

ALD –pinnoituslaitteen sähködokumentointijärjestelmän uudistaminen

Jonas Andersson

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Informations- och medieteknik
Suuntautumisvaihtoehto:	Elektroteknik
Tunnistenumero:	3780
Tekijä:	Jonas Andersson
Työn nimi:	ALD –pinnoituslaitteen sähködokumentointijärjestelmän uudistaminen
Työn ohjaaja (Arcada):	DI Kim Rancken
Toimeksiantaja:	Beneq Oy
Työn ohjaaja (Beneq Oy)	Ins. Mika Saneri
<p> Tiivistelmä: Beneq P400A on Suomessa suunniteltu tuotantokäyttöön soveltuva ALD-ohutkalvopinnoituslaite. Laitteen alkuperäiset sähköpiirustukset ovat piirrettyjä eri asettelun mukaisesti kuin yrityksen muiden laitteiden sähköpiirustukset. Yrityksen kasvaessa on tärkeää että eri laitemallien tuotedokumentointi on yhtenäisen muodon mukainen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli aloittaa piirustuksien suunnittelu uudella tietokantapohjaisella sähkösuunnitteluohjelmalla, EPLAN Electric P8 Professionalilla. Tietokantapohjaisen järjestelmän etuna on että järjestelmään kerran syötettyjä tietoja voidaan käyttää moneen eri käyttötarkoitukseen, ja jos tietoa muokataan myöhemmin muokkaukset päivittyvät koko suunnittelujärjestelmässä. Uudistettua sähködokumentointijärjestelmää on tarkoitus yhdistää yrityksen tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmään. Tehtävään kuului sähköpiirustuksien asettelun suunnitteleminen yrityksen muiden laitteiden sähköpiirustuksien mukaiseen muotoon, ja pääpiirien sähköpiirustuksien laatiminen uudella sähkösuunnitteluohjelmalla. Suunnitteluun kuului myös yrityksen muiden laitteiden mukaisen kojetunnusjärjestelmän käyttöönotto. Varsinaisen suunnittelutyön lisäksi uuden sähkösuunnitteluohjelman osatietokantaa ja sen mahdollistamia raportointiominaisuuksia tutkittiin. Laitteen CE- ja UL –merkintöjen tarkoitus selvitettiin myös. Työn lopputuloksena todettiin, että uusi sivuasettelu jossa yhteen kuuluvat piirit olivat erotettuja omille sivuilleen selkentää luettavuutta. </p>	
Avainsanat:	CAD, ePlan, ALD, sähkösuunnittelu
Sivumäärä:	33 + 6
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Informations- och medieteknik
Inriktning:	Elektroteknik
Identifikationsnummer:	3780
Författare:	Jonas Andersson
Arbetets namn:	ALD –pinnoituslaitteen sähködokumentointijärjestelmän uudistaminen
Handledare (Arcada):	DI Kim Rancken
Uppdragsgivare:	Beneq Oy
Handledare (Beneq Oy)	Ing. Mika Saneri
<p>Sammandrag:</p> <p>Beneq P400A är en i Finland utvecklad ALD-tunnsfilmsytbelägningsapparat för produktionsanvändning. Apparatens ursprungliga elritningar är gjorda enligt en annan layout än företagets övriga ytbelägningsapparaters elritningar. När företaget växer är det viktigt att alla produkters dokumentation följer samma struktur. Meningen med detta examensarbete var att påbörja arbetet med att rita apparatens elritningar med ett nytt databasbaserat elplaneringsprogram som tagits i bruk på företaget, EPLAN Electric P8 Professional. En av fördelarna med ett databasbaserat elplaneringsprogram är att information som en gång matats till systemet går att använda till många ändamål, och om ritningarna modifieras så ändras informationen på alla ställen i dokumentationen. Det förnyade eldokumentationssystemet skall senare integreras med företagets produktdata- och resursplaneringssystem. Till uppgiften hörde att planera hur elritningarna skall uppläggas så att layouten är den samma som för företagets övriga ytbelägningsmaskiner, och att rita huvudkretsarna med det nya elplaneringsprogrammet. Därtill undersöktes det nya elplaneringsprogrammets komponentdatabassystem och dess komponentförteckningsegenskaper undersöktes också. Ytbelägningsapparatens CE- och UL-märkningars betydelse undersöktes också. Som resultat av arbetet kunde det konstateras att en layout där separata kretsar ritas på olika sidor gör det lättare för läsaren att hitta specifika delar ur elritningen.</p>	
Nyckelord:	CAD, ePlan, ALD, elplanering
Sidantal:	33 + 6
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Informations- och medieteknik
Specialization:	Elektroteknik
Identification number:	3780
Author:	Jonas Andersson
Title:	ALD –pinnoituslaitteen sähködokumentointijärjestelmän uudistaminen
Supervisor (Arcada):	M. Sc. Kim Rancken
Commissioned by:	Beneq Oy
Supervisor (Beneq Oy)	B. Sc. Mika Saneri
<p>Abstract:</p> <p>Beneq P400A is an ALD thin film coating tool developed in Finland. The original electrical drawings of the Beneq P400A are designed according to a different layout than the manufacturer's other products. When the company is growing, it is important that all product documentation follow the same guidelines. The purpose of this thesis was to begin the work of redrawing the electrical drawings with a new database based electrical CAD program which recently was taken into use in the company, EPLAN Electric P8 Professional. One of the benefits with a database based electrical CAD program is that the drawings can be used for many purposes and if the drawings are edited later, the modifications are updated in the whole design system. The original electrical drawings were redesigned to follow the same layout as the drawings for the manufacturer's other ALD tools. The main parts of the electrical drawings were also drawn with the new electrical CAD software. The parts database and parts list generation features of the software were also examined. The purpose of the coating tools CE- and UL-markings was also researched. As a result of the work the electrical drawings now follow a clearer layout.</p>	
Keywords:	CAD, ePlan, ALD, electrical engineering
Number of pages:	33 + 6
Language:	Finnish
Date of acceptance:	

Alkusanat

Tämä opinnäytetyö suoritettiin Beneq Oy:lle, joka on Suomessa sijaitseva ohutkalvopinnoituksiin ja ohutkalvopinnoituslaitteisiin suuntautunut yritys. Olen tehnyt ohutkalvopinnoituksia yrityksen laitteilla jo yli vuoden ja tämän opinnäytetyön yhteydessä sain tilaisuuden tutustua yhden laitemallin sähköjärjestelmään perusteellisemmin. Olen myös oppinut käyttämään uutta sähkösuunnitteluohjelmaa, joten työ on ollut monipuolista ja kiinnostavaa.

Haluan kiittää Beneq Oy:tä mielenkiintoisesta aiheesta sekä Mika Saneria, Martti Peltomäkeä sekä Jarmo Maulaa heidän antamastaan korvaamattomasta tuesta työn aikana. Haluan myös kiittää ammattikorkeakoulu Arcadan DI Kim Ranckenia hänen antamista hyvistä neuvoista työn aikana.

Helsingissä, 11.4.2012

Jonas Andersson

Tiivistelmä

Sammandrag

Abstract

Alkusanat

SISÄLLYSLUETTELO

Kuvaluettelo

Lyhenteet

1	Johdanto	9
1.1	Beneq P400A -laitteen historia.....	10
1.2	Laitteen rakenne.....	10
2	ALD -pinnoitusprosessi Beneq P-sarjan pinnoituslaitteella.....	12
3	Beneq P400A -laitteen sähköjärjestelmä.....	13
3.1	Sähköjärjestelmän tärkeimmät komponentit	15
3.2	Laitteen ohjauslogiikka	16
4	Laitteen hyväksynät	18
5	Sähköpiirustuskannan uusiminen ePlanilla	20
5.1	Sähköpiirustuksien piirtäminen.....	22
5.2	PDM -järjestelmän komponenttitietokanta	25
5.3	Signaalitunnusjärjestelmä	26
6	Lopputulokset sähköpiirustuskannan uusimisesta	27
6.1	Sähköpiirustukset	27
6.2	Osaluettelot	29
6.3	Osatietokanta	30
6.4	Tuotodokumentoinnin hyödyntäminen toimituksessa	31
7	Tulosten tarkastelu.....	32
	Lähdeluettelo	33

Liitteet

Kuvaluettelo

Kuva 1. Aurinkokennoissa käytettäviä piikiekkoja siirtymässä ALD -pinnoitukseen (Beneq Oy).

Kuva 2. Beneq P800 ALD –pinnoituslaite (Beneq Oy).

Kuva 3. Beneq P400A sähkökaappien sijainnit (Beneq Oy).

Kuva 4. Pääsähkökaappi A3 (Beneq Oy).

Kuva 5. Tietokoneen ja logiikan välinen kommunikointi.

Kuva 6. Laitetunnuksen ja sijaintitunnuksien muodostama hakemistopuu ePlanissa.

Kuva 7. Sähköpiirustuksien siirtoprosessi.

Kuva 8. Eplanin osatietokantaan voidaan tallentaa tietoa jokaisesta komponentista.

Kuva 9. Esimerkki viitekaaviosta.

Kuva 10. Vaihtoehtoja sähköpiirustuksien lukemiseen

Kuva 11. Vaiheet laitteen suunnittelusta lopputuotteeksi.

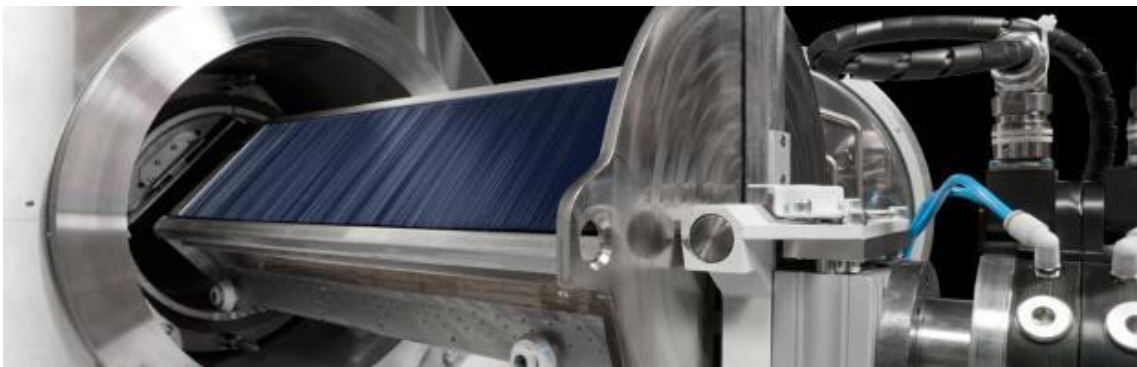
Lyhenteet

ALD	Atomic layer deposition, atomikerroskasvatus
PLC	Programmable logic controller, ohjelmoitava logiikka
PDM	Product data management, tuotetideonhallinta
UPS	Uninterruptable power supply, katkeamaton jännitesyöttö
CAD	Computer aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu
HMI	Human machine interface, tietokoneohjelma laitteen ohjaukseen
VBA	Visual Basic for Applications, Microsoftin ohjelmointikieli
ERP	Enterprise resource planning, toiminnanohjausjärjestelmä
I/O	Input/Output, signaalin sisään- ja ulostulo
MEMS	Microelectromechanical systems, mikromekaaninen komponentti

1 JOHDANTO

Atomikerroskasvatus, eli Atomic Layer Deposition (ALD) on tekniikka, jolla voidaan valmistaa hyvin ohuita epäorgaanisia oksidi-, sulfidi-, nitridi-, fluoridi- ja metallikerroksia. Metallit rajoittuvat erityisesti jalometalleihin. Tekniikka toimii pulssittamalla yleensä kahta höyrymuodossa olevaa kemikaalia vuorotellen vakuumissa olevaan reaktiokammioon jossa nämä muodostavat kerroksen. Tästä johtuen ohutkalvon paksuus on hyvin tarkasti määritettävissä muuttamalla pulssien määrää, parhaissa tapauksissa paksuus on määritettävissä jopa 0,1 nanometrin tarkkuudella. Tyypilliset paksuudet kalvoille ovat 5-500 nm:n paksuusluokassa, käyttötarkoituksesta riippuen. Pinnoittamalla kahta eri materiaalia kerroksina vuorotellen voidaan myös tehdä seka-aineita sekä nanolaminaatteja. ALD -reaktio vaatii lämpöä toimiakseen, joten reaktiokammiota lämmitetään ennen prosessia ja koko prosessin ajan. /1/

Tyypillisiä käyttötarkoituksia ALD -pinnoituksille ovat esimerkiksi hopean tummumisen esto, aurinkokennojen pinnoitus (kuva 1), suojakalvot elektroniikalle, elektroluminesenssinäyttöjen valmistus sekä puolijohdeteollisuuden kohteet kuten muistipiirien kondensaattoreiden eristeet, transistoreiden hilaeristeet ja -metallit sekä MEMS -antureiden valmistus. /2/



Kuva 1. Aurinkokennoissa käytettäviä piikiekkoja siirtymässä ALD -pinnoitukseen (Beneq Oy).

