

## **Prosessisähköistyksen asennustyyppikuvien päivittäminen ja liittäminen COMOS-suunnittelujärjestelmään**

**Andritz Oy – Varkauden toimipiste**

Antti Hämäläinen

Opinnäytetyö

Tammikuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Sähkövoimatekniikka

Tekijä Hämäläinen, Antti	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 10.1.2018
	Sivumäärä 58	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Prosessisähköistyksen asennustyyppikuvien päivittäminen ja liittäminen COMOS-suunnittelujärjestelmään</b>		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikka		
Työn ohjaajat Vesa Hytönen, Ari Kuisma		
Toimeksiantaja Andritz Oy		
Tiivistelmä <p>Asennustyyppikuvat ovat tärkeä osa teollisuuden prosessisähköistyksen asennuksien toteutusta. Sellutehdastoteutuksia valmistavan Andritz Oy:n projekteissa oli huomattu kehityksen tarvetta asennustyyppikuvissa. Aikaisemmin kuvien perusteella ei voitu tarkasti määrittää asennuksien materiaaleja ja kustannuksia. Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää asennustyyppikuvat ja liittää ne COMOS-suunnittelujärjestelmään. COMOS-suunnittelujärjestelmä on tietokantapohjainen ohjelmisto, jossa käytetään olio-ohjelmointia. Tarpeellista oli luoda tarpeeksi yksityiskohtaiset asennustyyppikuvat ja määrittää niiden sisältävät materiaalit. Asennustyyppikuvien päivittäminen oli osa COMOS-suunnittelujärjestelmän kehitystyötä.</p> <p>Asennustyyppikuvat luotiin AutoCAD-ohjelmalla, joka on yleinen kaksi- ja kolmiulotteisen suunnittelun piirtotyökalu. Asennustyyppikuva sisältää asennuskohteen malliasennuksen ja siihen liittyvät komponentit sekä materiaalit. Tyyppikuviin tarvittava aineisto kerättiin Suomen ja Ruotsin asennusstandardeista sekä Andritz Oy:n aikaisempien projektien toteutuksien dokumenteista. Tärkeimmät asennustyyppikuvat liitettiin malliksi COMOS-suunnittelujärjestelmään yrityksessä aikaisemmin tehtyjen ohjeistuksien avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena luotiin sellutehtaiden erilaisille laitteille ja toteutuksille noin 20 erilaista asennustyyppikuvaa. Tuloksia käytetään asennuskustannuksien määrittämisessä, asennusvalvonnan apuna ja yrityksen sisäisesti asennusohjeena. Kehitetyt asennustyyppikuvat luovat hyvän pohjan jatkaa COMOS-suunnittelujärjestelmän kehittämistä prosessisähköistyksen osalta.</p>		
Avainsanat Asennustyyppikuva, COMOS-suunnittelujärjestelmä, prosessisähköistys		
Muut tiedot Liitteinä asennustyyppikuvat alkaen sivulta 45.		

Author Hämäläinen, Antti	Type of publication Bachelor's thesis	Date 10.1.2018  Language of publication: Finnish
	Number of pages 58	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Update and attachment of process electrification installation typical drawings to COMOS-design system.</b>		
Degree programme Automation technology		
Supervisors Hytönen Vesa, Kuisma Ari		
Assigned by Andritz Oy		
Abstract  <p>Installation typical drawings are an important part of process electrification installations. Andritz Oy provides pulp mill implementations and a need for development was noticed in the company's installation typical drawings. It has been difficult to accurately define the materials and costs of installations with the existing installation typical drawings. COMOS design system is a database based program, which includes object-oriented programming. The objective was to update the installation typical drawings and attach them to the COMOS design system. It was necessary to create more detailed installation typical drawings with definitions of the included materials. The creation of installation typical drawings was a part of the COMOS design system development.</p> <p>Installation typical drawings were created with AutoCAD program, which is a commonly used tool for two- and three-dimensional designing. Installation typical drawing contains a model of a specific installation including the components and materials. The necessary materials for the installation typical drawings were gathered from Finnish and Swedish standards as well as from previous projects of Andritz Oy. The most important installation typical drawings were attached to the COMOS design system examples in accordance with the company's instructions.</p> <p>As a result, there are approximately 20 different installation typical drawings containing installation methods for various devices in pulp mill industry. The developed installation typical drawings may be used in calculation of installation costs, to assist with installation supervision and as an internal installation instruction for the company. The developed installation typical drawings created a good basis to continue COMOS design system development concerning process electrification.</p>		
Keywords/tags Installation typical drawing, COMOS design system, Process electrification		
Miscellaneous Installation typical drawings as attachments starting from page 45.		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Toimeksiantajana Andritz Oy</b> .....	<b>8</b>
	2.1 Andritz-konserni .....	8
	2.2 Andritz Pulp & Paper .....	8
	2.3 Andritz Oy .....	9
	2.4 Andritz Automation .....	9
<b>3</b>	<b>COMOS-Suunnittelujärjestelmä</b> .....	<b>10</b>
	3.1 Esittely .....	10
	3.2 Toimintaperiaate .....	10
	3.3 Tuoteryhmät.....	11
	3.4 COMOS-suunnittelujärjestelmän käyttö Andritz Oy:llä .....	12
<b>4</b>	<b>Prosessisähköistys ja maadoitus</b> .....	<b>15</b>
	4.1 Sähkönjakelujärjestelmät .....	15
	4.2 Prosessisähköistys .....	15
	4.2.1 Määritelmä .....	15
	4.2.2 Kattilalaitokset .....	17
	4.3 Maadoitus ja potentiaalintasaus .....	18
	4.3.1 Teollisuuden maadoittaminen .....	18
	4.3.2 Taajuusmuuttajaohjattujen moottoreiden lisäpotentiaalintasaus .....	19
<b>5</b>	<b>Kehittämistyöprosessi</b> .....	<b>20</b>
	5.1 Tausta .....	20
	5.2 Aineisto.....	20
	5.3 Tutkimusmuodot .....	21
	5.4 Kehittäminen .....	21
<b>6</b>	<b>Kehittämistyön tulokset</b> .....	<b>23</b>
	6.1 Asennustyyppikuvat .....	23
	6.2 Laitteiden ja kaapeleiden merkitseminen .....	23

6.3	Sähkömoottorit .....	24
6.4	Moottoriventtiilit.....	30
6.5	Höyrynuohoin EP012 .....	33
6.6	Sähkösuodattimen eristimen lämmitys EP013 .....	34
6.7	Paikallisohjauspaneeli EP014 .....	35
6.8	Asennuskehikko EP017.....	35
6.9	Maadoituskiskot .....	36
<b>7</b>	<b>Asennustyyppikuvien liittäminen COMOS-suunnittelujärjestelmään .....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Kehittämistyön tuloksien yhteenveto .....</b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b>Pohdinta.....</b>	<b>42</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>44</b>
	<b>Liitteet.....</b>	<b>46</b>
	Liite 1. Asennustyyppikuva EP018.....	46
	Liite 2. Asennustyyppikuva EP003.....	47
	Liite 3. Asennustyyppikuva EP005.....	48
	Liite 4. Asennustyyppikuva EP007.....	49
	Liite 5. Asennustyyppikuva EP009.....	50
	Liite 6. Asennustyyppikuva EP010.....	51
	Liite 7. Asennustyyppikuva EP011.....	52
	Liite 8. Asennustyyppikuva EP012.....	53
	Liite 9. Asennustyyppikuva EP013.....	54
	Liite 10. Asennustyyppikuva EP014 .....	55
	Liite 11. Asennustyyppikuva EP017 .....	56
	Liite 12. COMOS-suunnittelujärjestelmään liitetty asennustyyppikuva .....	57
	Liite 13. Asennustyyppikuva EP015 .....	58

## Kuviot

Kuvio 1. Andritz Groupin yritys rakenne .....	8
Kuvio 2. Kuvaus COMOS-olion toiminasta .....	11
Kuvio 3. COMOS-tuoteryhmät .....	12
Kuvio 4. Mallikuva SIMOCODE-moottorilähdöstä.....	14
Kuvio 5. COMOS-piirin mallirakenne SIMOCODE moottorilähdöstä .....	14
Kuvio 6. Ote erään voimalaitoksen pääkaaviosta .....	17
Kuvio 7. Erään sellutehtaan maadoitusohje 2016, maadoituskaavio .....	18
Kuvio 8. Asennustyyppikuva EP001.....	28
Kuvio 9. COMOS-rakenne asennustyyppikuville .....	37

## Taulukot

Taulukko 1. Asennustyyppikuvan EP001 komponentit.....	38
Taulukko 2. Erään soodakattilan materiaalikustannustaulukko .....	40
Taulukko 3. Taajuusmuuttajien asennuskehikon ja turvakytkinasennuksen materiaalit .....	41

## **Sanasto ja määritelmät**

### **Asennustyyppikuva**

Asennuksen mallikuva, jossa esitetään tarvittavat komponentit ja materiaalit.

### **AutoCAD-ohjelma**

Kaksi- ja kolmiulotteista suunnittelua varten rakennettu työkalu. (AutoCAD n.d.)

### **COMOS-suunnittelujärjestelmä (Component object server)**

Koko projektin elinkaaren kattava tietokantapohjainen laitteiden ja laitteiden suunnitteluun rakennettu ohjelmistoratkaisu. Järjestelmä on toteutettu olio-ohjelmoinnilla. (Tuotekuvaus n.d.)

### **EMC (Electromagnetic Compatibility)**

Sähkömagneettinen yhteensopivuus. Suomessa on saatettu voimaan Euroopan Unionin EMC-direktiivi 2004/108/EY. (SFS-käsikirja 600-1 2012, 133.1)

### **Höyrynuohoin**

Kattilalaitosten savukanavien puhdistukseen tarkoitettu laite. Korkeapaineista höyryä syötetään pyörivän, edes takaisin liikkuvan höyryputken suuttimista.

### **Maadoituselektrodi**

Johtava osa, joka on kosketuksessa maahan ja muodostaa siihen sähköisen yhteyden. (SFS-käsikirja 6001 2005, 2.7.3)

### **PI-kaavio**

Prosessi- ja instrumentointikaavio, joka kertoo prosessin toimintaperiaatteen. Kaavio sisältää prosessin päälaitteet ja säätötarpeet. (Suunnittelukäsikirja n.d.)

### **Potentiaalintasaus**

Johtavien osien välinen sähköinen liitäntä, jonka tarkoituksena on saavuttaa tasapotentiaali (SFS-käsikirja 6001 2005, 826-13-19)

**Prosessisähköistys**

Teollisuuden laitosten prosessiin liittyvät sähkölaitteet, -laitteistot ja -asennukset.

