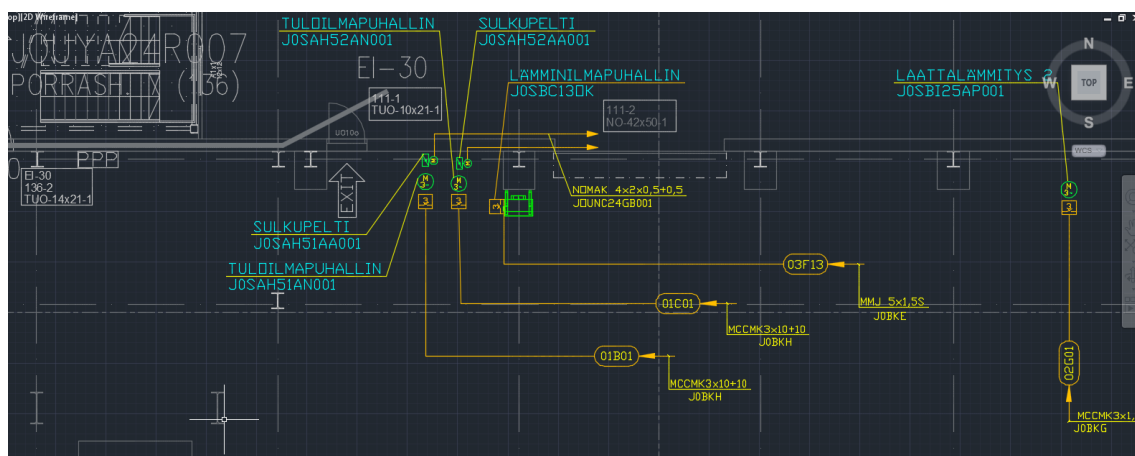
Pienempiä sähkökeskuksia ovat savunpoistokeskukset, valaistuskeskukset, huoltosähkökeskukset, lämmityskeskukset.

7.7 Loppupiirustuksien puhtaaksi piirtäminen

Työmaalta saadut tarkepiirustussarjat kerättiin yhteen, jonka jälkeen piirustukset käytiin läpi piirustusluettelon mukaisessa järjestyksessä. Loppupiirustukset piirrettiin puhtaaksi käyttämällä CADS-, Autocad-, Excel- ja Picasso-ohjelmaa. Tasopiirustukset piirrettiin Autocadilla. Exceliä käytettiin piirustus-, kaapeli- ja valaisinluettelossa, sekä moottorilistassa. CADS-ohjelmaa käytettiin keskuksien pääkaavioiden piirtämisessä. Picasso toimi piirikaavio ohjelmana. Vaativin vaihe oli tarkistaa, että kaikki tiedot täsmäivät toistensa kanssa kaikissa piirustuksissa.

7.7.1 Tasopiirustuksien puhtaaksi piirtäminen

Tasopiirustukset piirrettiin käyttäen Autocadia. Tasopiirustuksia piirrettäessä oli kiinnitettävä huomiota kaapeleiden tyypeihin ja sähkösyöttöjen oikeellisuuteen. Kuvassa 13 esitetään tasopiirustuksen näkymä Autocadissa.



Kuva 13. JV1-urakan LVI-sähköistys tasopiirustus

Kuvassa 13 on esitetty pieni osa yhdestä tasopiirustuksesta. Tasopiirustuksessa näkyy puhaltimien tunnuksia, kaapelityypit, syöttävät sähkökeskukset ja keskuksien lähdöt.

7.7.2 Pääkaavioiden puhtaaksi piirtäminen

Pääkaaviot piirrettiin käyttämällä Autocad- ja CADs-ohjelmaa. Pääkaavioiden tarkistaminen työmaalla oli raskasta, koska asentajat eivät olleet merkinneet lisäämiään kaapeleita olemassa oleviin pääkaavioihin. Työmaalla oli ollut saatavilla pääkaaviot, mutta niistä ei pidetty huolta. Jälkeenpäin on hidasta selvittää merkitsemätön kaapeli varsinkin, kun kyseessä on toiminnassa oleva voimalaitos. Kuvassa 14 esitetään JOBLD-sähkökeskuk- sen pääkaavion tarkepiirustusversio työmaalta:

RYHMÄ	KAAVIO	NIMITYS	SULAKE A / A	KAAPELITYYPPI mm ²	I _n / A	P _n /kW	R
	02D01	VARALLA	/125				
	02E01	VARALLA	/125				
	03A01	HUOLTOSÄHKÖKESKUKSET, KATTILA 12 +52.900	63/125	AMCMK 4X50+16	63	7	
	03A02	HUOLTOSÄHKÖKESKUKSET, KATTILA 13 +52.900	63/125	AMCMK 4X50+16	63	7	
	03B01	SAATTOLÄMMITYSKESKUS JOBLD	80/125	AMCMK 4X70+21	125	18	
	03B02	VALAISTUSKESKUS JOUEA24GP001, PA VASTAANDTTO	80/125	AMCMK 4X70+21	80	27	
	03C01	JAKOKESKUS JOUEE24GP001, MURSKAIMEN ALATILA	80/125	AMCMK 4X70+21	80	10	
	03C02	JAKOKESKUS JOUBA24GP002, KUONABUNKKERIN SÄHKÖTILA	63/125	AMCMK 4X50+16	63	14	
	03D01	SAATTOLÄMMITYSKESKUS JOBLK, VESILAITOS	80/125	AMCMK 4X70+21	80	5	
	03D02	SAATTOLÄMMITYSKESKUS JOBLJ, VALVOMO	80/125	AMCMK 4X70+21	80	5	
	03E01	HUOLTOSÄHKÖKESKUKSET 5 KERROS ? JOUHA 42 60007	63/125	AMCMK 4X50+16			
	03E02	VARALLA VESILAITOS N16 JOUHA 44 60007	63/63	AMCMK 4X50+16			
	03F01	JAKOKESKUS JOUBA24GP001, VALVOMORAK. +24.500	80/125	AMCMK 4X70+21	80	25	
	03F02	JAKOKESKUS JOUBA32GP001, VALVOMORAK. +32.300	80/125	AMCMK 4X70+21	80	30	
	03G01	VALAISTUSK. JOUBA31GP001, VESILAITOKSEN SÄHKÖTILA	63/63	AMCMK 4X50+16	63	13	
	03G02	VALAISTUSKESKUS JOUHA24GP001, KATTILA +24.500	63/63	AMCMK 4X50+16	63	6	

Kuva 14. Punakynä JOBLD pääkaaviosta

Kuvassa 14 on esitetty työmaalla tehdyt tarkemerkinnät aiempaan suunnittelu versioon. Pääkaavioissa tuli muutoksia kaikkiin mahdollisiin sarakkeisiin. Kaapelityyppiä tarkistaessa täytyy olla tarkkana kaapelimerkintöjen kanssa.

Nimi	Muokauspäivämä...	Tyyppi	Koko
As-Built	24.2015 11:33	Tiedostokansio	
DOC-hotel tiedostot	13.3.2015 9:31	Tiedostokansio	
DWG_salamat	24.7.2014 9:59	Tiedostokansio	
JV1_savukaasujen_käsittely	15.1.2014 11:50	Tiedostokansio	
Kaaviot	24.2.2014 9:55	Tiedostokansio	
Luovutus- ja mittausaineisto	21.10.2014 12:40	Tiedostokansio	
Merkit	6.2.2013 11:10	Tiedostokansio	
Nimilaput	10.3.2015 10:32	Tiedostokansio	
PDF_JV1	22.11.2013 12:30	Tiedostokansio	
Plotit	10.10.2014 10:02	Tiedostokansio	
Salamasuojaus	27.9.2013 14:16	Tiedostokansio	
Työnaik tiedot	20.3.2015 7:10	Tiedostokansio	

Kuva 16. Verkkolevyn tiedostorakenne

Kuvassa 16 on esitetty JV1-taloesähkürakan verkkolevykansion sisältö. Loppudokumenttaatio kerättiin punaisella ympyröityyn AS BUILT-kansioon ja päivitetty piirustukset lähetettiin painotaloon tulostettaviksi. Tämän jälkeen painetut piirustukset toimitettiin työtilaajan edustajalle tarkistettavaksi.

Kun kaikki loppudokumentteihin kuuluvat tiedostot oli hyväksytetty työtilaajalla, ne toimitettiin DOC-hotelliin. Tämän jälkeen dokumentit tulostettiin ja toimitettiin työtilaajalle mapeissa.