Työn tarkoituksena oli kartoittaa Beneq P400A/P800 ALD -pinnoituslaitteen sähköjärjestelmän eri komponenttien toiminnot ja ominaisuudet, sekä siirtää laitteen sähköpii-

rustukset uuteen sähkösuunnitteluohjelmaan. Työssä keskityttiin P400A –malliin, koska P800:ssa on lähes identtinen sähköjärjestelmä. Ennen uudistusta sähköpiirustukset oli piirretty ei-standardinmukaisella ohjelmalla ja ne piti saada siirrettyä uuteen järjestelmään saman rakenteen mukaisiksi, kuin millä yrityksen muutkin laitteet on suunniteltu. Tähän opinnäytetyöhön kuului laitteen sähköpiirustuksien pääpiirien uudelleen piirtäminen EPLAN Electric P8 Professional –ohjelmalla. Laitteen CE- ja UL –merkintöjen tarkoitus selvitettiin myös. Laitteen sähkökomponenttien osaluettelo on myös tarkoitus siirtää alkuperäisestä Excel-listasta yritykseen PDM –järjestelmään, jossa laitteen kaikki mekaaniset osat jo ovat, tämä tulee kuitenkin tapahtumaan tämän opinnäytetyön ulkopuolella.

1.1 Beneq P400A -laitteen historia

Beneq P400A on alun perin Planar Systems, Inc:n suunnittelema laite jonka ensimmäinen versio on peräisin 1970-luvulta. Vanhimmat yksilöt ovat olleet päivittäisessä tuotantokäytössä jo 28 vuoden ajan. Vuosien aikana sähköjärjestelmä on suunniteltu uudestaan useamman kerran ja laitteesta on kehitetty toiminnaltaan samanlainen mutta isompi versio, P800. Vuonna 2007 Beneq osti Planar Systems, Inc:ltä P –sarjan ALD –pinnoituslaitteiden käyttö- ja valmistusoikeudet. Osittain siitä johtuen laitteen dokumentaatio ei ole samanlainen kuin Beneq:n muissa laitteissa. Sähköpiirustuksia ei esimerkiksi ole piirretty alusta alkaen niin kuin muiden laitemallien osalta on tehty. Samasta syystä komponentteja ei ole lisätty Beneq:n osatietokantaan, vaan komponenttiluettelo on tullut sellaisenaan yritykselle eikä komponentteja ole ollut mahdollista lisätä tietokantaan jo suunnitteluvaiheessa.

1.2 Laitteen rakenne

Beneq P400A –laitteen (kuva 2) keskeisimmät osat ovat lähdeperä jossa kaikki lähdeaineet sijaitsevat, reaktori jossa ALD –pinnoitus tapahtuu, sekä poistolinja johon kuuluu vakuumpumppu ja suodatin. Lähdeperässä erilaiset lähdeaineet, eli prekursorit,

sijaitsevat niille sopivissa säiliöissä. Nestemäiset lähdeaineet, jotka vaativat lämmitystä jotta höyrynpaine nousisi riittävän korkeaksi annostelua varten, pidetään lämmitettävissä lasipulloissa. Lähdeaineita voidaan myös syöttää suoraan kaasupullosta. Lähdeperässä sijaitsevat myös magneettiventtiilit joita avataan hetkellisesti kun lähtöainetta pulssitetaan reaktorikammioon. Eri lähtöaineiden pulssituksien välissä pinnoituskammio huuhdellaan typpivirtauksella. Reaktorin poistopuolella sijaitsee vakuumpumppu, ja ennen sitä linja menee suodattimen läpi jolloin prekursoreiden annetaan reagoida sellaiseen muotoon, että ne eivät voi muodostaa kalvoa tai tehdä haitallista reaktiota vakuumpumpussa.



Kuva 2. Beneq P800 ALD –pinnoituslaite (Beneq Oy).

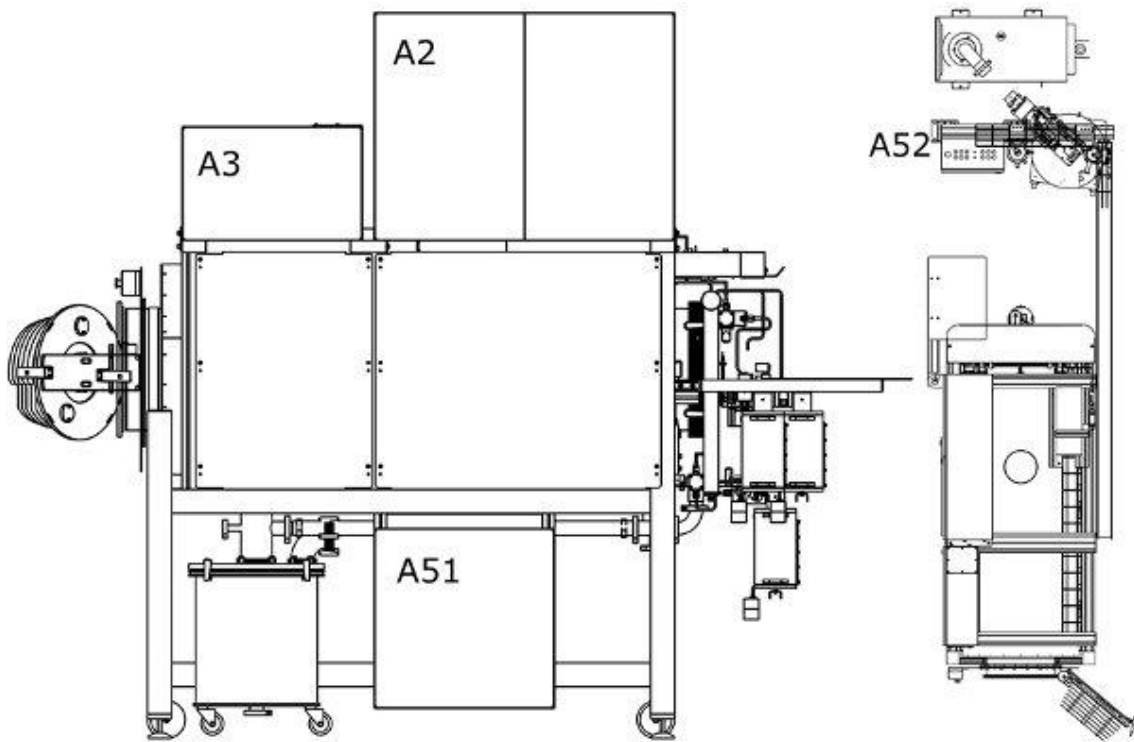
2 ALD -PINNOITUSPROSESSI BENEQ P-SARJAN PINNOITUSLAITTEELLA

ALD –pinnoitus Beneq P –sarjan pinnoituslaitteella käsittää sekä manuaalisia vaiheita että itse pinnoitusprosessin. Ennen varsinaista pinnoitusta näytteet ladataan irrotettavaan, erilliseen pinnoituskammioon joka laitetaan laitteen vakuumikammion sisään. Tämän jälkeen laitteen luukku suljetaan tiiviiksi ja vakuumpumppaus asetetaan käynnistettäväksi jolloin pinnoituskammioon muodostuu alipaine. Alipaineen muodostuminen kestää P400A -laitteella noin 12 minuuttia. Kun tämä vaihe on valmis, odotetaan kunnes reaktorin lämpötila on riittävän korkea. Pinnoituskammion lämpötilaa ei seurata, vaan ainoastaan lämmitysvastuksien läheisyydessä olevaa lämpötilaa.

Tämän jälkeen PLC -yksikköön tallennetaan resepti jolla ohjataan prosessi halutun mukaiseksi. Resepti sisältää halutun prosessilämpötilan lämmityasetukset, tiedot käytettävistä venttiileistä, prosessin lähtöaineiden pulssien aika-asetuksen ja käytettävien lähdemateriaalien pulssien määrät tavoitepaksuudelle. Kun reseptissä asetettu lämmitysaika on saavutettu, lähtöaineiden pulssitus alkaa. Silloin PLC -yksikkö ohjaa puolijohdereleitä jotka kytkevät virran päälle oikealle magneettiventtiilille reseptin mukaisesti oikeaan aikaan, jolloin höyrymuodossa oleva lähtöaine kulkeutuu kanavia pitkin pinnoituskammioon. Viimeisimmän pulssituksen jälkeen lähtöaineiden kanavat huuhdellaan tarvittaessa. Koko prosessi kestää tyypillisesti noin 4-8 tuntia, pinnoitteen tavoitepaksuudesta, prosessilämpötilasta ja pinnoitettavien esineiden pinta-alasta riippuen. Kun koko resepti on ajettu, pinnoitus on valmis ja silloin laitteen voi taas ilmastoida normaaliin ilmanpaineeseen ja irrotettava pinnoituskammio voidaan siirtää ulos jäähtymistä varten, ja pinnoituskammion sisällä olevat pinnoitetut kappaleet voidaan ottaa ulos kun ne ovat jäähtyneet riittävästi.

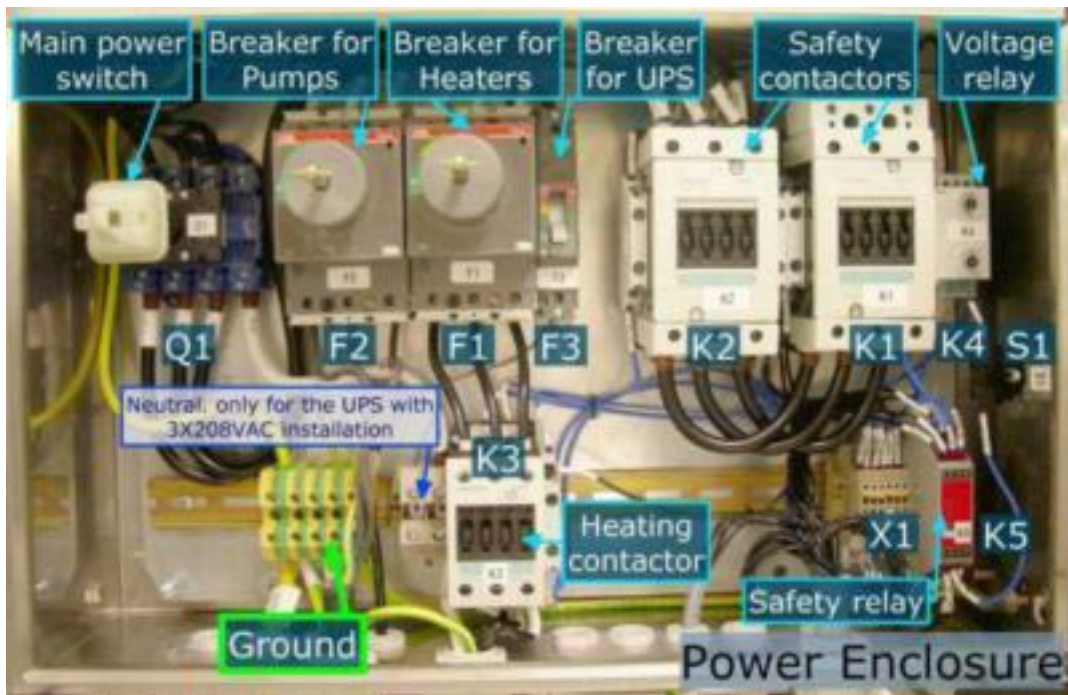
3 BENEQ P400A -LAITTEEN SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

P400A -laitteiden sähköjärjestelmä on rakennettu ohjauskaappeihin DIN-kiskoille kiinnitettävistä teollisuuskomponenteista. Laitteen sähköjärjestelmä on rakennettu neljään eri sähkökaappiin, eri komponenttien toimintojen mukaan. Jakamalla komponentit kolmeen sähkökaappiin laitteen viemä tila on saatu parhaiten hyödynnettyä. Alun perin sähkökaapit ovat olleet nimettyjä niiden sisällön mukaan, mutta tämän opinäytetyön aikana ja ePlanin käyttöönoton yhteydessä ne kuitenkin nimettiin uudelleen sijainnin mukaisesti (kuva 3). Laitteen rungoksi annettiin tunnus A1, laitteen ohjaussähkökaapille A2, pääsähkökaapille A3, lämmitysreleiden sähkökaapille A51 ja pumpun ohjaussähkökaapille A52.



Kuva 3. Beneq P400A sähkökaappien A2, A3, A51 ja A52 sijainnit (Beneq Oy).

Laitteen pääsähkökaappiin A3 (kuva 4) tulee kolmivaihepääsyöttö. Sähkökaapissa sijaitsee koko laitteen päävirtakytkin, hätäseispiirin turvarele, pumpun päävirtakytkin, lämmityksen päävirtakytkin, kaksi turvakontactoria, lämmitysvastuksien päärele ja pääsyötön vaiheiden välisiä vaihteluita seuraava rele.