**SFS**

Suomen standardisoimisliitto SFS

**SIMOCODE**

Modulaarinen pienjännitemoottorin suojaus- ja ohjausjärjestelmä.  
(SIMOCODE – älykäs moottorinsuojaus n.d.)

**SSG**

Standard solutions group SSG. Ruotsissa käytetty asennusstandardi

**Sulavesiräjähdyks**

Sulavesiräjähdyks syntyy, kun kuumaan nesteeseen vuotaa kylmää nestettä, jolloin aineen tilavuus kasvaa räjähdysmäisesti. (Vaurio ja onnettomuusrekisteri 2003, 13)

**Taajuusmuuttaja**

Portaaton sähkömoottorin nopeutta tai momenttia säätävä laite, jonka toiminta perustuu taajuuden säätämiseen. (Mikä taajuusmuuttaja on n.d.)

**Turva-automaatio (SRS, safety related system)**

Turva-automaation tarkoitus on toimia teollisuuslaitoksen toiminnallisen turvallisuuden varmentamisessa (Turva-automaatio prosessiteollisuudessa 2007, 4)

**UPS-järjestelmä (Uninterruptible power supply)**

Keskeytymätön sähkönsyöttöjärjestelmä, jolla turvataan kriittisten sähkölaitteistojen toiminta sähkökatkojen aikana. (ABB:n UPS-tuotevalikoima n.d.)



## 1 Johdanto

Asennustyyppikuva on asennuksen mallikuva, jossa esitetään tarvittavat komponentit ja materiaalit. Asennustyyppikuvia hyödynnetään yrityksen toimittamissa teollisuuden tuotteissa ja laitoksissa. Opinnäytetyön taustalla oli tarve saada päivitettyt asennustyyppikuvat sellutehtaiden prosessisähköistyksen asennusten tarpeisiin ja hyödyntää niitä yrityksen käyttämässä Siemensin COMOS-suunnittelujärjestelmässä. Asennustyyppikuvien avulla määritetään tarkemmin prosessisähköistyksen kustannukset. Tyyppikuvia tullaan käyttämään sähkösuunnittelussa ja asennuksissa mallikuvina. Tarvetta oli saada yhtenevä linja siihen, kuinka asennukset tulee toteuttaa, ja asiakkaalle pystytään tarjousvaiheessa tarjoamaan asennusstandardit, joita projektissa tullaan noudattamaan. Tarkemmilla asennustyyppikuvilla ja materiaalmäärityksillä vähennetään ohjauksen ja valvonnan määrää. Laitteiden ja kaapeleiden merkitsemisessä on välillä haasteita. Tarvetta oli myös uudistaa yrityksen merkitsemisstandardi ja saada se mahdollisimman selkeästi ymmärrettäväksi. Asennustyyppikuviin määritettiin laite- ja kaapelikyltit.

Opinnäytetyössä käytetty materiaali, jonka pohjalta tarpeelliset asennustyyppikuvat rakennettiin, on peräisin Andritz Oy:n vanhoista projekteista. Asennustyyppikuvia piirtäessä hyödynnettiin aikaisempien projektien toteutuksia asennuksista, valokuvia, eri maiden standardeja, laitevalmistajien dokumentaatiota sekä henkilökohtaista kokemusta asennuksista. Työssä haastateltiin yrityksen työntekijöitä, joilla on kokemusta prosessisähköasennuksista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa kattava määrä prosessisähköistyksen ja prosessiin liittyvien maadoitusten asennustyyppikuvia. AutoCAD-ohjelmalla piirrettiin kuvia moottoreista, moottoriventtiileistä, maadoituksista, kattilan höyrynuohoimista sekä sähkökeskusten osalta muutamista kohteista. Luotuihin kuviin määritettiin asennukseen kuuluvat komponentit ja materiaalit. Lopuksi kuvat liitettiin COMOS-suunnittelujärjestelmään. Järjestelmässä määritettiin prosessisähköistyksen laitteille oikea asennustyyppikuva ja saatiin tuotettua lista kaikista piiriin kuuluvista materiaaleista. Asennustyyppikuvia hyödynnetään myös tarjouslaskennassa ja asennuskyselyissä, jolloin päästään tarkempiin materiaalmääriin. Tarkemmin määritetyt yksik-

köhinnat tarjousvaiheessa vähentävät riskiä virhelaskentoihin ja selkeät asennusstandardit parantavat asennuksen laatua. Asennustyyppikuvat hyväksytetään loppuasiakkaalla ennen asennuksien suorittamista, näin vältetään asiakkaasta tai paikallisista säädöksistä johtuvilta asennustapamuutoksilta ja näistä aiheutuvilta lisäkustannuksilta. Maadoitusten osalta luotiin tarvittava määrä tyyppikuvia maadoituskiskoista, joihin on määritetty yleiset teollisuusympäristön maadoituksen tarpeet. Tällöin maadoitusten laskennassa hyödynnetään asennustyyppikuviiin valmiiksi arvioituja kaapelimääriä. Työn valmista tulosta on tarkoitus käyttää alkuvuonna 2018 alkavaan sähkösuunnitteluun.

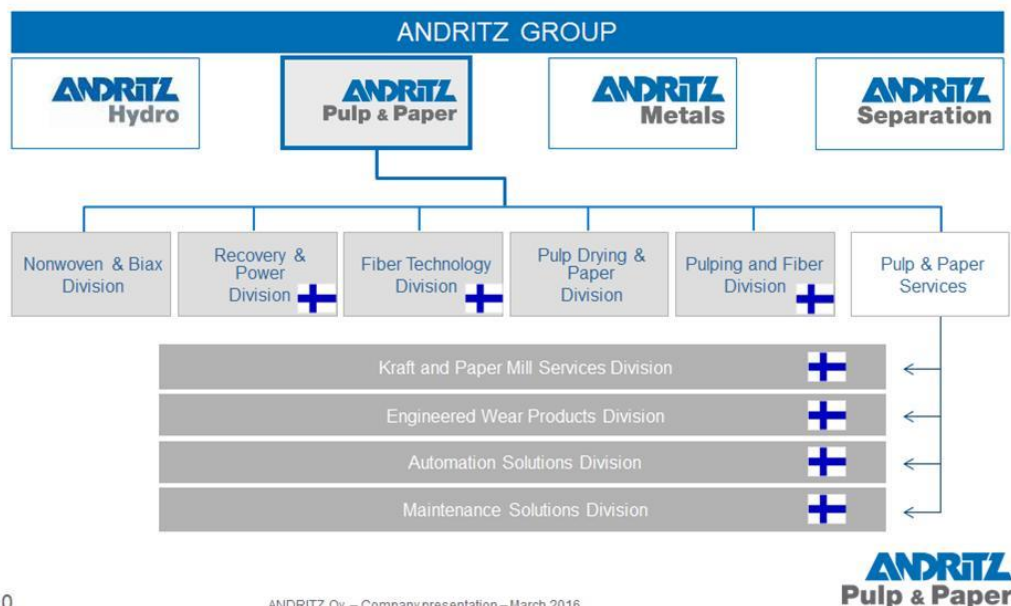
Opinnäytetyö oli empiirisen tutkimuksen pohjalta toteutettu kehittämistyö, jossa kehitetään yrityksen asennusmalleja ja COMOS-suunnittelujärjestelmää. Aikaisempien toteutuksien pohjalta luotiin aineisto, jonka avulla rakennettiin tarvittavat asennustyyppikuvat. Kehittämisen tuotetta tullaan käyttämään projektien suunnittelussa, laskennassa sekä asennuksessa. Kirjallista raporttia on tarkoitus käyttää selutehtäiden prosessisähköistyksen asennusohjeena yrityksen sisäisesti.

## 2 Toimeksiantajana Andritz Oy

### 2.1 Andritz-konserni

Andritz Oy kuuluu Andritz-konserniin, joka on yksi maailman johtavista vesivoimateollisuuden, sellu- ja paperiteollisuuden sekä metalli- ja terästeollisuuden teknologia- ja ratkaisujen toimittajista. Konsernin pääkonttori sijaitsee Itävallan Grazissa ja kaiken kaikkiaan konsernilla on noin 26 000 työntekijää. Andritz Group jakautuu neljään liiketoiminta-alueeseen (ks. kuvio 1): vesivoima, sellu ja paperi, metallit ja erotusteknologia. (Andritz intranet n.d.)

#### Organizational structure



Kuvio 1. Andritz Groupin yritys rakenne (Andritz intranet n.d.)

### 2.2 Andritz Pulp & Paper

Suurin osa Andritz:n Suomen toimipisteistä kuuluu Pulp and Paper -toimialan alle. Andritz Pulp and Paper on yksi maailman johtavista sellu- ja paperiteollisuuden yrityksistä ja se tarjoaa laitteistoja sekä järjestelmiä nimensä mukaan paperin ja sellun tuotantoon. Andritz Pulp and Paper on tuottanut ja tuottaa sellu- ja paperiteollisuuden ratkaisuja ympäri maailmaa. Toimialalla on myös Service eli huolto-divisioona, joka tarjoaa laitosten ja järjestelmien uudelleenrakennusta, huoltoa ja korjausta sekä

modernisointia. Pulp and Paper tarjoaa myös teknologiaa energiateollisuuteen, kuten biomassa-, voima- ja soodakattiloita. Toimialan tuotteisiin kuuluu muun muassa myös energiaa tuottavia kaasulaitoksia, savukaasujen puhdistusratkaisuja sekä jätteenpolttolaitoksia.

### 2.3 Andritz Oy

Andritz Oy toimittaa sellu- ja paperiteollisuuden järjestelmiä. Yrityksen tuotteita ovat kuituprosessit, puunkäsittely, kemikaalien talteenotto ja massankäsittely. Yritys toimittaa myös biomassakattiloita ja kaasutuslaitoksia energian tuotantoon. Yritys työllistää Suomessa noin 1100 ihmistä ja toimipisteitä on Helsingissä, Kotkassa, Lahdessa, Savonlinnassa, Tampereella ja Varkaudessa. Varkauden yksikkö siirtyi Andritz konsernille vuonna 2000 kun se osti liiketoiminnan Ahlströmiltä. Varkauden yksikkö työllistää reilut 200 työntekijää. Kaupungissa on myös Warkaus Works Oy, joka kuuluu Andritz Oy:n alaisuuteen. Warkaus Works Oy valmistaa voima- ja soodakattiloiden osia ja toimittaa niitä ympäri maailmaa.