9 Yhteenveto

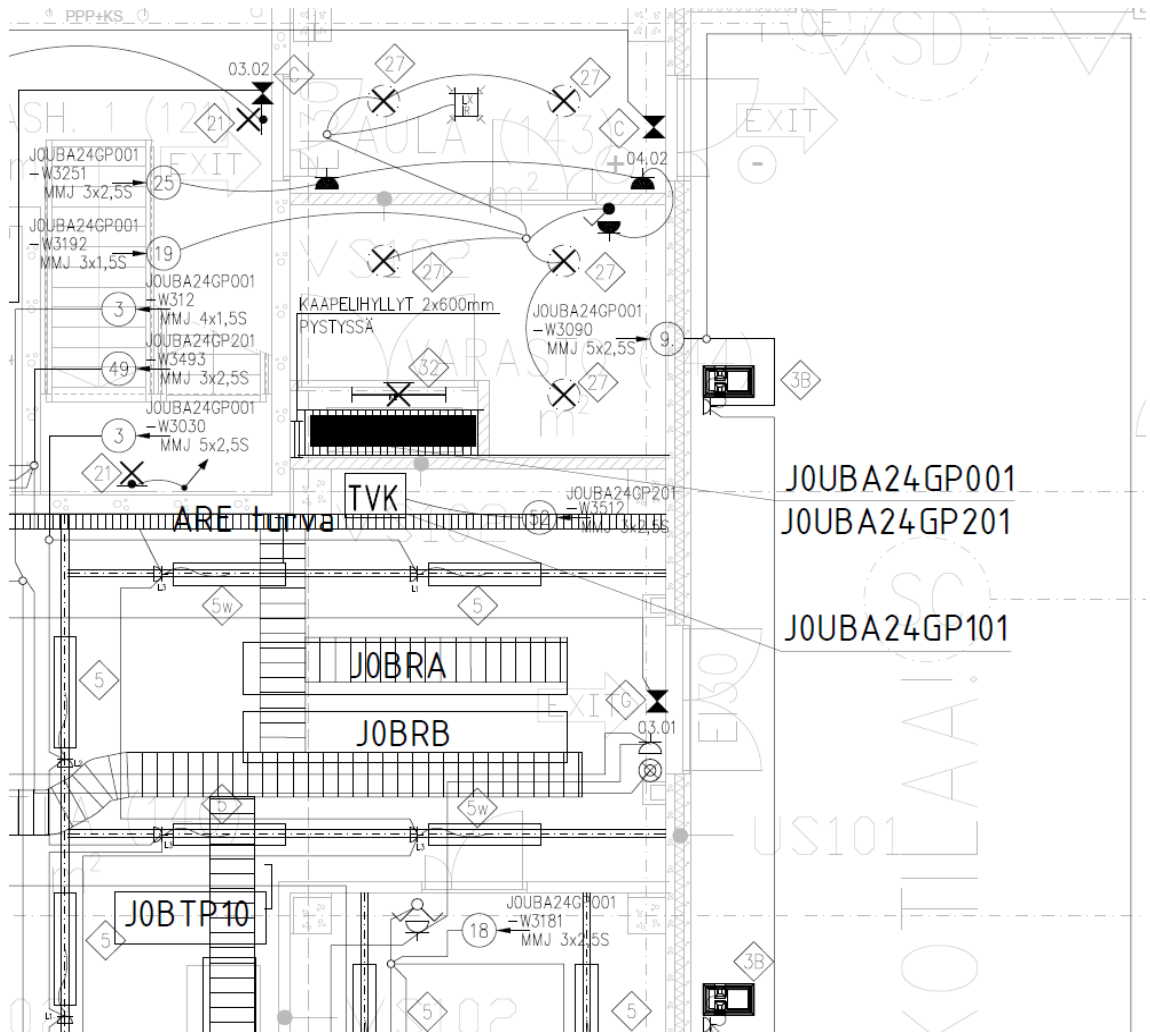
Insinööriyössä kerättiin kokoon kaikki urakoihin liittyvät sähköpiirustusdokumentaatiot, minkä jälkeen dokumentaatiot päivitettiin ajantasaiseksi, ja toimitettiin työntilaaajalle, sekä DOC-hotelliin. Työ saatiin tehtyä ajallaan valmiiksi ja toimitettua Vantaan Energialle. Insinööriyön tuloksena syntyivät sähköpiirustuksienloppudokumentaatiot liittyen urakka-kohteeseen.

Työprosessin aikana opittiin paljon sähköalan perusteista. Erityistä huomiota tulee kiinnittää sähköpiirustusten tarkepiirustusten ajantasaisuuteen. Kommunikaatio tilaajan tarpeista täydentää puutteellisia suunnitelmia ja ongelmatilanteita.