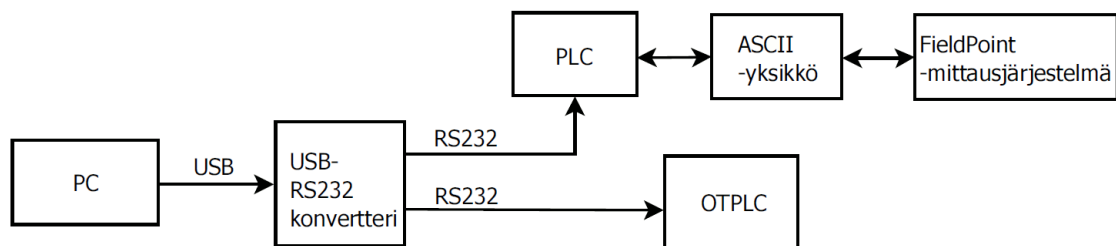
Kuva 4. Pääsähkökaappi A3 (Beneq Oy).

Laitteen ohjaussähkökaapissa A2 sijaitsee kaikki ohjelmoitavat logiikat, paine- ja lämpötilamittausjärjestelmän anturien sisääntulomoduulit sekä magneettiventtiilien puolijohdereleet. Ohjaussähkökaapin komponentit ovat UPS -varmistettuja, jolloin prosessia voidaan jatkaa hallitusti sähkökatkon jälkeen. UPS -varmistettu jännitesyöttö tulee sähkökaapin neljään virtalähteeseen joista logiikan komponenteille syötetään niille sopivaa tasajännitettä.

Lämmitysvastuksien puolijohdereleille on oma sähkökaappi, A51, jossa ei ole muita komponentteja kuin johdonsuojakytkimet, releet sekä sisään- ja ulostulot näiden kaapeleille. Vakuumpumpulle on oma kytkentäkaappi, A52, jossa pumpun ja siihen liittyvien komponenttien kaapelit yhdistyvät yhteen moninapaiseen kaapeliin.

3.1 Sähköjärjestelmän tärkeimmät komponentit

Käyttäjälle näkyvin osa on tietokone, jossa käytetään ohjelmaa, jota kutsutaan HMI:ksi (Human Machine Interface). HMI –ohjelmasta laitteen kaikkia toimintoja ohjataan. Tietokone liikennöi laitteen muiden komponenttien kanssa RS232 -väylän kautta (kuva 5). Tietoliikenne PLC:n ja tietokoneen välillä tapahtuu RS232 -sarjaporttien kautta, ja sitä varten käytetään Edgeportin valmistamaa 4-porttista USB-RS232 –adapteria. Näin voidaan käyttää mitä tahansa kannettavaa tietokonetta jossa on USB-portti.



Kuva 5. Tietokoneen ja logiikan välinen kommunikointi.

Ennen pinnoitusprosessia HMI:stä ladataan resepti, joka sisältää kaikki parametrit prosessista, laitteen PLC -yksikköön. Tietokonetta ei tarvita ALD -pinnoitusprosessin aikana, vaan silloin sen tehtävänä on toimia käyttöliittymänä ja tiedonkeruujärjestelmänä josta käyttäjä voi seurata esimerkiksi paineen ja lämpötilan muuttumista prosessin aikana. PLC -yksikkö ajaa prosessia tietokoneesta riippumatta, eikä prosessi häiriinny vaikka HMI -ohjelma suljettaisiin.

P400A –laitteen reaktorin ja lähtöaineiden lämpötiloja mitataan termopareilla, ja laitteessa on tätä varten kaksi kokonaan erillistä mittausjärjestelmää. Normaali prosessi-lämpötila mitataan termopareilla ja National Instruments:in Compact FieldPoint –termoparisisääntulomoduuleilla. Omron ASCII -yksikköä käytetään Compact FieldPoint -mittausjärjestelmän ja PLC:n väliseen kommunikointiin. Compact FieldPoint -järjestelmässä on käytössä termoparisisääntulomoduuleja, muille antureille sopivia analogisia sisääntulomoduuleja sekä analogisia ulostulomoduuleja, joilla voidaan ohjata eri komponentteja.

ALD –prosessissa lämpötilalla on suuri merkitys, ja siksi lämpötilaa seurataan koko ajan termopariantureiden avulla. Lämpötila pidetään koko prosessin ajan asetusarvon mukaisena. Pinnoituslaitteen sisällä olevaa painetta mitataan myös jatkuvasti MKS 626A

Baratron –sarjan manometreillä, joiden ulostulo on mitattu arvo lineaarisena 0-10 voltin signaalina. Manometrit ovat kytkettyjä National Instruments Compact FieldPoint -järjestelmään kuuluvaan A/D- sisääntulomoduuliin joka muuttaa analogisen jännitesignaalin digitaaliseen muotoon. Järjestelmä sisältää myös esimerkiksi isossa tehtaassa hyödyllisen ”factory alarm” –releisisääntulon. Normaalitylanteessa releelle syötetään 24 voltin tasajännite laitteen ulkopuolisesta syötöstä, ja jos jännitesyöttö katkaistaan, kemikaalien pulssitus pysäytetään. Tehtaassa syntyvän vaaratilanteen yhteydessä laitetta voidaan siis asettaa vaarattomaan toimintatilaan. Laitteen lähtöaineiden magneettiventtiilit sulkeutuvat myös mikäli pinnoituslaitteen jännitesyöttö katkaistaisiin kokonaan myös UPS –syötön jälkeen.

3.2 Laitteen ohjauslogiikka

PLC eli Programmable Logic Controller on laite, jota usein käytetään monimutkaisempien laitteiden ohjaukseen. PLC toimii kuten tietokone, joka on optimoitu ohjaamaan erilaisia komponentteja tai laitteita, ja siihen voi kytkeä esimerkiksi erilaisia antureita ja releitä. PLC:t käyttävät omaa, käyttötarkoitukseen sopivaa ohjelmointikieltä. On olemassa monta eri PLC –valmistajaa, ja myös eri valmistajien PLC –yksiköillä on samanlainen toimintaperiaate. Valmistajilla on myös ohjelmointia helpottavia valmiita ohjelmakirjastoja, joista voidaan yhdistää osia halutun toiminnon aikaansaamiseksi.

Hieman yksinkertaisemmissa PLC:issä on suoritin, siihen liittyvät komponentit ja kaikki I/O-liitännät samassa yksikössä. Monipuolisemmissa PLC -yksiköissä on ainoastaan suoritin ja sen tarvittavat komponentit pääyksikössä, ja kaikki I/O –liitännät saadaan erillisillä yksiköillä jotka liitetään pääyksikköön. Näin liitäntöjen ja niiden määrää voidaan kasvattaa juuri sopiviksi ja muita toimintoja voi lisätä tarpeen mukaan, ja tällainen PLC -järjestelmä on käytössä P400A –laitteessa. /3/

Beneq P400A –laitteen pääsuoritin on Omronin valmistama CS1 –sarjan PLC. Se ohjaa laitteen kaikkia toimintoja siihen kytkettyjen I/O –moduulien kautta. Myös vanhemmis-

sa P400 –sarjan pinnoituslaitteissa on käytössä Omronin logiikkakomponentteja, ja nämä ovat osoittautuneet luotettaviksi vuosien varrella. PLC:hen voi kytkeä maksimissaan 7 laajennusmoduulia joiden avulla I/O –liitännöiden määrä voidaan kasvattaa tarpeen mukaan. P400A –laitteessa on käytössä erilaisia analogisia ja digitaalisia sisääntulo- ja ulostulomodulleja. Nämä ovat kiinnitetty Omronin omaan CPU-backplane –pohjalevyyn ja ne liikennöivät keskenään sen kautta. Näin erillisten moduulien välille ei tarvita kaapeleita. PLC toimii 24 voltin jännitteellä ja sille on oma virtalähde. Sama virtalähde toimii syöttönä muille I/O –yksiköille, jotka ovat samalla laajennuslevyllä.

P400A:ssa on myös toinen erillinen PLC. Se on yksinkertaisempi kuin pää-PLC, sillä sen suurin mahdollinen I/O-porttien määrä on 640. Laitteen tehtävänä on seurata että P400A:n lämpötila ei ylitä tiettyjä turvarajoja. Jos lämpötila ylittää tietyt asetetut hälytyslämpötila-arvot, kaikkien lämmitysvastuksien jännite katkaistaan kokonaan. PLC tarkkailee myös lämpötilamuutoksen nopeutta, tämän avulla voidaan havaita esimerkiksi irronnut termopari. Ilman tällaista tarkistusta laite voisi yrittää lämmittää irronneen termoparin kohdalla olevaa lämmitysvastusta, vaikka termopari todellisuudessa mittaa paljon viileämpänä olevaa kohdetta. Tämä voi olla vaarallista monessa tapauksessa, koska lämmitysvastus voi kuumentua huomattavasti korkeampaan lämpötilaan kuin on tarkoitus.

4 LAITTEEN HYVÄKSYNNÄT

CE eli Conformité Européenne –hyväksyntä vaaditaan jos halutaan myydä kone, sähkölaite tai muu tiettyyn tuoteryhmään kuuluva tuote Euroopan talousalueen sisällä. CE -merkintä on vaatimuksenmukaisuusmerkintä, jolla laitteen valmistaja tai sen edustaja takaa että laite täyttää tarvittavat vaatimukset. CE -hyväksynnän vaatimuksenmukaisuusvakuutusdokumentissa luetellaan standardit joita noudattaen laite on suunniteltu ja valmistettu. Beneq P400A –laitteen CE -merkinnän vaatimuksenmukaisuusvakuutusdokumentin mukaan laite noudattaa EU:n konedirektiivin, pienjännitedirektiivin sekä EMC –direktiivin asetukset. CE –merkintä ei määrittele tuotteen laatua, vaan se asettaa tuotteen valmistajan takaamaan että tuote täyttää tietyt direktiivit. Tuotteen valmistajalla on myös CE -merkinnän kautta vastuu onnettomuuksista jotka voivat aiheutua tuotteesta sen ohjeiden mukaisessa käytössä. Vaikka CE –merkintä on tuotteen valmistajan itse antama hyväksyntä, sen paikkansapitävyyttä valvotaan ainakin tiettyjen tuotteiden osalta paikallisesti eri maissa. Jos CE –merkitty tuote ei täytä tiettyjä vaatimuksia se voidaan poistaa markkinoilta. /4/

Yhdysvalloissa on käytössä UL -hyväksyntä. Se toimii eri tavalla kuin CE –hyväksyntä; laitteen valmistaja ei takaa vaatimuksien täyttymistä itse vaan organisaatio Underwriters Laboratories Inc. voi myöntää UL -hyväksynnän laitteelle jos se täyttää kaikki vaatimukset. UL –hyväksyntä ei kuitenkaan ole CE –merkinnän tapainen vaatimus tuotteen myymiseksi Yhdysvaltojen markkinoilla, vaan se kertoo tuotteen ostajalle että tuote täyttää tietyt vaatimukset.

UL -hyväksynnän täyttymiseksi laitteen kaikki sähkökomponentit, johtimet, kaapelit ja sähkökaapit pitävät olla UL -hyväksytyjä. UL –hyväksytyt komponentit ovat usein hieman kalliimpia kuin pelkällä CE –merkinnällä varustetut komponentit. Nämä komponentit ovat Underwriters Laboratories Inc.:n testaamia ja hyväksymiä, joten UL –merkintä voi joissakin tapauksissa kertoa enemmän tuotteen laadusta kuin CE –merkintä. UL –merkinnälle on olemassa useita erilaisia standardeja jotka muistuttavat CE –merkintään kuuluvia direktiivejä. /5/

Beneq P400A –pinnoituslaitteessa ollaan päädytty käyttämään komponentteja joilla on sekä CE- että UL –hyväksyntä. Laitteen kokonaishinnasta tulee hieman korkeampi mutta näin samasta komponentista ei tarvita useampaa eri versiota eri maihin myytäviin

laitteisiin. Komponenttien UL –hyväksynnän lisäksi sähköpiirustuksien, johdotuksen, laitteen rakenteen ja käyttöliittymän on täytettävä UL –standardin vaatimukset. Jos laitteen ostaja haluaa varmistaa että pinnoituslaite varmasti täyttää UL –standardin vaatimukset, Underwriters Laboratoriesin virallisen tarkastajan voi tilata paikan päälle tekemään tarkistuksen. Pinnoituslaite ei myöskään yleensä ole sarjatuotantona valmistettu tuote, vaan asiakkaille joudutaan usein tekemään erilaisia modifikaatioita, joten kerran UL –hyväksytyn laitteen joutuisi joka tapauksessa tarkastuttamaan paikan päällä.