### 2.4 Andritz Automation

Andritz Automation tarjoaa sähkö-automaatio toteutuksia ja palveluita Andritz konsernin sisäisille divisioonille sekä muille teollisuudenaloille, kuten kaivos-, vesivoima-, massa- ja paperiteollisuudelle. Andritz Automation myös suunnittelee ja valmistaa turva-automaatiojärjestelmiä toimittamiinsa laitoksiin. Toimiala työllistää maailmanlaajuisesti noin 2100 henkilöä ja toimipaikkoja on 109 (Andritz Intranet n.d.).

## 3 COMOS-Suunnittelujärjestelmä

### 3.1 Esittely

*”COMOS-suunnitteluohjelma on kokonaisvaltainen ohjelmistoratkaisu laitteiden ja laitosten suunnitteluun sekä elinkaarenhallintaan. Sen avulla mahdollistuu eri suunnittelutoimintojen ja projektivaiheiden välinen saumaton tiedonvaihto ja yhteistyö.”*

(Tuotekuvaus n.d.)

COMOS-suunnittelujärjestelmän asiakaskunta sisältää paljon monipuolisesti erialojen yrityksiä kuten muun muassa Andritz AG, FW (vuodesta 2017 Sumitomo SHI FW), Metso, Wärtsilä Finland Oy, Zellstoff- und Papierfabrik, Volkswagen, Stora Enso Publication Paper Kabel Mill ja Siemens AG. (Nykänen 2010, 11)

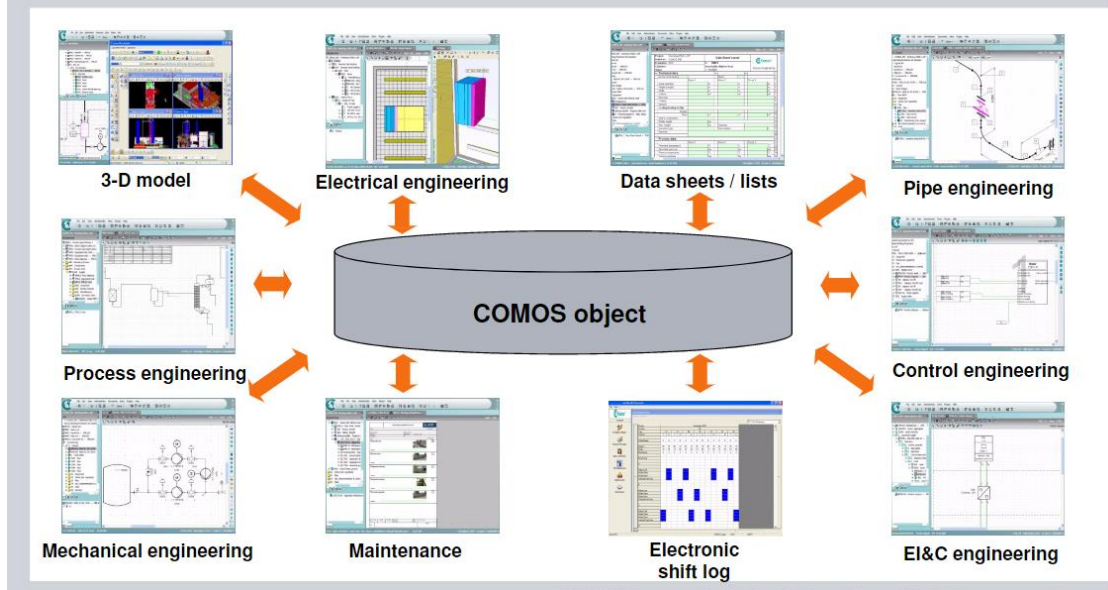
COMOS-järjestelmää on alettu rakentamaan vuodesta 1991 ja sen ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1996. Viime vuonna juhlittiin COMOS-järjestelmän 20 vuoden olemassa oloa ja julkaistiin versio 10.2. Järjestelmä on PLM-järjestelmä (Product Life Management), jolloin se on suunniteltu ylläpitämään ja huolehtimaan prosessista koko prosessin elinkaaren ajan (Tuotekuvaus n.d.).

### 3.2 Toimintaperiaate

COMOS-suunnittelujärjestelmän arkkitehtuuri perustuu oliopohjaiseen (object-oriented programming) ohjelmointiin. Oliopohjaisessa ohjelmoinnissa hyödynnetään ns. ”olioiden” yhteistyötä keskenään (ks. kuvio 2). Oliot ”kommunikoivat” keskenään, sisältävät toisiinsa kuuluvaa tietoa ja funktionaalisuutta. Oliot kykenevät käsittelemään tietoa, lähettämään tietoa toisille olioille ja vastaanottamaan viestejä. Jokaisella oliolla on oma rooli tai se on vastuussa jostakin osa-alueesta järjestelmän kokonaisuudessa. Käyttäjän kannalta olio-ohjelmointi on suhteellisen selkeää ja helppoa. On tiedettävä olion tehtävä ja miten sitä käytetään, jolloin käyttäjä ymmärtää yhden olion muutoksen laajuuden koko järjestelmässä. (Introduction to Object oriented programming concepts 2015)

## Plant Lifecycle Management Object orientation in COMOS

SIEMENS



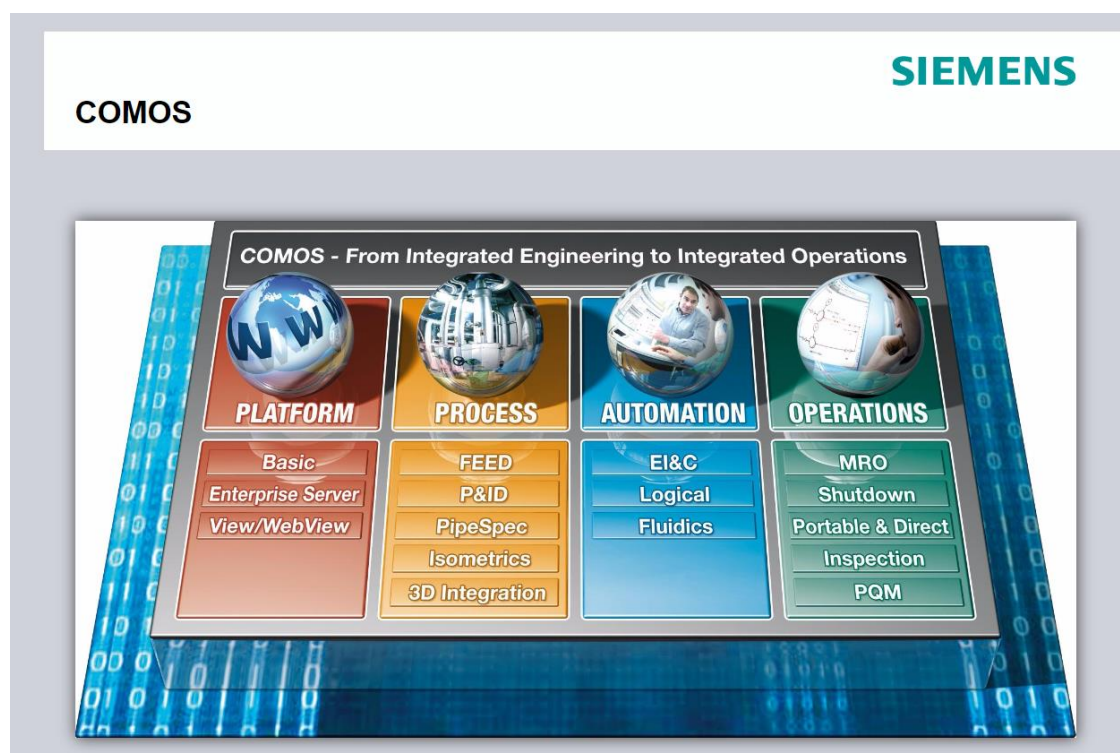
Kuvio 2. Kuvaus COMOS-olion toiminasta (Siemens industry automation 2010)

*Muutos suunnittelutiedossa päivittyy automaattisesti jokaiseen dokumenttiin ja sovellukseen, jossa tietoa käytetään. Näin suunnittelijalla on kaikki relevantti informaatio käytössään riippumatta siitä, minkä suunnitteluvaiheen tuottamaa tieto on. Lisäksi hän voi olla varma, että tieto on myös ajan tasalla. Keskitetty tiedonhallinta poistaa tarpeen tiedon siirtelylle eri suunnittelualustojen välillä, mikä vähentää tiedon häviämiskäytännön riskiä, päällekkäisyyksistä johtuvaa ylimääräistä työtä sekä epävarmuutta tiedon ajantasaisuudesta. Tämä tehostaa toimintaa mm. nopeamman suunnittelutyön ja työn paremman laadun kautta. Ohjelmistoon on integroitu lukuisia määrittäjädokumenttipohjia, joita tyypillisesti tarvitaan laitoksen suunnittelussa ja operoinnissa. Pohjat voidaan muokata halutunlaisiksi ja standardidokumenttien luominen voidaan automatisoida. Dokumenttien hallinnassa on sisäänrakennettu revisiointiprosessi, joka noudattaa vakiintuneita teollisuuden käytäntöjä. COMOS-ohjelmistoon on luotu useita rajapintoja, kuten prosessilaskenta ja -simulointi, ovat suunnittelun lähtötiedot helposti saatavilla tietokantaan. (Hyödyt n.d.)*

### 3.3 Tuoteryhmät

COMOS-ratkaisuja on neljä erilaista tuoteryhmää: COMOS Platform, COMOS Process, COMOS Automation ja COMOS Operations. COMOS Platform tarjoaa perustan kattavaan, sisäänrakennettuun resurssienhallintaan. Tuoteryhmä on ohjelmistoalusta oliopohjaiselle ja kokonaisvaltaiselle datanhallinnalle. COMOS Process on ohjelmistoratkaisu prosessisuunnitteluun. Tuoteryhmä tarjoaa kattavan laitossuunnittelutyökäytännön, jolla voidaan luoda yksityiskohtaisia putkisto- ja instrumentointikaavioita.

COMOS Process tukee kansainvälisiä laatustandardeja. COMOS Automation on suunnattu sähkö-, instrumentti-, säätö- ja automaatio suunnittelulle. Tuoteryhmä tarjoaa laitoksen ja laitteiden laajan sähkösuunnittelun sekä työkalut yksityiskohtaiseen suunnitteluun. COMOS Operations on tiedonhallintaratkaisu laitoksen operointiin ja kunnossapitoon. Tuoteryhmä tarjoaa ohjelmistoratkaisun laitoksenhallintaan. Siinä on yksi informaatioympäristö, johon on tuotu suunnittelu- ja operaatiovaiheen informaatio. Tuoteryhmän alla on omat osa-alueensa (ks. kuvio 3), joista valitaan halutut toiminnot. Platform Basic tarjoaa tietokantapohjan, joista yritys voi valita lisää toimintoja tarpeensa mukaan. (COMOS-ratkaisut n.d.)