Lähteet

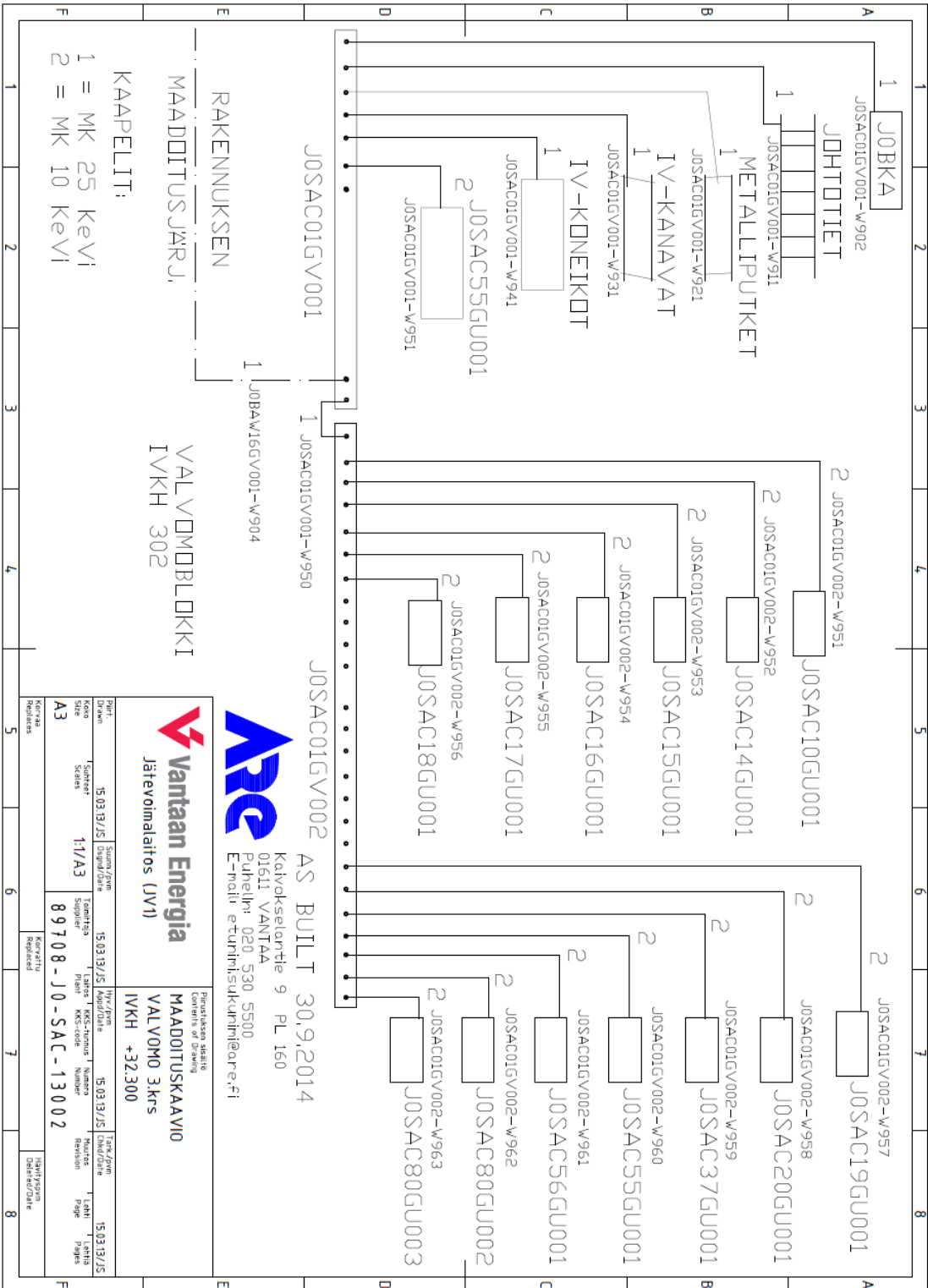
- 1 Are Oy 2014. Aren vuosikatsaus 2014. <http://www.aren.fi/FI/ajankohtaista/Sivut/Arenvuosikatsaus2014julkaistu.aspx> s.7
- 2 Are Oy 2015. Aren liiketoimintarakenne. Intranet/Organisaatiokaaviot/Toiminnallinen perusrakenne
- 3 Are Oy 2015. Kiinteistöpalvelut_organisaatio 01122014. Intranet/Organisaatiokaaviot/Kiinteistöpalvelut
- 4 Are Oy 2015.Talotekniikkaurakointi_Etelä-Suomi_Pks_organisaatio_. Intranet/Organisaatiokaaviot/Talotekniikkaurakointi
- 5 Are Oy 2014. Valokuva päätoimipisteen julkisivusta. <http://www.aren.fi/FI/tutustuareen/Sivut/Etusivu.aspx>
- 6 Pöyry Finland Oy 2010. Project instructions 60N50179.10-C0004 Vantaa s.
- 7 SFS RY 2012. Standardisarja SFS 6000.
- 8 Pöyry Finland Oy 2012. Technical instruction 60N50179.10-L0018 Vantaa

Liite 1 tasopiirustus



Kuva 1. Ote valvomoblokin +24.500 tasopiirustuksesta.

Liite 2 maadoituskaavio



Kuva 1 Maadoituskaavio valvomoblockki +32.300