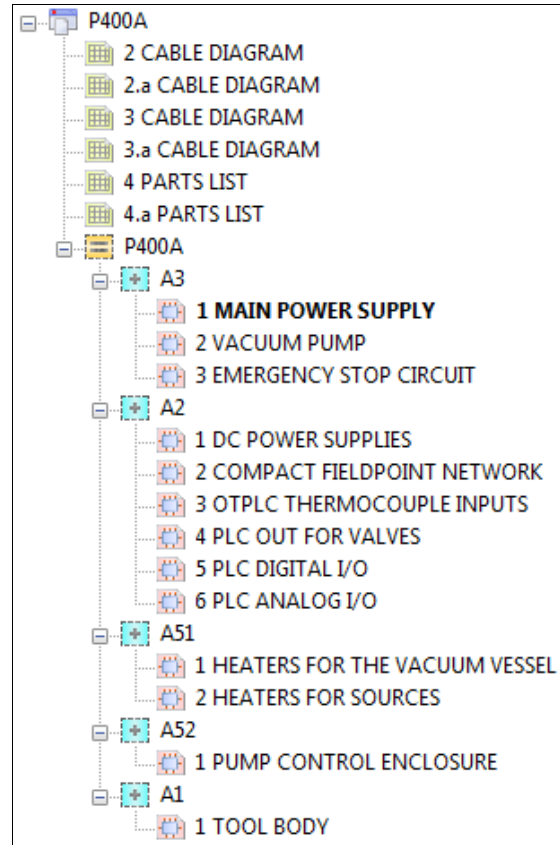
5 SÄHKÖPIIRUSTUSKANNAN UUSIMINEN EPLANILLA

Yksi merkittävä syy ePlanin valintaan sähkösuunnitteluohjelmaksi oli sen tietokantapohjaisuus, mikä tarkoittaa että piirretyistä sähkökaavioista ei tule pelkkiä viivapiirustuksia kojetunnuksilla, vaan piirrossymboleihin liitetyt kojetunnukset rekisteröityvät tietokantaan ja symboli voidaan linkittää symbolin esittämän fyysisen komponentin tietoihin. Tietokantaan voidaan siis tallentaa tietoa jokaisesta komponentista, eikä esimerkiksi datalehtiä ja ohjeita tietyille komponentille tarvitse pitää erikseen muualla vaikeasti löydettävässä paikassa. Tarkoituksena on myös että sähköpiirustukset ja osatietokanta sijaitsevat yrityksen palvelimella ja että kaikilla suunnittelijoilla on pääsy samaan versioon piirustuksista. Beneq P400A/P800 –laitteiden sähköpiirustukset on alun perin piirretty Grids –nimisellä 1990-luvulta peräisin olevalla ohjelmalla. Alkuperäiset sähköpiirustukset olivat melko tiiviisti piirrettyjä, ja Grids –ohjelmasta ei löydy kaikkia toimintoja joista voisi olla hyötyä. Uusitut piirustukset laadittiin myös yrityksen muiden laitteiden sähköpiirustuksien rakenteen mukaisesti.

Tämän opinnäytetyön aikana keskityttiin sähkökaavioiden tärkeimpien osioiden siirtämiseen ePlaniin. Pääsyöttö, pääpiirit, ohjausjännitteiden jako, hätäseispiiri ja lämmitysvastukset siirrettiin ePlaniin. Liitteessä 1 on esitetty esimerkkejä alkuperäisistä sähköpiirustuksista. Logiikan komponentit, lämmitys- ja pulssitusreleet, venttiilit ja muut yksittäiset komponentit rajattiin pois opinnäytetyön ulkopuolelle suoritettaviksi, työn laajuuden rajoittamiseksi.

Alkuperäisissä sähkökuvissa komponenteilla on kojetunnus joka ei suoraan kerro komponentin sijaintia, vaan komponentin sijainnin joutuu etsimään tunnuksen avulla osaluettelosta. Tämä on toiminut melko hyvin kun piirikaaviot ja osaluettelo ovat olleet sähkökaapeittain eroteltuja. Uudistuksen myötä siirryttiin kuitenkin käyttämään myös IEC 750 –standardin mukaisia sijaintitunnuksia erikseen kaikille osille. Kokonaisuudessaan uusi tunnus on muotoa ”laitetunnus+paikkatunnus-kojetunnus:liitintunnus”, esimerkiksi P400A+A3-X1:2. Näin samalle sivulle on mahdollista sijoittaa eri sähkökaapeissa sijaitsevia komponentteja, ja navigointi ePlanissa selkeytyy kun kaikki sivut eivät ole yhdessä pitkässä listassa (kuva 6). Kojetunnuksia ei kuitenkaan muutettu koska ne noudattivat jo valmiiksi IEC 750 –standardin taulukon 1 mukaista muotoa, jossa eri

komponenttityypeille on määritetty tietyt kojetunnukset. Paikkatunnukset valittiin Beneqin muissa piirustuksissa käytetyn muodon mukaan.



Kuva 6. Laitetunnuksen ja sijaintitunnuksien muodostama hakemistopuu ePlanissa.

Ennen suunnittelutyön aloittamista tutustuttiin Beneqin sisäisiin suunnitteluohjeisiin ”Electrical Drawings, Design Guidelines” sekä ”SUUNNITTELUOHJE TFS 200/500”, jotka sisältävät ohjeita joita on käytetty kun yrityksen muiden ALD –pinnoituslaitteiden sähköpiirustuksia on piirretty. Näistä kahdesta ”SUUNNITTELUOHJE TFS 200/500” keskittyy lähinnä tuotetiedonhallintajärjestelmään (PDM) ja toiminnanohjausjärjestelmään (ERP), eikä juurikaan sähköpiirustuksien suunnitteluun. Dokumentti ”Electrical Drawings, Design Guidelines” on alun perin Cads Planner –ohjelmalle laadittu suunnitteluohje mutta sitä voi hyvin soveltaa myös ePlanille. Ohje sisältää sääntöjä kojetunnusjärjestelmälle, sivunumeroinnille sekä piirikaavioille. Noudatettavat IEC –standardit on myös lueteltu dokumentissa, joten suunnittelija voi tarvittaessa löytää hyvinkin tarkkaa

tietoa siitä, millaisia piirustuksien pitäisi olla. Yksittäisiä IEC -standardeja ei kuitenkaan tutkittu suunnitteluvaiheessa. Näiden suunnitteluohjeiden lisäksi Beneq TFS200 –laitteen ePlanilla piirrettyjä kuvia käytettiin mallina. TFS200 –laitteen sähköjärjestelmässä ei ole juuri mitään yhtenäistä P400A:n sähköjärjestelmällä, joten piirustuksia ei ollut mahdollista käyttää uudestaan mutta ne toimivat hyvin esimerkkeinä.

5.1 Sähköpiirustuksien piirtäminen

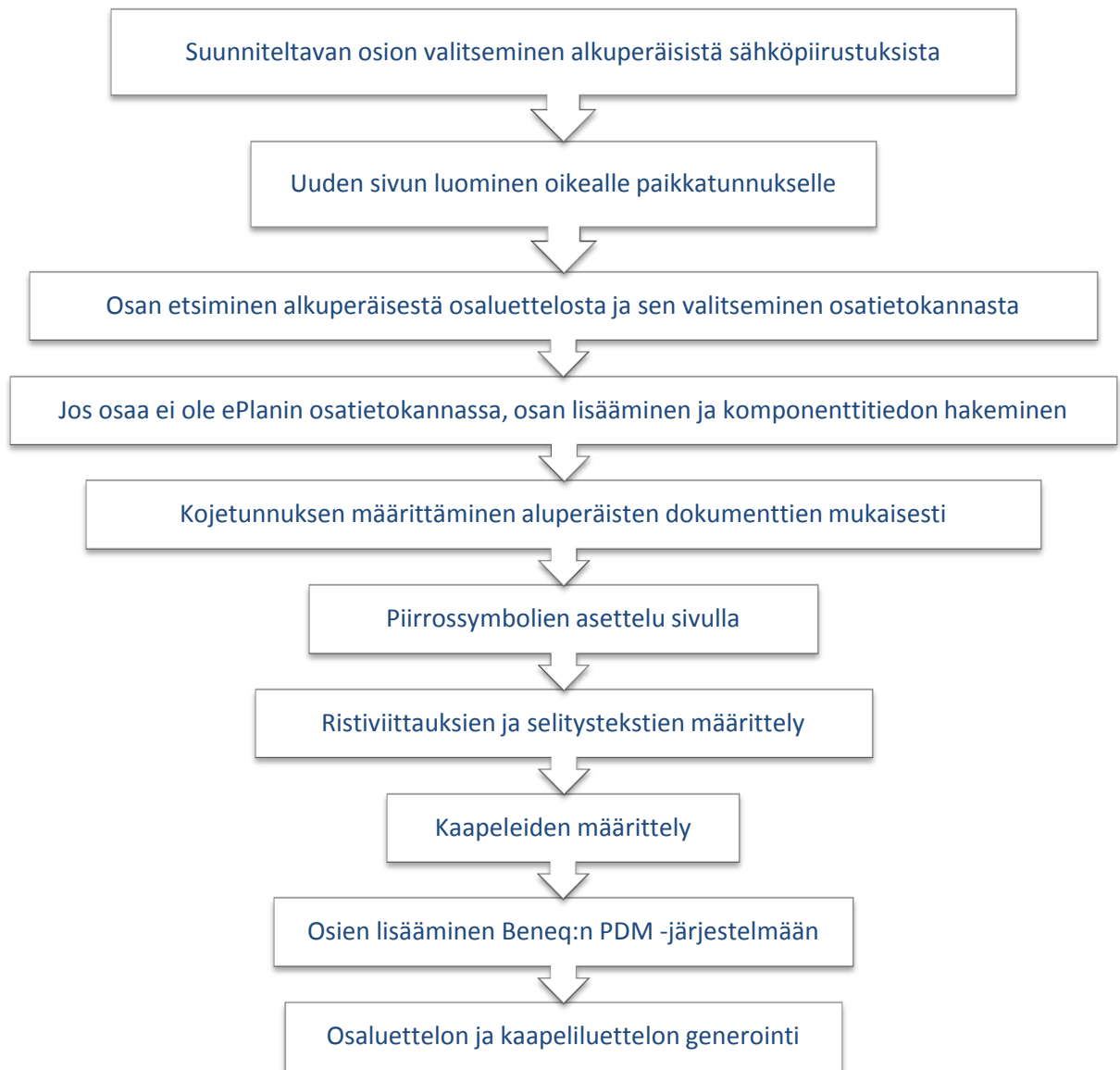
Alkuperäisissä P400A –pinnoituslaitteen sähköpiirustuksissa sivujako oli tehty sähkökaapeittain, eli piirustuksia oli yksi sivu per sähkökaappi, ja logiikan komponentit oli jaettu kolmelle sivulle. Alkuperäisessä versiossa jokainen sivu on melko täyteen piirretty. Piirrettäessä uusia piirustuksia pidettiin tärkeänä että sivuja ei täytettäisi liian ahtaaksi, vaan että eri piirit jaettaisiin useammalle sivulle. Ristiviittauksia useamman sivun välillä pyrittiin myös välttämään niin paljon kuin mahdollista. Sivujako tehtiin niin, että yhteen kuuluvat komponentit tai sopivasti yhdelle sivulle mahtuvat piirit sijoitettiin yhdelle sivulle. Piirustukset järjestettiin myös ePlanin hakemistorakenteessa sähkökaapeittain, piirustussivulla olevien komponenttien mukaan. Yksittäisiä sivuja ei kuitenkaan rajattu vain yhden sähkökaapin komponenteille, vaan toisessa sähkökaapissa sijaitsevia komponentteja rajattiin paikkatunnuksilla merkityillä katkoviivalaatoilla. Näin komponentit saatiin jaettua selkeään järjestykseen.

Kuvassa 7 on esiteltynä sähköpiirustuksien uudelleensuunnittelun vaiheet. Periaatteena on, että alkuperäisistä sähköpiirustuksista valitaan sopivankokoinen kokonaisuus suunniteltavaksi ePlan -ohjelmassa. Kokonaisuudesta valitaan tietty piirrossymboli siirrettäväksi ePlaniin, ja tähän piirrossymboliin kuuluvan fyysisen osan tarkka mallinumero etsitään alkuperäisestä Excel -osaluettelosta. Kun osan tarkka mallinumero on tiedossa, se etsitään ePlanin osatietokannasta. Jos osaa ei ole ePlanin osatietokannassa, se haetaan ePlanin Data portalista tai jos osatietoa ei löydy Data portalista, osatieto etsitään manuaalisesti esimerkiksi datalehdistä ja täydennetään ePlanin osatietokantaan.