Kuvio 3. COMOS-tuoteryhmät (Siemens Industry automation 2012)

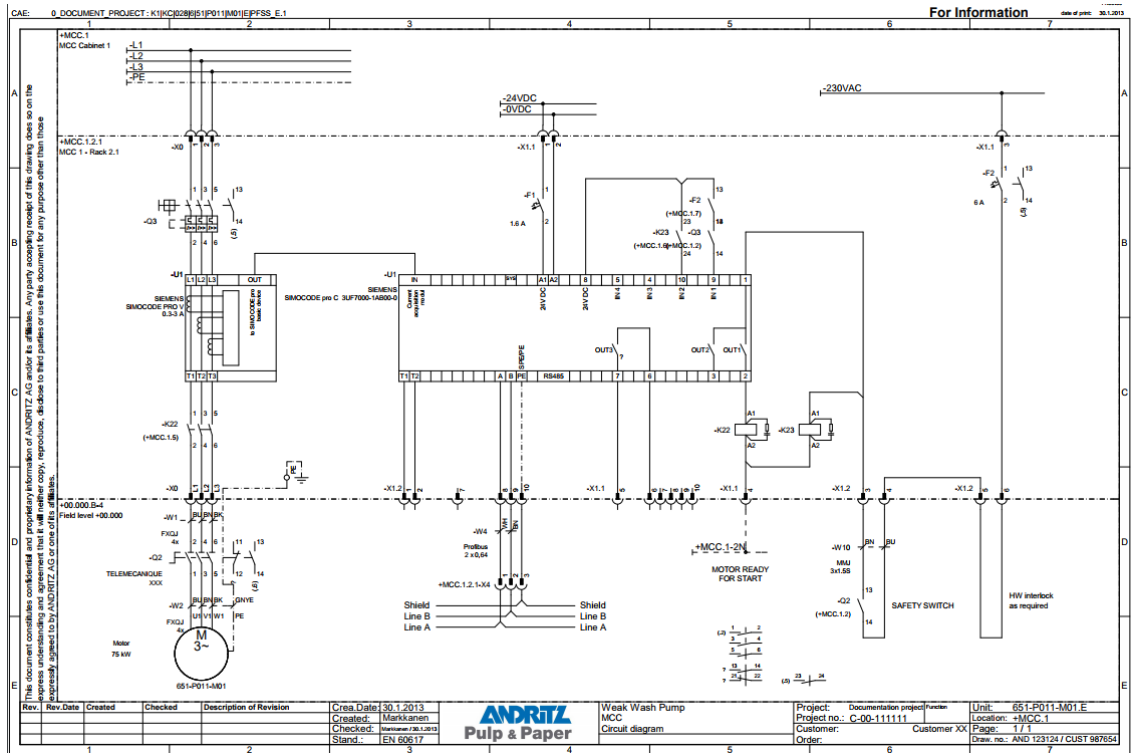
### 3.4 COMOS-suunnittelujärjestelmän käyttö Andritz Oy:llä

COMOS-suunnittelujärjestelmä on ollut käytössä itävaltalaisella Andritz AG:lla noin kymmenen vuotta. Vuosien varrella myös Suomessa Andritz Oy:llä on otettu järjestelmä käyttöön. Nykypäivänä sitä käytetään jokaisella osastolla ja sen osaaminen on kehittynyt huomattavasti vuosien käytön myötä (Nykänen 2010, 22-23). Andritz Oy:llä on käytössä COMOS Basic, jonka lisäksi on otettu käyttöön P&ID. Aluksi luodaan PI-kaaviot, joihin on luotu tarvittavat prosessilaitteet, putkistot, instrumenttipii-

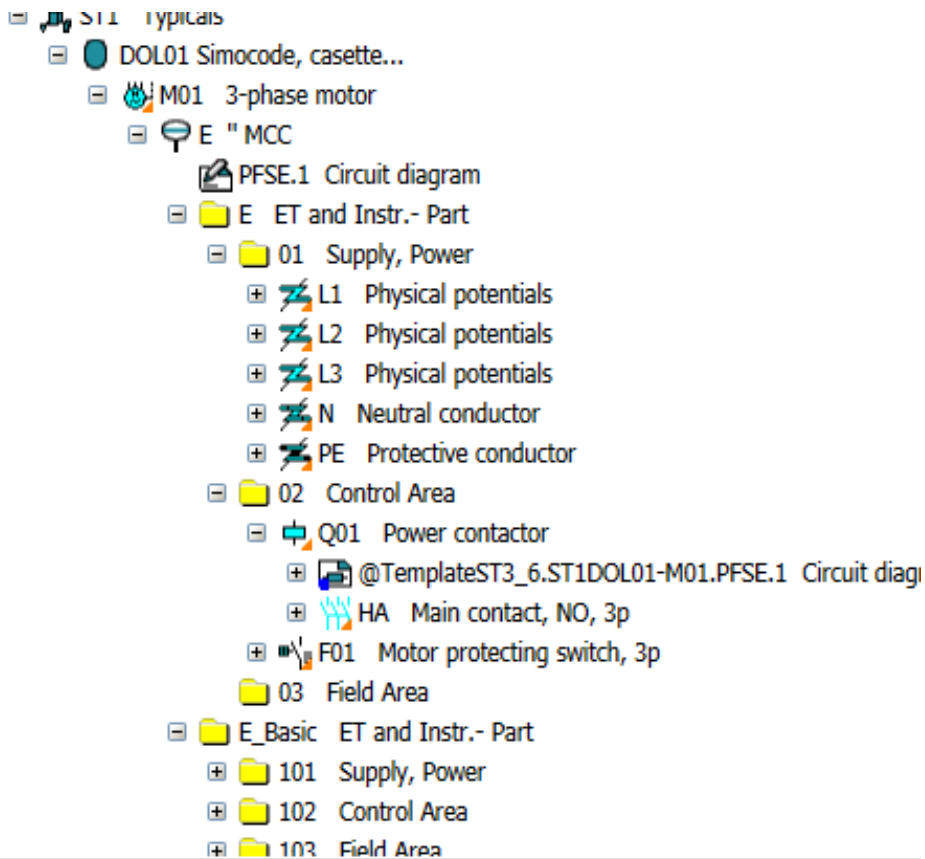
rit ja moottorit. Automaatiosuunnittelussa laitteille luodaan yksityiskohtaiset piirikaaviot ja funktiokaaviot. Dokumentaatio luodaan COMOS E&IC – moduulilla, joka on integroitu suunnittelutyökalu COMOS-suunnittelujärjestelmässä. Yrityksellä on käytössä myös COMOS ET - ja COMOS View – moduulit (ks. kuvio 3).

Suunnittelujärjestelmään on luotu toimitettavista tuotteista ja prosessialueista niin sanottu 0-kanta, jota kehitetään jatkuvasti. Kannasta saadaan projekteille valmiit komponentit, kaapelit ja esimerkiksi piirikaaviotyyppikuvat (ks. kuvio 4). Perussuunnittelun aikana määritetään 0-kannasta irrotettuun projektin COMOS-kantaan tyyppi- ja piirikaavioihin tarvittavat komponentit (ks. kuvio 5). Detaljisuunnittelun aikana piirille annetaan tarkemmat parametrit (esimerkiksi moottorin teho- ja virta-arvot). Andritz Oy:n COMOS ylläpitäjät kehittävät jatkuvasti uusia työkaluja ja toimintatapoja osastojen kehittyvän tarpeen mukaan. Suuri osa automaatio-osaston tuottamasta suunnitteludokumentaatiosta tuotetaan COMOS-suunnittelujärjestelmässä. Asiakkaan omat dokumentti- tai listapohjat tuovat haasteita järjestelmän yhteensopivuuden kanssa. Yrityksellä on myös käytössä ADMS-dokumenttienhallintajärjestelmä, jonka projektikohtaiseen hakemistoon kerätään projektiin liittyvä dokumentaatio, esimerkiksi suunnittelu- ja laitetoimittajien dokumentaatio.





Kuvio 4. Mallikuva SIMOCODE-moottorilähdöstä (Andritz Oy:n dokumentaatio n.d.)



Kuvio 5. COMOS-piirin mallirakenne SIMOCODE moottorilähdöstä (Andritz Oy:n dokumentaatio n.d.)

## 4 Prosessisähköistys ja maadoitus

### 4.1 Sähkönjakelujärjestelmät

Sähkönjakelujärjestelmiä ovat IT-, TT- ja TN-järjestelmät, joista TN-järjestelmä on eroteltu kolmeen eri järjestelmään: TN-S, TN-C ja TN-C-S. Nämä on määritelty standardissa SFS 6000-1 (ST-kortisto 2012, 53.21).

IT-järjestelmässä tähtipistettä eikä muita osia kytketä suoraan maapotentiaaliin, vaan järjestelmä on maasta erotettu. Sähkölaitteiden ja -laitteistojen jännitteelle alttiit osat on kytketty erikseen maapotentiaaliin. TT-järjestelmässä tähtipiste on maadoitettu omaan maadoituselektrodiin ja sähkölaitteiden ja -laitteistojen jännitteelle alttiit osat omaansa. Maadoituselektrodien on oltava erillään toisistaan. TN-järjestelmässä syöttävän muuntajan tähtipiste on kytketty suoraan maapotentiaaliin ja sähkölaitteiden ja -laitteistojen jännitteelle alttiit osat ovat kytketty samaan potentiaaliin. TN-S-järjestelmässä on erillinen nolla- ja suojajohdin koko järjestelmässä. TN-C-S-järjestelmässä nolla- ja suojajohdin on sama johdin osassa järjestelmässä. TN-C-järjestelmässä nolla- ja suojajohdin on sama johdin koko järjestelmässä. (SFS-käsikirja 600-1 2012, 312.2)

### 4.2 Prosessisähköistys

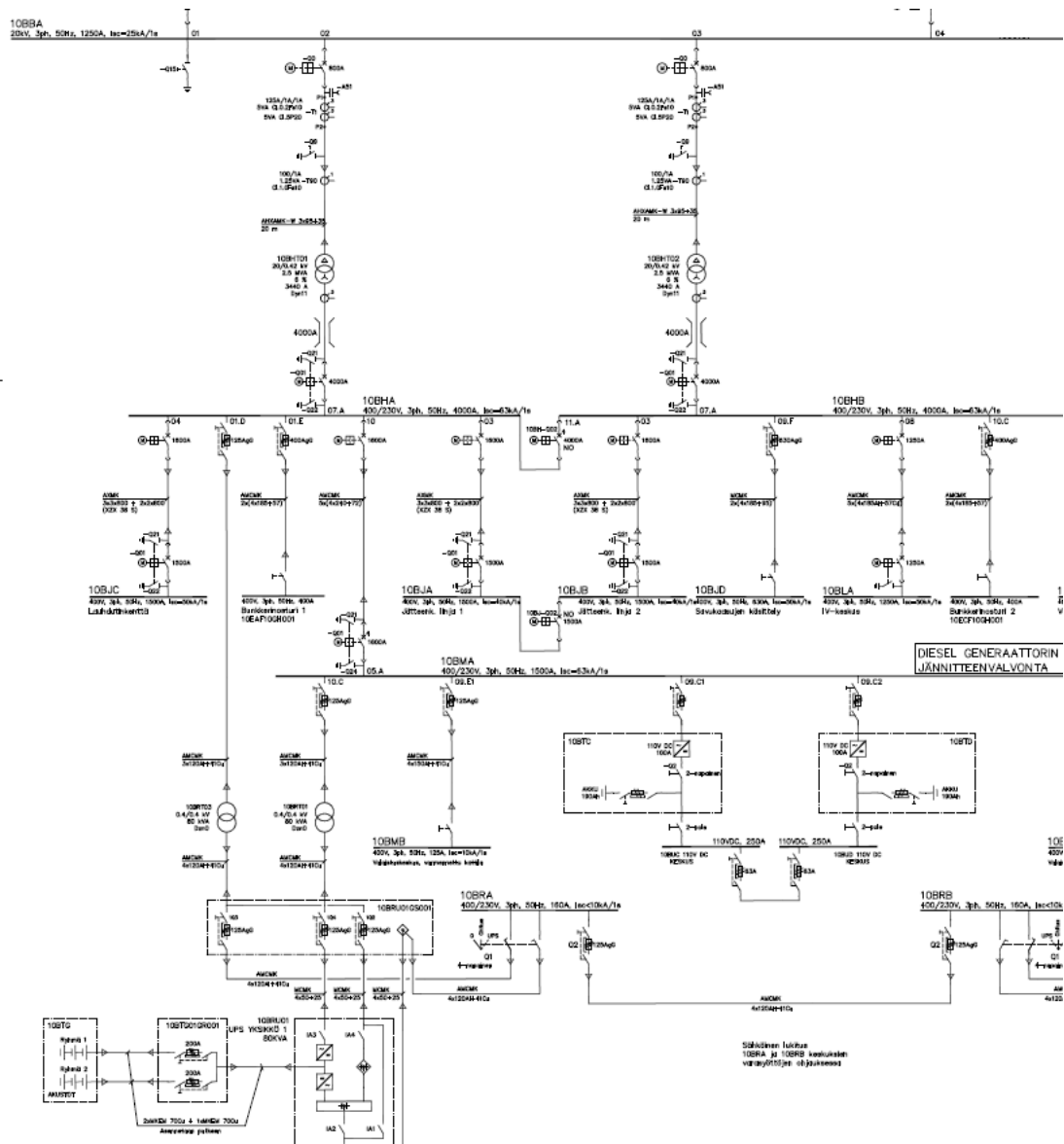
#### 4.2.1 Määritelmä

Prosessisähköistyksellä tarkoitetaan teollisuuden laitosten prosessiin liittyviä sähkölaitteita, -laitteistoja ja -asennusta. Sähkölaitteiden ja -laitteistoiden valmistuksessa sekä asennuksessa noudatetaan kansallisia sekä eri maiden omia teollisuuden standardeja ja määräyksiä, suomessa näitä ovat SFS 6000-1 ja SFS 6001. Prosessisähköistysjärjestelmä sisältää muun muassa teollisuuslaitoksen pumput, puhaltimet, kuljettimet, ruuvit ja moottoriventtiilit. Laitoksien sähkötiloissa on tarvittava määrä moottori- ja jakelukeskuksia eri jännitetasoilla, jotka määräytyvät maakohtaisesti. Prosessisähköistuksen moottoreiden ohjaukseen käytetään erilaisia keskuslähtöjä ja taajuusmuuttajia. Taajuusmuuttaja asennuksissa täytyy huomioida EMC-vaatimukset, jotka lisäävät erityishuomiota taajuusmuuttajien ja moottoreiden maadoitukseen.

Keskijännitekojeiston sijoitus riippuu rakennuksen toteutuksesta. Kojeistosta syötetään muuntajia, joilla saadaan tarvittavat jännitetasot. Muuntajille on omat tilansa, joille on omat määräykset ja vaatimukset. Laitoksilla on usein lisäksi varmennettu jakelukeskus, jossa on varavoimakoneella varmennettu sähkönsyöttö. Suomessa käytetään yleisesti 400 voltin ja 690 voltin jännitetasoja.

Laitoksilla on myös erillisiä ohjausjännitejärjestelmiä, joilla varmennetaan laitteistojen toimintaa. Näiden tyypilliset toteutustavat ovat akustojärjestelmät kuten UPS-järjestelmä, jossa tavallisesti tuotetaan 230 voltin vaihtojännitettä. Tämän lisäksi yleinen ohjausjännitetaso on erillisellä akustolla toteutettu 110 voltin tasajännite. Ohjausjännitteellä ohjataan ja syötetään keskuksien sekä kojeistojen kriittisiä komponentteja, kuten katkaisijoita ja valokaarisuojajärjestelmiä. Moottoreiden sekä muiden sähkökuluttajien yleiset käyttöjännitteet ovat 400 voltia tai 690 voltia. Joissakin tapauksissa isomman teholuokan moottoreilla käytetään myös välijännitettä (1-36 kilovoltia).

Kuviossa 6 on ote erään voimalaitoksen pääkaaviosta, jossa 20 kilovoltin keskijännitekojeisto, 400 voltin moottorikeskukset, dieselvarmennettu moottorikeskus sekä UPS-järjestelmä.



Kuvio 6. Ote erään voimalaitoksen pääkaaviosta (Andritz Oy:n dokumentaatio n.d.)

#### 4.2.2 Kattilalaitokset

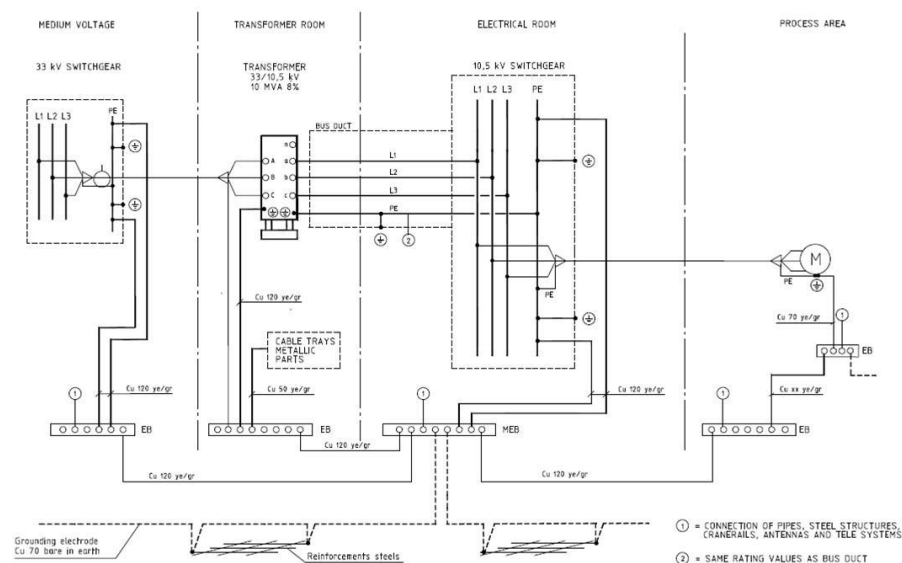
Tämän työn asennustyyppikuvat on suunniteltu sooda- ja voimakattilalaitoksien sähkölaitteiden perusteella. Voimakattila on energiantuotantoon tarkoitettu kattilalaitos, jonka yleisimpiä tyyppisiä ovat arina-, leiju- ja kiertopetikattilat. Voimakattiloilla käytetään polttoaineena muun muassa haketta, turvetta ja yhdyskuntajätettä. Soodakattila on kattilalaitos, joka on suunniteltu polttamaan kemiallisen puunkäsittelyn sivutuotteena syntyvää mustalipeää (Soodakattila n.d.). Soodakattilat ovat yleensä voimakattiloita suurempia, jolloin myös sähköistyksen massat ovat suurempia. Moottoreiden lukumäärä on tyypillisesti paljon suurempi, joten myös laitoksen omakäyttöteho on huomattavasti suurempi. Andritz Oy:n tyypillisissä laitoistoimituksissa voima-

kattiloiden keskimääräinen moottorimäärä on noin 100 moottoria ja omakäyttöteho on 3-4 megawattia. Soodakattiloilla moottoreita on keskimäärin noin 250 kappaletta ja omakäyttöteho on 10-15 megawattia.

### 4.3 Maadoitus ja potentialintasaus

#### 4.3.1 Teollisuuden maadoittaminen

Teollisuudessa maadoitus on tärkeää sähkölaitteistojen turvallisuuden sekä toiminnallisuuden takaamiseksi. Teollisuuden maadoitustoteutukset sisältävät huomattavan määrän kaapeleita. Maadoitukset on toteutettava noudattaen enintään 1000 voltin asennuksissa standardia SFS 6000, ja yli 1000 voltin asennuksissa standardia SFS 6001. Rakennuksen maadoituselektrodi yhdistetään päämaadoituskiskoon (MEB, main earthing bar), johon liitetään muut kiskot (EB, earthing bar) ja laitteet. Potentialintasauksen kohteita ovat teräsrakenteet, kaapelihyllyt, sähkökeskukset, muuntaajat, taajuusmuuttajat, putkistot sekä sähkölaitteet (ks. kuvio 7). Rakennuksille on myös tehtävä ukkosensuojaus, jossa teräsrakenteet ja ukkosuojauselektrodit on johdettava maahan. Ukkosensuojauksessa johtimet on kytkettävä teräsrakenteeseen, jolloin salamavirta kulkeutuu maahan (SFS-käsikirja 600-1 2012, 7.5). Maadoitusjärjestelmän tarkoitus on sähköasennusten ja sähkölaitteistojen turvallinen ja luotettava toiminta. Suojajohtimien avulla henkilöt turvataan sähköiskulta käyttäen syötön automaattista poiskytkentää (SFS-käsikirja 6001 2012, 4-410.1).



Kuvio 7. Erään sellutehtaan maadoitusohje 2016, maadoituskaavio (Andritz Oy:n dokumentaatio n.d.)