Kun osa on haettu ePlanin osatietokannasta, sen piirrossymbolille annetaan sama kojetunnus joka on käytössä alkuperäisissä sähköpiirustuksissa, niin että osan paikkatunnus myös lisätään. Jokaiseen piirrossymboliin liitettyä osatietoa voidaan selata piirrossym-

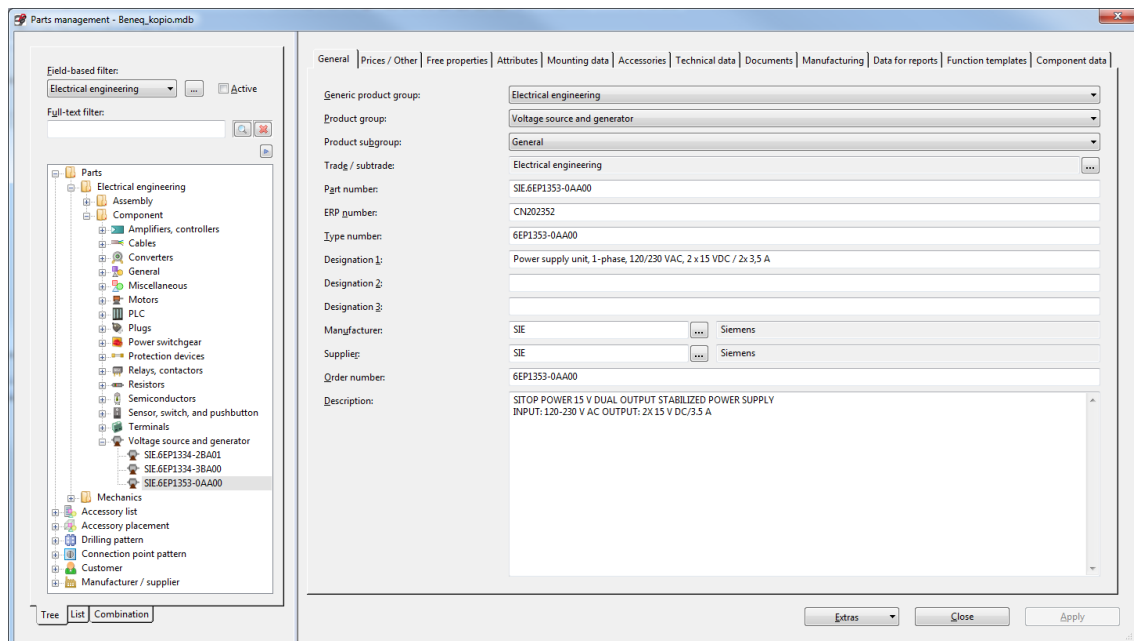
bolin valikosta. Kun piirrossymbolit asetetaan toisiinsa nähden linjassa, niiden väliin muodostuu automaattisesti johdinviivoja. Automaattisten viivojen lisäksi erilaisia kulmapaloja voidaan käyttää johdinviivojen piirtämiseen. Piirrossymboliasettelun jälkeen määritetään mahdolliset ristiviittaukset, eli jos kahdella eri sivuilla olevia piirrossymboleja halutaan yhdistää, näiden välille voidaan tehdä ristiviittaus. Se näyttää johdinviivalta joka loppuu sijaintitiedolla varustettuun nuoleen, ja jatkuu toisella sivulla vastaavalaisesta nuolesta.

Kun johdinviivat ovat valmiita, varsinaiset käytettävät kaapelit ja erilliset johtimet määritetään. Kaapeleille määritetään valmistaja, kaapelityyppi ja -pituus, ja johtimille määritetään johdinväri sekä poikkipinta-ala. Kun suunniteltava osio on valmis, mahdolliset uudet ePlanin osatietokantaan lisätyt osat päivitetään yrityksen PDM-tuotetiedonhallintajärjestelmän osatietokantaan. Kun kaikki osat on lisätty PDM-järjestelmään, PDM-järjestelmästä voidaan generoida laitteen viralliset osa- ja kaapeli-luettelot.



Kuva 7. Sähköpiirustuksien siirtoprosessi.

Kaikille komponenteille ei löytynyt valmiita IEC 60617 –standardin mukaisia piirrossymboleja, ja puuttuvat piirrossymbolit tehtiin itse. Symboleille on myös mahdollisuus määrittää fyysisen osan tiedot ja tätä varten ePlanista löytyy osatietokanta (kuva 8). Suurin osa komponenteista ei kuitenkaan löytynyt valmiista osatietokannasta, joten nämä jouduttiin määrittämään käsin. Osatietoon kuuluu valmistajan nimi, tuotteen malli ja muuta yksityiskohtaista tietoa osasta.



Kuva 8. Eplanin osatietokantaan voidaan tallentaa tietoa jokaisesta komponentista.

Osia voi myös hakea ePlanin web-pohjaisesta Data portal navigator:ista. Sieltä löytyy useamman valmistajan osatietoja ja sitä täydennetään koko ajan ohjelman valmistajan toimesta. Data portalista on mahdollista tuoda osatietoja omaan ePlanin paikalliseen osatietokantaan. Data portalista ei kuitenkaan löydy P400A –laitteen kaikkia komponentteja. Esimerkiksi Omronin valmistamia komponentteja eli lähes koko logiikan osalta symbolit ja niihin kuuluvat osatiedot joudutaan tekemään itse manuaalisesti, koska niitä ei ole ePlanin Data portalissa.

5.2 PDM -järjestelmän komponenttietokanta

Beneqillä on käytössä Aton –niminen tuotetiedonhallintajärjestelmä (product data management, PDM) joka on tietokanta laitteen kaikille osille. Tietokannassa on rekisteröitynä kaikkien laitemallien osat, rakenteet sekä tuotedokumentaatio, ja siitä voi tarvittaessa myöhemmin tarkistaa mitkä osat tietyssä laitteessa on ollut toimitushetkellä.

Atonissa ei ennestään ole ollut P400A–laitemallin sähkökomponentteja erillisinä nimikkeinä, mutta komponentit tullaan tämän opinnäytetyön jälkeen siirtämään Atoniin. Tästä

syystä on tärkeää että valitaan täysin oikeat komponentit ePlaniin jo piirrosvaiheessa, muussa tapauksessa virheelliset komponenttitiedot ja mallinumerot siirtyvät Atonin tietokantaan. Tärkeää on myös että PDM –tietokantaan ei lisätä sellaisia osia jotka jo ovat siellä. Sähköpiirustukset ja osatiedot eivät siirry ePlanista PDM -tietokantaan automaattisesti, vaan ne pitää erikseen siirtää PDM -järjestelmään. Tulevaisuudessa on tarkoitus ottaa käyttöön lisämoduuli jolla ePlan ja PDM –järjestelmä toimivat saumattomasti yhdessä, jolloin PDM –järjestelmän komponenttitietokantaa voidaan hyödyntää monipuolisemmin. /6/

5.3 Signaalitunnusjärjestelmä

Beneq P400A –laitteen alkuperäisissä sähköpiirustuksissa käytetään signaalitunnusjärjestelmää, jossa digitaali- ja analogisignaaleille on yksilölliset tunnukset. Signaalitunnuksen avulla signaaleja voidaan erottaa paremmin toisistaan. Tällä hetkellä signaalitunnukset on muodostettu jokaisen johtimen liittimen toiminnan tai käyttötarkoituksen mukaan. Jos laitteen sähköistä toimintaa haluaisi dokumentoida vielä tarkemmin, tunnusjärjestelmään voisi lisätä tiedot signaalityypistä ja -suunnasta. Signaalityyppi on logiikan osalta pääteltävissä esimerkiksi I/O –moduulien osalta, eli esimerkiksi analogiseen I/O –moduuliin tulevat signaalit ovat analogisia.

Jos signaalitunnusjärjestelmää haluaisi tehdä P400A:n sähkökomponenttien kojetunnusjärjestelmän kanssa yhteensopivaksi, signaalitunnukset voisi muodostaa IEC 61175 –standardin mukaisesti. Tällä tavalla signaalitunnukset olisi mahdollista yhdistää niihin kuuluviin kojetunnuksiin. Standardin mukaan signaalit voidaan jakaa esimerkiksi kiinteällä jännitteellä oleviin signaaleihin (esimerkiksi jännitteen syötöt), analogisiin signaaleihin sekä digitaalisignaaleihin. IEC 61175 –standardin mukainen signaalitunnus on muotoa ”yksikkötunnus;signaalinimi:signaaliversiotunnus(signaalitason tunnus)”. Yksikkötunnusta ei yleensä käytetä sähköpiirustuksissa, ja signaalitason tunnusta käytetään vain digitaalisille signaaleille. /7/

6 LOPPUTULOS SÄHKÖPIIRUSTUSKANNAN UUSIMISESTA

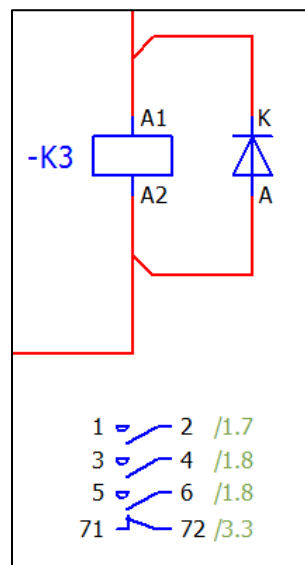
Kun laitteen piirustukset ovat valmiit, on tarkoitus että niitä voidaan hyödyntää monella tavalla. Piirustuksia laadittaessa kaapelien tyypit ja pituudet merkitään ja komponenttien tyypit ja määrät tallentuvat sitä mukaa kun osia lisätään sähköpiirustuksiin. Näiden tietojen avulla voidaan tehdä sopiva raporttitulostus eri käyttötarkoituksiin. Sähkökaapin valmistaja tarvitsee esimerkiksi tiedon sähkökaapin mitoista, sähköasentaja tarvitsee tiedon layoutista, laitteen käyttöönottajat tarvitsevat tietyt tiedot irrallisten komponenttien kytkemiseen ja asiakas tarvitsee sopivat piirustukset esimerkiksi mahdollisia vikatilanteita varten.

Tietokantapohjaisen järjestelmän etuna on että jos tietoa muokataan myöhemmin niin nämä muokkaukset päivittyvät koko suunnittelujärjestelmässä. Suunnitteluprosessi nopeutuu merkittävästi, kun dokumentaation jokaista osaa ei tarvitse käydä läpi erikseen. Tämä vähentää mahdollisuutta että dokumentaatioon epähuomiossa jää virheellistä tietoa johonkin yksittäiseen paikkaan. Tietokantapohjaisuus voi myös helpottaa yrityksen suunnitteluosaston yhteistyötä. Suunnittelijat voivat käyttää yhteistä, yrityksen verkkopalvelimella sijaitsevaa osatietokantaa. Laitteen suunnittelun eri vaiheita voidaan sitten jakaa eri henkilöiden kesken ja näin suunnittelija voi laatia sähköpiirustuksia käyttäen toisen henkilön tekemää osatietokantaa, ja tästä syntyvä tieto voidaan päivittää suoraan kolmannen henkilön ylläpitämään osaluetteloon.

6.1 Sähköpiirustukset

Yhtenä päämääränä sähköpiirustuksien uusimisessa oli, että sivuja ei täytettäisi yhtä ahtaaksi kuin alkuperäisissä piirustuksissa. Jo pääpiirien osalta tämä onnistui hyvin, luettavuus selkeytyi kun sivuasettelusta tuli avarampaa. Piirit jaettiin käyttötarkoituksen mukaan eri sivuille, niin että hätäseisrele ja –painikkeet tulivat yhdelle omalle sivulle. Pääsyötö maadoituksineen johdonsuojakytkimineen asetettiin yhdelle sivulle, ja lämmitysastukset jaettiin alkuperäisestä yhden sivun asettelusta kahdelle sivulle. Tasajännitevirtalähteet sijoitettiin omalle sivulle. Liitteessä 2 nähdään esimerkki ePlanin päänäköymästä ja siinä piirretystä pääsyötöstä.