#### 4.3.2 Taajuusmuuttajaohjattujen moottoreiden lisäpotentiaalintasaus

Riippuen maakohtaisista määräyksistä, tietystä kokoluokasta ylöspäin moottorit tarvitsevat erillisen potentiaalintasauksen. Moottoreiden ohjaus on tyypillisesti taajuusmuuttajatoteutus. Potentiaalintasaus on toteutettava siten, että moottorin mahdollinen sähköä johtava alusta ja itse moottorin runko tulee maadoitettua. Standardin IEC 60034-1 mukaan moottoreiden erillisen potentiaalintasauksen tarve määräytyy teholuokan mukaan, jolloin yli 100 kilowatin moottorit tarvitsevat erillisen maadoitusjohtimen kytkettäväksi moottorin runkoon. Moottoreille, joiden käyttöjännite on yli 1000 voltia, on lisättävä erillinen potentiaalintasausjohdin moottorin runkoon. Standardissa SSG 4525 on esitetty moottoreille vähintään 50 mm<sup>2</sup> suojajohdin. Lisäksi standardissa SSG 4100E määritetään yli 100 kilowatin moottoreille vähintään 70 mm<sup>2</sup> suojajohdin. (SSG 4525E 2009, appendix 1; SSG 4100E 2006, appendix 5)

Moottoreihin kannattaa lisätä potentiaalintasaus moottorin rungon ja koneen välille, jos moottorin koko on suurempi tai yhtä suuri kuin IEC-standardin runkokoko IEC 315 ja moottorissa on sähköä johtava akseli. Mikäli akseli on eristetty, ei ole tarvetta lisäpotentiaalintasaukselle rungon ja koneikon välille. (SSG 4525E 2009, appendix 5) Pienemmissä moottoreissa riittää moottorikaapelin konsentrinen maadoitusjohdin potentiaalintasaukseksi. Standardissa SSG 4100E (2006, appendix 5) on määritetty alle 30 kilowatin moottoreille riittäväksi kaapelin konsentrinen maadoitusjohdin. Opin- näytetyössä tehdyissä asennustyyppikuvissa on määritetty moottoreille ja moottoriventtiileille erillinen potentiaalintasaus toiminnallisuuden ja turvallisuuden takaamiseksi.

## 5 Kehittämistyöprosessi

### 5.1 Tausta

Andritz Oy:n automaatio-osaston projekteissa oli huomattu tarve kehittää yrityksen prosessisähköistyksen asennustyyppikuvia. Tyyppikuvien puutteista aiheutuneet väärinkäsitykset ja epämääräisyydet ovat aiheuttaneet lisäkustannuksia. Itse olen työmailla työskennellessäni huomannut tarvetta parantaa asennusten toteutusta. Samankaltaisissa asennuksissa on ilmennyt eroja, jotka luovat visuaalisesti huonon vaikutelman. Isoissa projekteissa laajat toimitusrajat tuovat haasteita asennusvalvontaan. Aliurakoitsijoiden asennusten laatu ei ole itsestään selvä asia eikä laadusta keskustelu jälkeempään ole aina helppoa.

Yrityksen toimittaessa laitoksia maailmanlaajuisesti saattaa ilmetä ongelmia asennuksia suorittavan aliurakoitsijan kanssa. Henkilöstö tarvitsee normaalia enemmän ohjeistusta, mikä vie ylimääräisiä resursseja. Riittävän yksityiskohtaisilla asennustyyppikuvilla vähennetään asennuksiin liittyvien epäselvyyksien määrää. Kaikkia asennusmateriaaleja ei välttämättä niin helposti osteta ja hankita, kun työmaa sijaitsee Afrikassa, Etelä-Amerikassa tai Aasiassa. Tällöin yllättävien materiaali puutteiden täydentämiseen kuluu huomattavan pitkä aika, mikäli tavarat täytyy tilata esimerkiksi Euroopasta.

### 5.2 Aineisto

Opinnäytetyössä käytettiin yrityksen vanhoja asennustyyppikuvia, laitevalmistajien materiaalia ja asennusstandardeja. Pääasiassa tutkittiin Ruotsin ja Suomen asennusstandardeja, koska ne ovat vaativimpia standardeja Euroopassa. Asennustyyppikuvat saatiin vastaamaan todellisuutta aineistona käytettyjen valokuvien avulla. Aikaisempien projektien toteutuksista kerättiin eri variaatioita, joiden perusteella rakennettiin riittävät asennustyyppikuvat. Aikaisemmista suorituksista valittiin hyväksi todetut asennustavat ja toteutukset. Referenssejä löytyy paljon Andritz Oy:n arkistoista, ja eniten vaikeuksia tuottaneet kohteet pyrittiin huomioimaan.

### 5.3 Tutkimusmuodot

Opinnäytetyön tarve on ilmennyt Andritz Oy:n aikaisemmin toteutettujen projektien havaintojen perusteella. Projektien ongelmia ja puutteita haluttiin korjata kehittämällä suunnittelua ja toimintatapoja. Empiirisen tutkimuksen tyypillisiä piirteitä ovat konkreettiset havainnot tutkimuskohteesta (Empiirien tutkimus 2015). Työn toteutukseen tarvittava tutkinta voidaan luokitella empiirisen tutkimuksen kvalitatiiviseksi tutkimusmuodoksi, koska tutkitaan aikaisempien projektien laatua ja toteutuksia (ks. laadullinen tutkimus 2015). Työssä on tutkittu eri sellutehdas- ja voimakattilalaitoksien asennuksien toteutusta valokuvien avulla. On myös tutkittu eri asennusstandardeja, joista on etsitty tarvittavat tiedot kehitystyön toteutukseen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tyypillistä, ettei tutkittavia kohteita valita kovin suurta määrää ja niiden tutkinta suoritetaan perusteellisesti. Työssä on tutkittu erilaisten asennuskohteiden yksityiskohtaisia ongelmia, kohteet on rajattu yleisimpiin prosessisähköistyksen sähkönkuluttajiin ja näiden kohteiden ongelmiin on etsitty ratkaisu. Tutkimuksen toimintatapa voidaan luokitella kehittämistutkimukseksi, sillä Kanasen mukaan (2009, 9–13) tutkimusmuodossa tyypillisesti korostuu yksityiskohtainen ongelmien analysointi. Tässä tapauksessa on empirian pohjalta ilmennyt ongelma, joka halutaan ratkaista.

### 5.4 Kehittäminen

Opinnäytetyö oli myös COMOS-suunnittelujärjestelmän kehittämistä. Valmiiseen ympäristöön luotiin lisää ominaisuuksia, joiden tavoitteena on helpottaa tulevia suunnittelutoimintoja. Andritz Oy:ssä on aikaisemmin tehty projekti instrumentoinnin asennustyyppikuvien lisäämisestä COMOS-suunnittelujärjestelmään, joten työn tuloksen onnistumista voitiin pitää todennäköisenä. Haasteellista oli sisällyttää asennustyyppikuviin kaikki komponentit ja luoda tarpeeksi kuvia rajoitetussa ajassa. Kuvista oli tehtävä tarpeeksi yksityiskohtaisia mutta helposti ymmärrettäviä, jotta asennustyyppikuvan perusteella asennus on helppo toteuttaa. COMOS-suunnittelujärjestelmään oli luotava tarvittava määrä objekteja, jotta tyyppikuvien kaikki asennusmateriaalit tulevat huomioitua. Järjestelmän avulla tyyppikuvien asen-



nusmateriaalit saadaan listattua joko yhdelle piirille tai koko projektin piirit samaan listaan nopeasti järjestelmän kyselyiden avulla.

Suunnittelujärjestelmän menetelmää on tavoitteena hyödyntää tarjouksia tehdessä. Tarjouslaskennassa voidaan tarjousmateriaalin perusteella laskea prosessisähköistykseen piirien määrä ja kerätä materiaalikustannuksia järjestelmään lisättyjen asennustyyppikuvien perusteella. Riippuen projektin toimitusrajoista erilaisten laitteistojen ja asennuksien ostamisessa on tarkoitus hyödyntää asennustyyppikuvia. Sopimusta tehdessä asiakkaalle tullaan esittämään standardit sähköasennuksiin ja laitemerkintöihin. Samoin asennuksia toteuttavalle urakoitsijalle luovutetaan asennustyyppikuvat, jolloin sen täytyy sisällyttää kaikki tyyppikuvien vaatimukset omaan tarjoukseen. Valitulta urakoitsijalta voidaan vaatia projektin toteutuksen aikana asennustyyppikuvissa määriteltyä laatua. Kehitystyön suurin tavoiteltu etu projekteissa on asennusten oston yhteydessä asennustyyppikuvapohjainen hinta. Lisäksi parannetaan asennuksen laatua ja saadaan isompi hyöty COMOS-suunnittelujärjestelmästä prosessisähköistykseen. Kehittynyt toiminta läpi projektin helpottaa laitoksen luovuttamista, jolloin yleensä säästytään ylimääräisiltä kustannuksilta.

Työn valmista tulosta on tarkoitus käyttää tammikuussa 2018, jolloin ensimmäisten asennustyyppikuvien pitäisi olla liitettynä COMOS-suunnittelujärjestelmään. Tällöin haluttuja kehitystoimintoja päästään testaamaan käytännössä ja todentamaan niiden toimivuus. Aikataulun ollessa kriittinen, opinnäytetyöhön sisältyy muutamien asennustyyppikuvien lisääminen suunnittelujärjestelmään malliksi. Tavoitteena oli myös lisätä laitteiden- ja laitteistojen merkkausstandardi COMOS-suunnittelujärjestelmään. Työhön kuului merkkausstandardin DWG-muotoisien kuvien päivittämien ja muokkaamien AutoCAD-ohjelmalla.

## 6 Kehittämistyön tulokset

### 6.1 Asennustyyppikuvat

Tässä luvussa esitellään työssä tehdyt asennustyyppikuvat. Kaikki kuvat on tehty AutoCAD-ohjelmalla ja niissä on osittain hyödynnetty laitevalmistajien laitekohtaisia DWG-kuvia sekä Andritz Oy:n vanhoja asennustyyppikuvia. Kuvat toimivat mallina asennuksille ja sisältävät asennustarvikkeita, joita asennuksessa kuuluisi käyttää. Rajapintana asennustyyppikuvissa on kaapelihyllyreitiltä risteävä ”pistohylly”, joka rakennetaan mahdollisimman lähelle kyseessä olevaa laitetta. Kuvat eivät ota kantaa varsinaisesti kaapelihyllyjen asennuksiin, sillä niiden asennuksesta ja asennustarvikkeista on omat asennusstandardinsa ja määräyksensä. Kaapeleiden mitat ja tarvikkeiden määrät määritellään aikaisempien Andritz Oy:n projektien toteutuksien keskiarvojen perusteella. Mallikuvan komponenttien ja laitteiden mitat eivät ole tarkkoja, sillä niiden koot määräytyvät asennuskohteen ja projektikohtaisten suunnitelmien perusteella. COMOS-suunnittelujärjestelmään luotavat asennuksen komponentit on numeroitu asennustyyppikuviin. Kuville on määritetty nimet COMOS-suunnittelujärjestelmään liittämistä varten, alkaen prosessisähköistyksen osalta koodista EP001, jossa kirjainyhdistelmä tulee sanoista Electrical Process sekä perässä juokseva numerointi. Työssä mainitut asennustavat ovat Andritz Oy:n toteutusmalleja.

### 6.2 Laitteiden ja kaapeleiden merkitseminen

Työssä tehdyissä asennustyyppikuvissa on piirretty kaapeleille ja laitteille tarvittavat merkinnät. Komponenttilistoissa on viitattu Andritz Oy:n laitteiden merkitsemisstandardissa esitettyihin kylttityyppeihin. Asennuksessa on merkattava kaikki kaapelit molemmista kytkentäpäistä, kytkentärasiat, turva- ja käynnistyksenestokytkimet, prosessilaitteet ja instrumentit. Asennustyyppikuviin on määritetty tarvittavat merkinnät tarkasti, koska yleensä projekteissa merkkaukset ovat tuottaneet vaikeuksia ja niitä on pidetty vähemmän tärkeänä osa-alueena. Työssä merkitsemisstandardista poistettiin ylimääräisiä kylttejä, korjattiin muutamien kohteiden kylttityyppejä sekä lisättiin erillinen osio saattolämmityksille. Standardissa on määritetty kylttien materiaalit, koko, tekstin koko sekä kiinnitysmenetelmä.

### 6.3 Sähkömoottorit

Teollisuuden prosessilaitteita varten luotiin neljä erilaista toteutusta sähkömoottoreista. Asennustyyppikuvat sisältävät kaapelireitin moottorille ja kuviin on määritelty kaapeleiden kiinnitystarpeet. Pystyhyilly osiolla on määritetty kaapelinsidontaan kaarikiinnikkeet, joiden käyttö määräytyy projektikohtaisista määräyksistä sekä kaapeleiden poikkipinnasta. Suuremmille kaapeleille käytetään kaarikiinnikkeitä ja pienemmät kaapelit voidaan joissakin tapauksissa sitoa sidontalangalla tai nippusiteillä. Pystyhyillyosioille tarvitaan suojapelti (ks. liite 1, suoja B) suojaamaan kaapeleita mahdollisilta kolhuilta lähellä tasoja. Vaadittu suojauskorkeus on projektikohtainen, mutta yleisin käytäntö on, että pystyhyillyt suojataan 1.5 metriin tasopinnasta. Kuviin on määritetty asennusputket moottorin potentiaalintasaus-, apulaite- ja anturikaapeleiden kytkentäpisteelle viemiseen. Moottorin sähkönsyötön kaapelin ollessa poikkipinnaltaan ohut, on hyvä tarvittaessa käyttää asennusputkia kaapeleiden moottorille viemiseen tai tukea kaapelit muilla tavoin. Asennusmallia tarkennetaan moottoriventtiileiden asennustyyppikuvissa. Asennusputkien kiinnitykseen käytetään putki-asennuksiin soveltuvia kaarikiinnikkeitä. Putkien avonaisille päille on toteutettava suojaus, joka estää kaapeleiden hankautumisen ja rikkoutumisen putken terävää leikattua päätä vasten. Asennusputkien materiaalina käytetään tyyppillisesti ruostumatonta terästä.

Moottoreille on määritetty erillinen potentiaalintasauskaapeli ja sen kytkemiseen tarvittavat kaapelikengät. Erillistä potentiaalintasauasta ei useissa tapauksissa moottoreille tarvita, mutta kuvaan se on hyvä määritellä joka tapauksessa. Useissa tapauksissa tarvittavat lisäpotentiaalintasaukset ovat jääneet tekemättä asennusvaiheessa ja niitä joudutaan lisäämään jälkikäteen. Moottoreiden potentiaalintasauksen tarpeet ja määritykset on nyt helpompi sopia projektin alkuvaiheilla. Osassa moottorityyppikuvissa on piirretty maadoituskisko malliksi asennuksesta. Komponenttiluettelossa on kuitenkin vain lueteltu moottoripiirin potentiaalintasaukseen tarvittavat materiaalit, sillä yhdestä kiskosta voidaan maadoittaa paljon muitakin kohteita.

Moottoreiden ylikuormitussuojaukseen käytetään normaalisti moottorilähdöissä tai taajuusmuuttajissa olevia lämpöreleitä. Suojauksen toteutus määräytyy kuitenkin

projektikohtaisesti, jolloin tarvittaessa käytetään lisäksi moottorin käämien lämpötilojen tarkkailua. Mikään standardi ei määrittele käämilämpötilojen mittaamista. Yleisesti moottorit kooltaan alle IEC 315, toteutetaan termistori PTC-antureilla. Moottorin käämien lämpötilan kasvaessa PTC-anturin resistanssi kasvaa, jolloin saadaan häilytys, jolla moottori pysäytetään. Yli IEC 315 koon moottoreilla, käytetään yleisesti PT100-antureita, joilla mitataan moottorin käämi- ja laakerilämpötiloja. Prosessin kannalta kriittisissä kohteissa käytetään myös PT100-antureita mittamaan moottoreiden laakerilämpötiloja. Kriittisiä kohteita voima- ja soodakattiloilla ovat syöttövesipumput ja suuret puhaltimet, kuten savukaasu-, primääri- ja sekundääripuhaltimet. Moottoreiden tavallisessa toimituksessa käämi- ja laakerilämpötilamittaukset johdetaan moottorin liitäntärasiaan. Moottoreille, joiden käämi- tai laakerilämpötiloja mitataan, voidaan määritellä erillinen kytkentärasia moottorin kylkeen. Erilliseen kytkentärasiaan on johdotettu lämpötilamittaukset ja sen tarkoitus on helpottaa asennuksen toteutusta sekä kytkentää. Lämpösuojauksen toteutus ei vaikuta huomattavasti kaapeloinnin määrään, joten asennustyyppikuvissa on esitetty termistorimalli, jonka kytkentäpiste sijaitsee moottorin liitäntärasiaassa.

Jokaiselle eri moottoritoteutukselle on määritelty lukittava turva- tai käynnistykseenestokytkin, joka takaa moottorin turvallisen huoltamisen. Tehdasseisokeissa kytkimillä estetään prosessilaitteiden tahaton käynnistäminen. Kytkimille asennetaan asennus/suojapelti, joka suojaa ylhäältä päin suuntautuvalta roiskeelta ja pisaroilta (ks. liite 1, suoja A). Kaikki kaapeliläpiviennit on toteutettava kytkimien alapuolelta, jottei mitään nesteitä pääse valumaan kaapeleita pitkin kytkimen sisälle. Soodakattiloilla on riski, että lipeää pääsee muualle ympäristöön. Molekyyliarakenteensa takia lipeä menee tiiviimmästä raosta kuin vesi, ja lisäksi lipeä johtaa hyvin sähköä. Kaikki ylimääräiset nesteet ovat haitallisia sähkökomponenteille ja voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa oikosulun, joka voi johtaa räjähdykseen. Turvakytkin katkaisee moottorin sähkönsyötön mekaanisesti, jolloin moottorin liitäntärasia on turvallista avata. Käynnistykseenestokytkimellä estetään sähköisesti moottorin päävirtapiirin kytkeytyminen. Tätä toteutusta käytetään ison teholuokan moottoreilla, jolloin moottoria syöttäviä kaapeleita ei ole helppo turvakytkimellä katkaista johtuen joko kaapeleiden runsaasta määrästä tai jännitetasosta. 400 voltin ja 690 voltin jännitetasolla ison teholuokan moottorit tarvitsevat suuren määrän syöttökaapeleita, joten

turvakytkinasennuksen hinta on huomattavasti suurempi verrattuna käynnistykseenestokytkimeen. Asennuksen toteutus on myös haastavaa, kun kaikkien kaapeleiden läpivienti täytyy tapahtua turvakytkimen alapuolelta. Välijännitteellä on huomattavasti halvempaa ja turvallisempaa käyttää käynnistykseenestokytkintä sähkösyötön katkaisuun.

Taajuusmuuttajilla ohjatuille moottoriipiireille on huomioitava EU:n direktiivin määrittämät EMC (Electromagnetic Compatibility) -vaatimukset. EMC:n aiheuttamaa häiriöön voidaan vaikuttaa 360 asteen maadoituksella, joka toteutetaan taajuusmuuttajalta moottorin liitántärasialle. Turvakytkimen kotelomateriaalin täytyy olla sähköä johtavaa metallia ja kotelon on oltava mahdollisimman tiivis. Turvakytkimissä ja moottoreiden liitántärasiasissa käytetään 360 astetta maadoittavia läpivientejä, joiden avulla EMC-luokiteltujen kaapeleiden kuparinen vaippa johdetaan metalliseen runkoon. Kaapelin ulkovaipasta täytyy kuoria osio pois läpiviennin kohdalta, jotta 360 asteen maadoitus voidaan toteuttaa. Työssä tehdyistä moottoriasennustyyppikuvista on kaksi versiota, joista toinen täyttää EMC-vaatimukset. EMC-piirin komponentit ovat normaaleja kalliimpia, joten niiden kustannukset on erittäin tärkeä huomioida piireille.