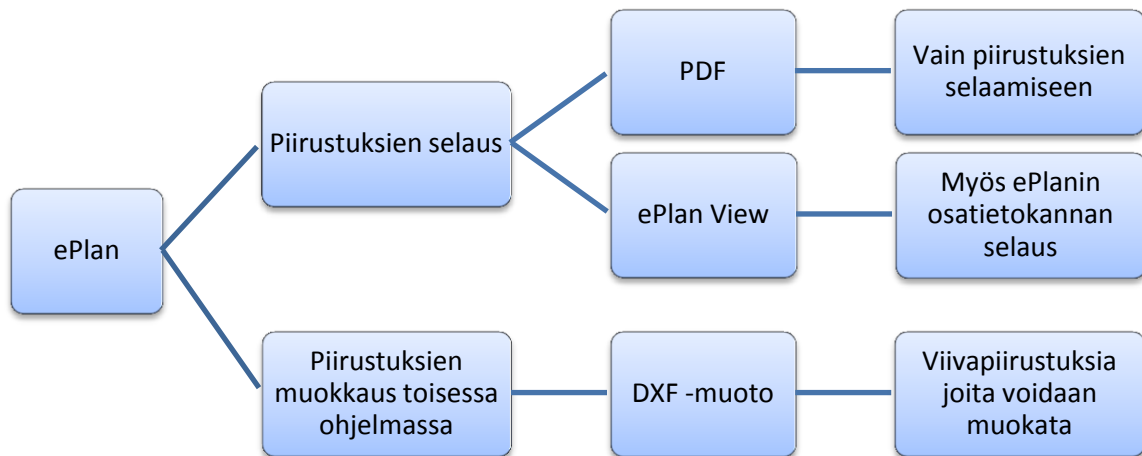
Yksi selkeä muutos alkuperäisiin sähköpiirustuksiin verrattuna on kontaktoreiden ja releiden koskettimien esittävän viitekaavion käyttöönotto. Alkuperäisissä piirustuksissa kaikki koskettimet ja kela oli esitetty vierekkäin samalla sivulla. Kun piirustuksia jaettiin useammalle sivulle, kela ja koskettimia ei kannattanut sijoittaa samalle sivulle, vaan kelojen alle piirrettiin viitekaaviot (kuva 9). Näin eri tarkoituksiin käytettäviä koskettimia on mahdollista sijoittaa eri sivuille. Viitekaavio sisältää kosketinnumerot sekä sijainnin jossa varsinainen kosketin on esitetty.



Kuva 9. Esimerkki viitekaaviosta.

Piirustuksien loppukäyttäjillä, eli esimerkiksi laitteen ostaneella asiakkaalla, ei välttämättä ole ePlan –ohjelmaa käytettävissä. Tätä varten ePlan sisältää muutamia erilaisia vaihtoehtoja sähköpiirustuksien lukemiseen (kuva 10). Pelkkien sähköpiirustuksien lukemiseen on olemassa ePlan View –ohjelma jolla piirustuksia pystyy selaamaan ja osatietoja pystyy lukemaan mutta piirustuksien muokkaaminen ei ole mahdollista. Ilmaista katseluohjelmaa ePlanin käyttämälle tiedostomuodolle ei kuitenkaan ole olemassa, vaan myös ePlan View on maksullinen ohjelma. Jos piirikaavioita haluaa ainoastaan lukea, ne kannattaa tallentaa PDF –muotoon ePlanissa. Piirustuksien lukeminen PDF –muodossa on sujuvaa linkityksen avulla, eli sivujen välisien ristiviittausten välillä pystyy navigoimaan tavallisina PDF –tiedoston linkkeinä. Näin piirustuksien lukeminen on huomattavasti helpompaa kuin paperimuotoisen piirikaavion selaaminen. Projektin

voi myös muuttaa Autocadin ja monen muun CAD –ohjelman käyttämään DXF –muotoon. Näin asiakas joka käyttää toista suunnitteluohjelmaa pystyy tarvittaessa käyttämään piirustuksia. DXF –muoto tekee kuitenkin piirustuksista pelkkiä viivapiirustuksia, eli osatiedot eivät sisälly eikä esimerkiksi symboleja ole mahdollista siirtää piirtämättä johdotuksia kokonaan uudestaan.



Kuva 10. Vaihtoehtoja sähköpiirustuksien lukemiseen

6.2 Osaluettelot

Osaluetteloja on nykyisellä järjestelmällä mahdollista laatia ainakin kolmella eri tavalla. Suunnitteluvaiheessa on hyödyllistä käyttää ePlanin omaa raportingenerointiominaisuutta. Tällä toiminnolla ePlanilla piirretyistä sähkökaavioista saadaan lista joka sisältää kojettunnuksen, lyhyen kuvauksen, valmistajan tuotekoodin sekä tarvittavat kappalemäärät. Kaapeleille voidaan generoida vastaavanlainen erillinen lista joka sisältää kaapeli-tyypit, pituudet ja kytkentäterminaalit. Osaluettelo joka generoidaan ePlanissa sisältää myös Aton-järjestelmässä käytettävän ERP -numeron jolla yksittäiset osat tunnistetaan toiminnanohjausjärjestelmässä, jossa osia tilataan laitteen valmistusvaiheessa. Tämä ePlanissa generoitava osaluettelo on erityisen hyödyllinen suunnitteluvaiheessa koska siitä suunnittelija näkee heti kaikki kojettunnuksukset ja niihin yhdistetyt osatiedot, ja piirrossymboliin on myös mahdollista siirtyä suoraan osaluettelosta. Ilman ePlanin osaluetteloa jokainen piirrossymboli pitäisi käydä läpi käsin ja samalla pitäisi tarkistaa että siihen varmasti on liitetty osatieto. Osa- ja kaapeliluetteloja on myös mahdollista tallen-

taa Excel-muotoon suoraan ePlanista, ja Excelissä muokattuja luetteloita on myös mahdollista tuoda takaisin ePlaniin.

Suunnitteluvaiheessa käytettävää ePlanissa generoitua osa- ja kaapeliluetteloja ei kuitenkaan ole tarkoitus käyttää varsinaisena virallisena osaluettelona, vaan siihen tarkoitukseen käytetään PDM –järjestelmästä saatavia luetteloja. PDM –järjestelmä sisältää koko laitteen rakenteen tuotetiedot, joten sähkökomponenttien luettelot saadaan samaan muotoon kuin laitteen mekaanisten osien osaluettelot.

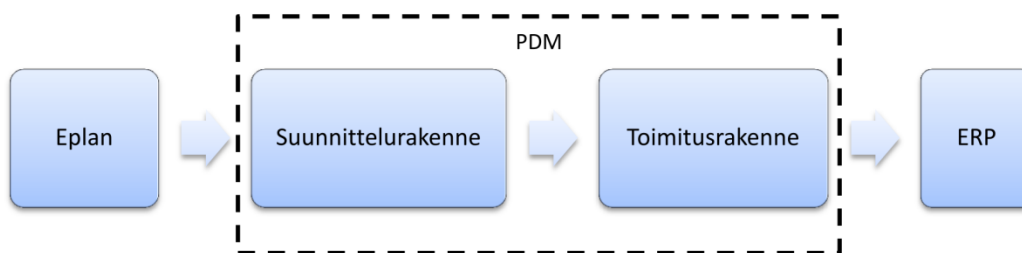
6.3 Osatietokanta

Alkuperäinen osaluettelo on yli 500-rivinen tekstimuotoinen Excel -luettelo. Sen siirtämisestä osatietokantaan ei aloitettu tämän opinnäytetyön aikana, mutta osien lisäämistä ePlan-ohjelman osatietokantaan tehtiin harjoittelumielessä toiminnon testaukseksi. Tarkoituksena on että alkuperäinen Excel –luettelo tulevaisuudessa siirretään PDM –järjestelmän osatietokantaan. PDM –järjestelmästä osatietoja tullaan siirtämään ePlanin omaan osatietokantaan. Osatiedot tarvitaan PDM –järjestelmässä, jotta niitä voidaan käyttää valmistettavan laitteen rakenteen suunnittelussa ja niin että niitä voidaan viedä ERP –toiminnanohjausjärjestelmään osien tilausta varten.

Alkuperäinen Excel-muotoinen osaluettelo sisältää kojenumeron, komponentin valmistajan tuotekoodin, lyhyen kuvauksen jokaisesta komponentista, tuotteen toimittajan nimen sekä tilausmäärän jokaiselle tuotteelle. Tarkemman tiedon löytäminen jokaisesta tuotteesta voi kuitenkin joissain tapauksissa olla haastavaa, varsinkin jos komponentti on ehtinyt poistua markkinoilta. ePlanin osatietokanta on hyödyllinen, sillä komponenttien tietoja voi määrittää siihen. Tietokantaan on myös mahdollista tallentaa linkki valmistajan Internet-sivulle, valokuva jokaisesta osasta sekä osan datalehti PDF -muodossa. Tämä on myös tärkeää laitteen koko elinkaarta ajatellen. Jos komponenteista ei ole riittävästi dokumentaatiota säilytettynä, eli jos ei ole tarkkaa tietoa vanhan komponentin ominaisuuksista, markkinoilta poistuneita komponentteja voi olla hankala korvata uusilla.

6.4 Tuotedokumentaation hyödyntäminen toimituksessa

Sähköpiirustuksia ja osaluetteloja tarvitaan laitteen suunnitteluvaiheessa, mutta ne ovat tärkeitä myös kun laitteita valmistetaan ja toimitetaan (kuva 11). Kun asiakas ostaa laitteen, piirustuksia modifioidaan usein laitekohtaisesti asiakkaan toiveiden mukaisesti. Sähköpiirustuksiin voidaan esimerkiksi lisätä hätäseispainikkeita tai muita toimintoja jotka eivät kuulu laitteen perusvarustukseen. Kun laitekohtaiset piirustukset ovat valmiit ePlanissa, ne siirretään PDM –järjestelmän suunnittelurakenteeseen. Tässä kootaan laitteen kaikki suunnitteludokumentit, joita on tarkoitus käyttää toimituksessa. Tähän kuuluvat sähköpiirustukset, mekaniikkapiirustukset ja näihin kuuluvat PDM –järjestelmässä tuotettavat osaluettelot. Kun suunnittelurakenne on valmis, dokumentaatio siirretään PDM –järjestelmän toimitusrakenteeseen. Tässä vaiheessa piirustuksia ei muuteta enää, vaan toimitusrakenne sisältää dokumentaation laitekohtaisesti sellaisena kuin laite on valmistettu ja toimitettu asiakkaalle. Jos pinnoituslaitetta vielä modifioidaan kun se on siirretty toimitusrakenteeseen, uudistetut piirustukset lisätään toimitusrakenteeseen. Tarkoituksena on, että toimitusrakenne sisältää täydelliset tiedot siitä minkälainen pinnoituslaite asiakkaalle on toimitettu. Laitteen toimitusrakenne siirretään ERP- eli toiminnanohjausjärjestelmään, josta laitteen osat tilataan. Tämän jälkeen laite valmistetaan ja toimitetaan asiakkaalle.



Kuva 11. Vaiheet laitteen suunnittelusta lopputuotteeksi.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Työn tarkoituksena oli aloittaa sähkökaavioiden siirtäminen uuteen sähkösuunnitteluohjelmaan. Alkuperäisiä sähkökaavioita ei ollut mahdollista siirtää sähköisessä muodossa formaatista toiseen, joten piirustukset piirrettiin alusta asti uudestaan. Tarkoituksena oli myös piirtää piirustukset toisenlaisella sivuasettelulla. Alkuperäisiin sähköpiirustuksiin verrattuna puolityhjiä sivuja tuli melko paljon. Avarampi sivuasettelu tarkoittaa myös että kaikki tiettyyn piiriin kuuluvat komponentit on asetettu samalle sivulle tai peräkkäisille sivuille. Tämä tekee tietyn komponentin ja siihen kuuluvien osien löytämisen huomattavasti helpommaksi, kun sivut on jaettu ja nimetty tiettyjen toimintojen ja komponenttien mukaan. Liitteessä 3 nähdään esimerkkejä uudistetuista sähköpiirustuksista. Tietokantapohjainen suunnittelujärjestelmä mahdollistaa myös paremman yhteistyön suunnittelijoiden välillä, ja eri laitemalleissa suunniteltuja osakokonaisuuksia voidaan helpommin hyödyntää tulevissa laitemalleissa. Laitteen toimitukseen tarvittava työ vähentyy myös kun tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmiä voidaan käyttää.

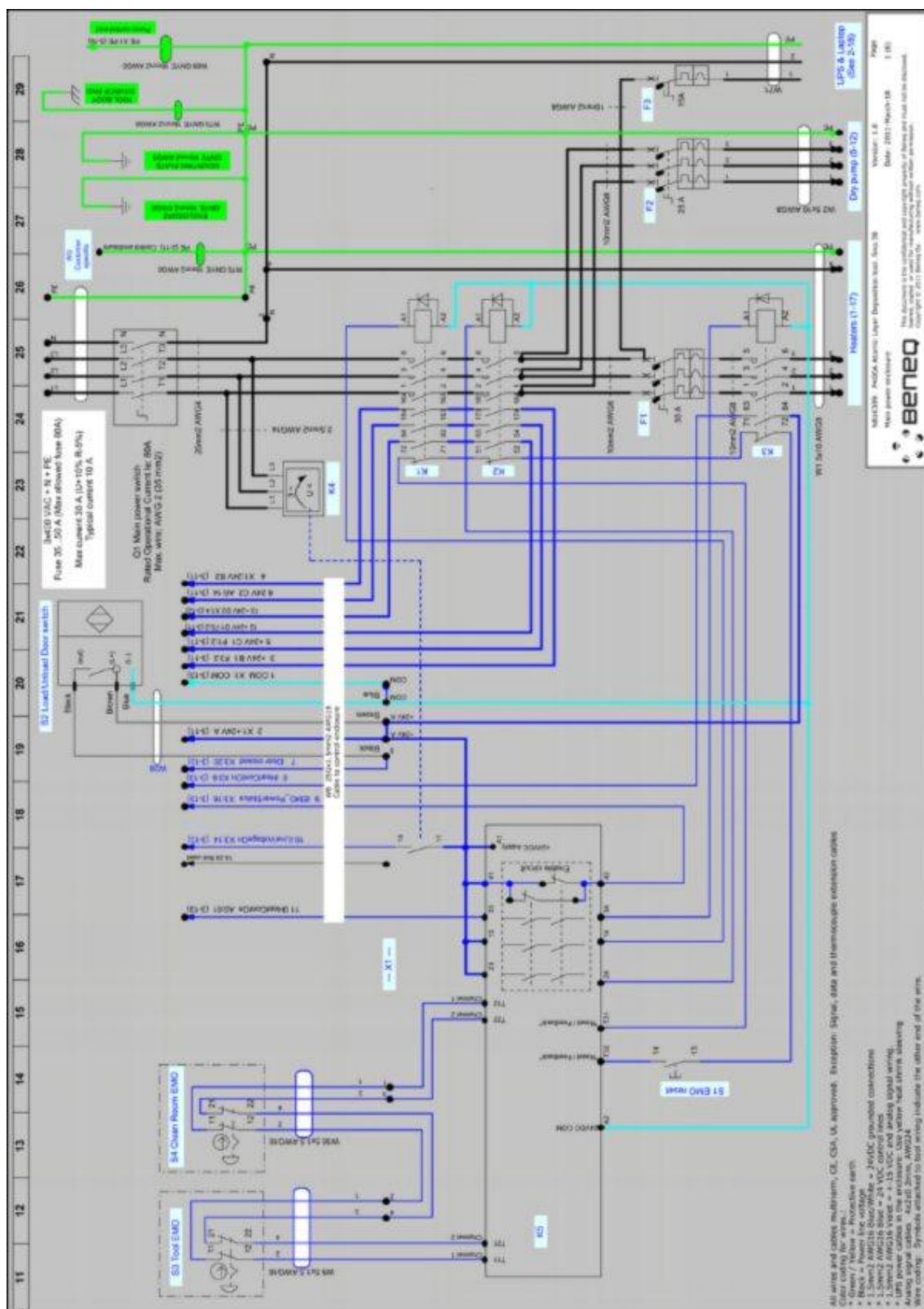
Kun yritys kasvaa ja tuotemalleja tulee lisää, on tärkeää että tuotedokumentaatio on toimivaa. Beneq:in P400A –mallin sähköpiirustuksien siirtäminen ePlaniin tulee jatkuamaan tämän opinnäytetyön jälkeen, ja komponenttilista tullaan tulevaisuudessa siirtämään Aton PDM –järjestelmään. PDM –järjestelmän käyttö on erityisen tärkeää laitteiden toimituksen yhteydessä, jotta jokaiselle asiakkaalle toimitettavalle laitteelle on toimiva dokumentaatio.

Tämän opinnäytetyön tekijälle ePlan oli kokonaan uusi ohjelma, eli varsinaisen suunnittelutyön lisäksi itse suunnitteluohjelma jouduttiin opettelemaan alusta asti. Tämä antoi omat haasteensa mutta oli myös tehokas tapa oppia uuden suunnitteluohjelman käytön. Ohjelman harjoittelu tapahtui lukemalla ePlaniin kuuluvia ohjeita sekä kokeilemalla eri toimintojen käyttömahdollisuuksia. Toimintaperiaate muistuttaa yleisesti ottaen muita sähkösuunnitteluohjelmia joten mitään ylitsepääsemättömiä ongelmia ei tullut vastaan.

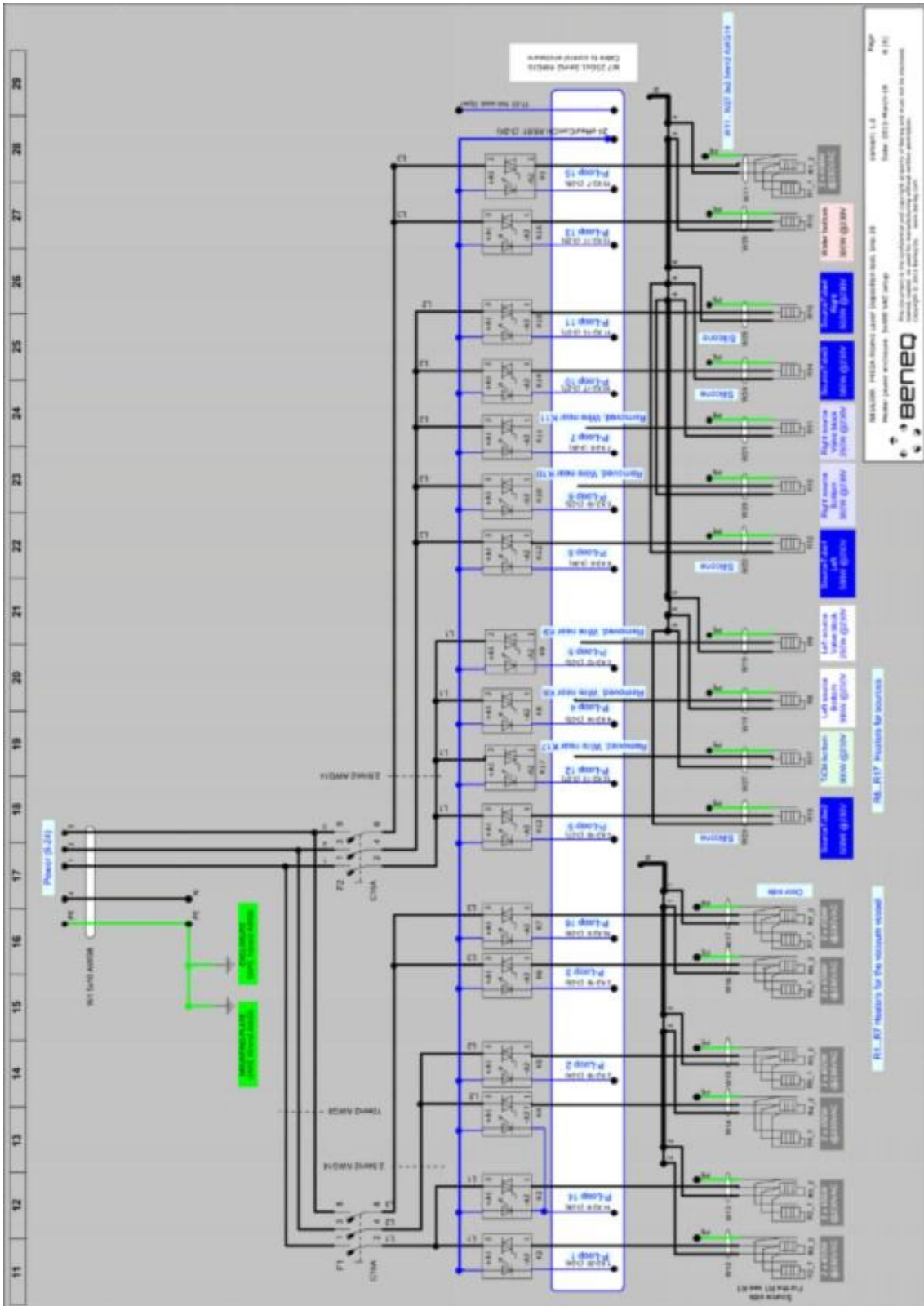
LÄHDELUETTELO

- /1/ Wikipedia – Atomic Layer Deposition.
http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_layer_deposition [haettu 14.3.2012]
- /2/ R. Bunshah, 2010, Handbook of deposition technologies for films and coatings, toinen painos, Noyes Publications, 924s.
- /3/ Bolton, W. 2009, Programmable Logic Controllers, 5 painos. Elsevier Ltd., 398s.
- /4/ Wikipedia – CE mark. http://en.wikipedia.org/wiki/CE_mark [haettu 27.3.2012]
- /5/ Wikipedia - Underwriters Laboratories.
http://en.wikipedia.org/wiki/Underwriters_Laboratories [haettu 27.3.2012]
- /6/ A. Sääksvuori, A. Immonen. 2002, Tuotetiedonhallinta – PDM. Talentum Media Oy, 201s.
- /7/ A. Ruppä, T.Perkiö, 1996. Sähkötekniinen dokumentointi, Opetushallitus, 183s.

LIITE 1: ESIMERKKEJÄ ALKUPERÄISISTÄ SÄHKÖPIIRUSTUKSISTA

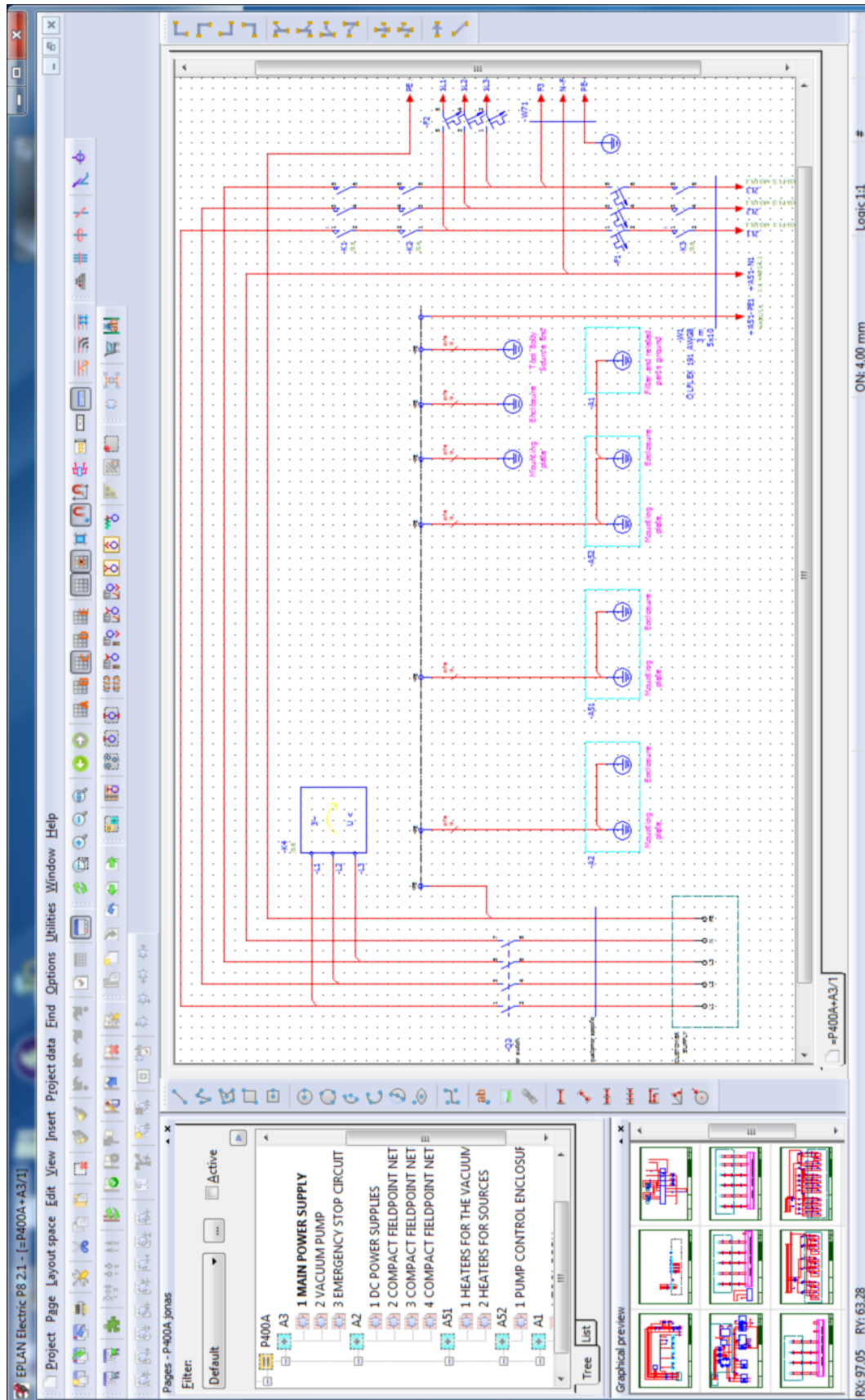


P400A –laitteen alkuperäinen sähköpiirustus, pääsähkökaappi A2. (Beneq Oy).

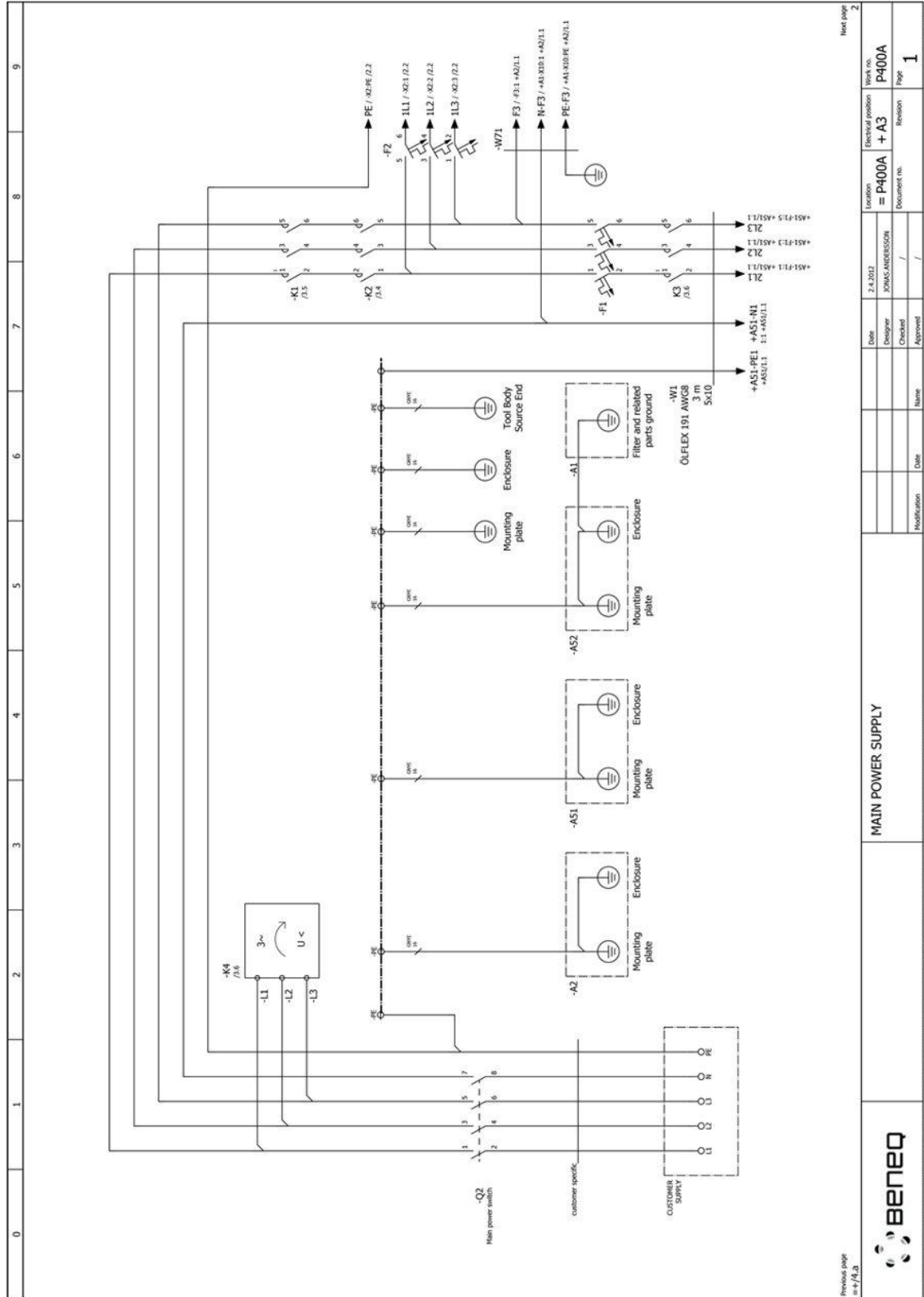


P400A –laitteen alkuperäinen sähköpiirustus, lämmityksen ohjaus A52. (Beneq Oy).

LIITE 2: EPLANIN PÄÄNÄKYMÄ



LIITE 3: ESIMERKKEJÄ UUSISTA SÄHKÖPIIRUSTUKSISTA

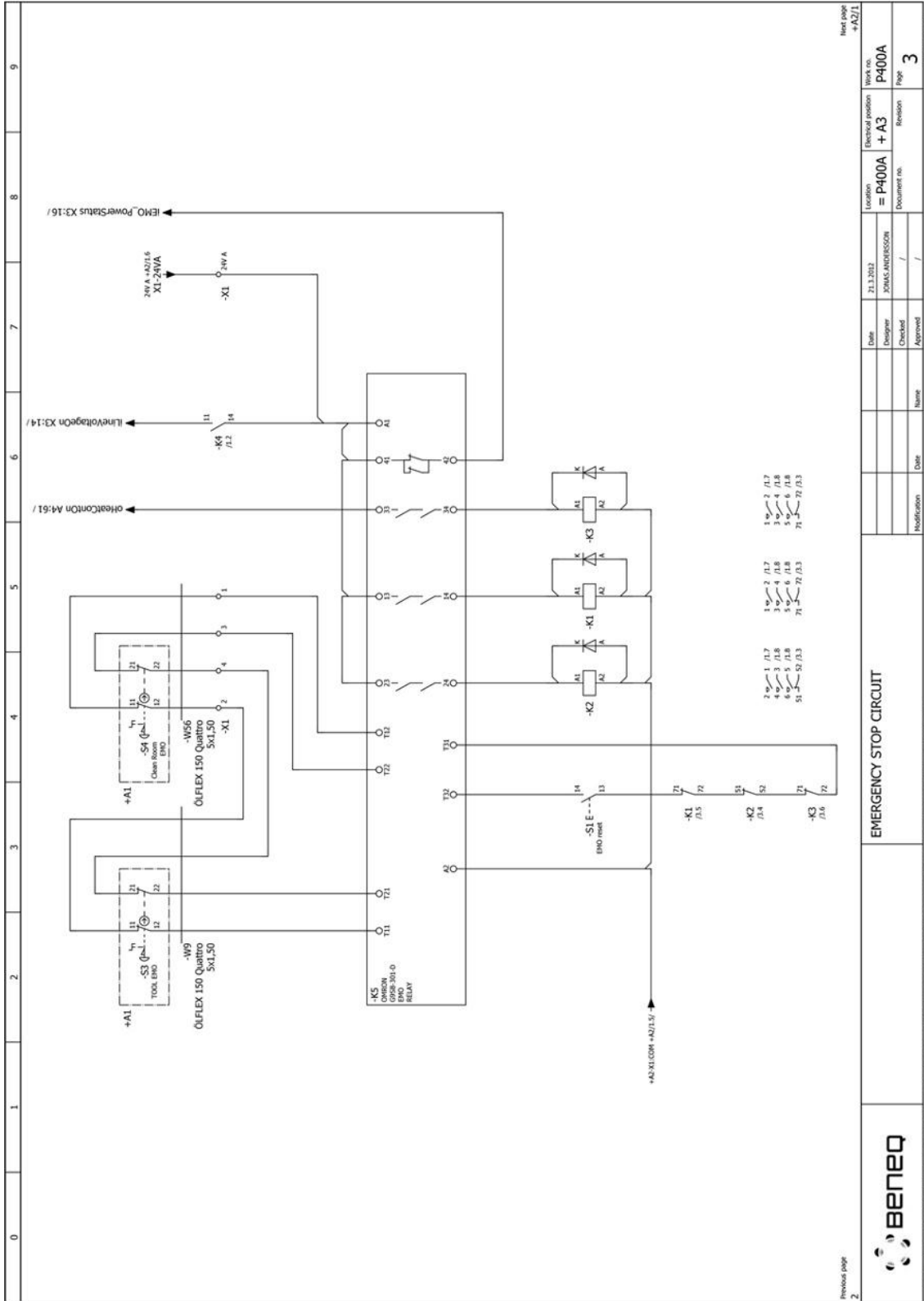


Date	Designer	Checked	Approved	Name	Date	Modification	Electrical position	Work no.	Next page
2.4.2012	JORMA ANDERSSON	/	/	/	/	/	P400A + A3	P400A	2
MAIN POWER SUPPLY							Document no.	Reason	Page
							/		1

Previous page: 1/1, 2
Printed: 2.4.2012



This document is confidential and copyrighted property of Beneq and must not be disclosed, loaned, copied, used for manufacturing or for any other purpose without Beneq's written permission.



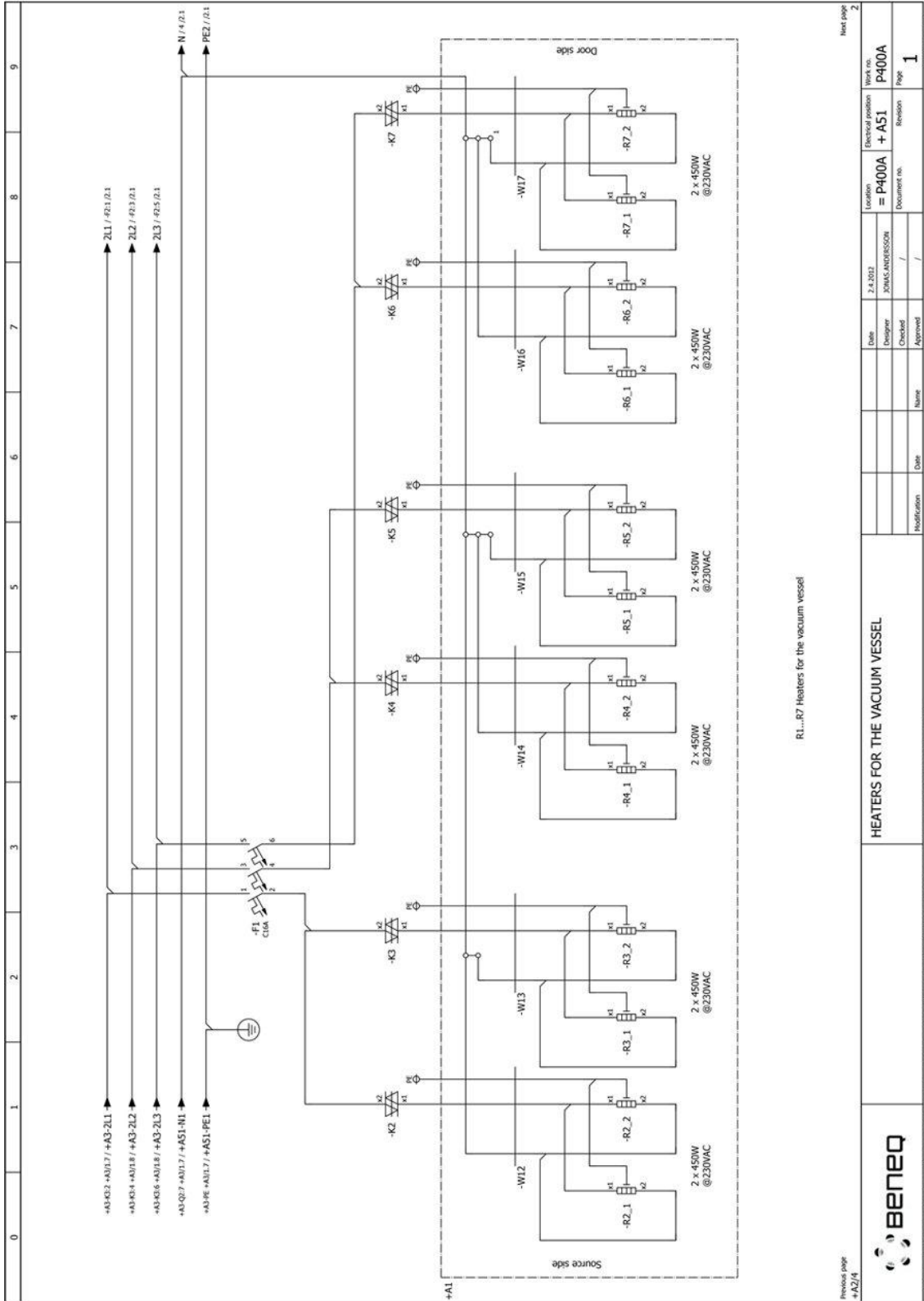
This document is confidential and copyrighted property of Beneq and must not be disclosed, loaned, copied, used for manufacturing or for any other purpose without Beneq's written permission.

Date	Designer	Checked	Approved	Name	Date	Modification
21.3.2012	ZORAN ANDREJESON	/	/	/	/	/

Location	Electrical position	Work no.
= P400A	+ A3	P400A

Document no.	Revision	Page
/	/	3

Printed: 2.4.2012



R1...R7 Heaters for the vacuum vessel

Previous page +A2/4	HEATERS FOR THE VACUUM VESSEL				Next page 2
		This document is confidential and copyrighted property of Beneq and must not be disclosed, loaned, copied, used for manufacturing or for any other purpose without Beneq's written permission.			
Date	2.4.2012	Location	= P400A	Electrical position	Work no.
Designer	ZUMU.ANDERSSON	Document no.	+ A51		P400A
Checked	/			Revision	Page
Approved	/				1
Name					Printed: 2.4.2012