### **EP001**

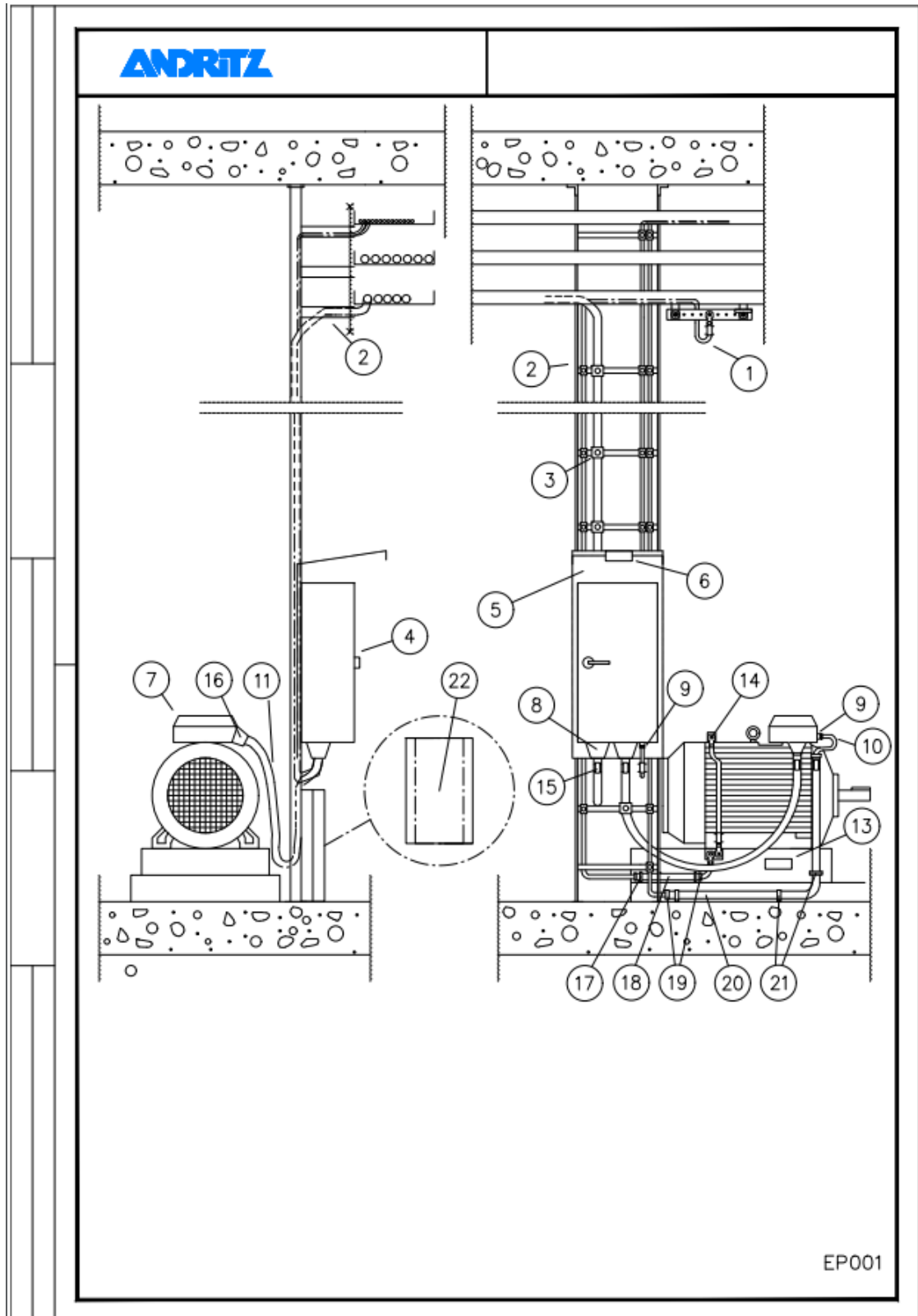
Asennustyyppikuvassa EP001 on malli tyypillisestä moottoriasennuksesta turvakytkimellä (ks. kuvio 8). Asennusmallia voidaan hyödyntää kaikille lattialla tai tasolla oleville, tyypillisesti pedille asennetuille moottoreille, joissa kaapelihyllyreitti sijaitsee moottorin yläpuolella. Kuviossa esitettyä turvakytkimen ja moottorin asennusta voidaan myös hyödyntää prosessilaitteissa, joissa moottori sijaitsee fyysisesti ylempänä kuin turvakytkin. Asennuksen periaate pysyy samana, vaikka kohteet vaihtelevat. Tavoitteena on tuoda kaapelihylly mahdollisimman lähelle moottoria, jolloin turvakytkin suojapelteineen voidaan asentaa kaapelihyllyyn kiinni. Asennuksessa on huomioitava moottorin vaatima huoltotila, eikä hyllyä saa asentaa suoraan moottorin taakse. Moottori on pystyttävä vaihtamaan purkamatta muita asennuksia. Mikäli turvakytkimen fyysinen koko on huomattavan suuri kaapelihyllyyn nähden, tarvittavia lisätukia on rakennettava. Asennustyyppikuvaan piirretty turvakytkin on kooltaan suuri mutta pienempien moottoreiden turvakytkimen asennus ei vaikuta asennuksen

tyyliin, jolla se kuuluisi toteuttaa. Turvakytkin on tavallisesti varustettu apukoskettimella, jolta saadaan kytkimen asentotieto viestitettyä ohjausjärjestelmään.

SIMOCODE-moottorilähtötyyppikuvassa turvakytkimeltä tuotu asentotieto vaikuttaa lähdön ohjaukseen (ks. kuvio 6). Turvakytkimen ollessa auki-asennossa, moottorilähtö ilmoittaa kenttävirian, joka on määritetty SIMOCODE-moottorilähdön parametreissa.

Asennustyyppikuvaan on määritetty moottorin liitännästarvikkeiden ja turvakytkimen tarvitsemat läpiviennit. Tavallisesti turvakytkimen mukana tulee tarvittavat läpiviennit mutta moottorin osalta ne eivät välttämättä kuulu toimitukseen. Puuttuvien läpivientien hankintavastuu ja kustannukset voivat aiheuttaa kiistatilanteita, kuuluuko hankinta urakoitsijalle vai aliorakoitsijalle. Läpivientien määrä riippuu moottoria syöttävien kaapeleiden määrästä, joka saadaan laskettua moottorin tehon perusteella.

Tyypillisesti moottorin liitännästarvikkeisiin kytketään aina kuparikaapeli. Nykyään käytetään paljon alumiinikaapeleita niiden alhaisempien kustannuksien vuoksi, mutta koska alumiinin virrankestoisuus on pienempi kuin kuparin, ovat alumiinikaapelit poikkipinnaltaan suurempia kuin kuparikaapelit. Rajapintana voidaan pitää että 50 mm<sup>2</sup> poikkipintaan saakka käytetään kuparikaapelia ja isoimmilla poikkipinnoilla käytettävisiin alumiinikaapelia. Moottorin liitännästarvikkeiden koko harvoin on turhan tilava, joten asennuksen kannalta kuparikaapelin kytkeminen on helpompaa moottorin liitännästarvikkeisiin. Turvakytkinasennuksessa voidaan kytkimelle tuoda alumiinikaapeli ja jatkaa moottorille kuparikaapelilla. Näissä tapauksissa täytyy huomioida mahdolliset alumiini/kupari vaihtoliittimet tai kaapelikengät. On myös mahdollista toteuttaa asennus käyttäen erillistä kytkentäkoteloa, jossa alumiinikaapelit vaihdetaan kuparikaapeliksi ja turvakytkimen sijasta käytetään käynnistyksenestokytkintä. Tapaa voi myös soveltaa projekteihin joissa ei käytetä turva- tai käynnistyksenestokytkimiä, sillä moneiden maiden sähköstandardit eivät niitä vaadi.



Kuvio 8. Asennustyyppikuva EP001

**EP003**

Asennustyyppikuvassa EP003 esitetyssä moottorin asennuksessa turvakytkimen sijaan on käytetty käynnistysenestokytkintä (ks. liite 2). Kuvassa on vaihtoehtoinen tapa asentaa kytkin kaapelihyllyn sivulle suojapellin avulla, jota voidaan myös hyödyntää pienille turvakytkimille. Tietyissä asennuskohteissa näin on parempi toimia, helpottaakseen kaapelihyllylle tehtäviä muita kaapeli- ja laiteasennuksia. Käynnistysenestokytkintä käytetyissä moottoripiireissä voisi oletusarvona pitää, että moottorin nimellisteho on suuri verrattuna turvakytkinasennuksiin. Tämän toteutuksen kustannukset tulevat halvemmiksi, sillä kytkimet ovat fyysiseltä kooltaan pieniä, joten materiaalikustannuksia ei ole niin paljon. Lisäksi moottoria syöttäviä kaapeleita ei tarvitse kytkeä kuin moottorin liitántärsiaan, jolloin asennuskustannukset ovat pienempiä. Kaapelipituuksiin ja -määriin ei vaikuta käytetäänkö turva- tai käynnistysenestokytkintä. Molemmissa tapauksissa käytetään signaalikaapelia kytkimelle ja ainut ero on moottorin sähkösyötön katkaisu turvakytkimelle.

**EP005**

Asennustyyppikuvassa EP005 on esitetty käynnistysenestokytkimellä moottoriasennus tasolla, jossa runkokaapelihyllyt sijaitsevat tason alapuolella (ks. liite 3). Asennuksessa on huomioitava tason läpi tuotavien kaapeleiden suojaus. Mikäli moottori ja kaapelihyllyreitti sijaitsevat eri palotiloissa, on läpivientiin tehtävä palokatko. Asennusmallia voidaan hyödyntää kaikille laitteille, joissa moottori sijaitsee runkohyllyreitin yläpuolisella tasolla. Kuvan moottorille on piirretty kaksi syöttökaapelia kuvaamaan moottorin suurempaa teholuokkaa. Työtä tehdessä päätettiin, että kaikissa asennustyyppikuvissa ei tarvitse kuvata useampia syöttökaapeleita, sillä ne määrittyvät moottoripiirikohtaisesti.

Asennuksessa täytyy huomioida moottorin läheisyyteen asennetun pystysuunnassa olevan kaapelihyllyn tarpeellinen tuenta, jota on mallinnettu asennustyyppikuvassa. Kaapelihyllyn suojaaminen suojapellillä täytyy toteuttaa kuten muissakin moottoriasennuksissa. Mikäli moottoripiirissä on käynnistysenestokytkimen sijaan turvakytkin, sen asennusperiaatteet sähkösyötön katkaisuun saadaan turvakytkin toteutetuista asennustyyppikuvista.



## EP007

Asennustyyppikuvassa EP007 on turvakytkimellä varustettu pystyasennossa olevan moottoriasennus, jossa kaapelit tuodaan moottorin alapuolisen tason läpi (ks. Liite 4). Kuvassa on mallinnettu pienen teholuokan moottoriasennusta, jossa ei ole tarvetta erilliselle potentiaalitasaukselle eikä moottorin käämien lämpötilan mittaukselle. Toteutuksessa on mallinnettu moottorin etäistä sijaintia kaapelihyllyreiteistä ja vähäisten kaapeleiden tarpeen takia, on kaapelit tuotu tason läpi asennusputkilla. Tärkeää on kuitenkin huomioida, että moottorin syöttökaapeli ja turvakytkimen asentotietokaapeli tarvitsevat mahdollisesti molemmat omat asennusputket. Riippuen projektikohtaisesta toteutuksesta turvakytkinasentotiedon signaalikaapeli voi eristysluokaltaan olla moottorin syöttökaapelia heikompi, joten erilaisten ongelmien ja häiriötilanteiden kannalta on syytä käyttää useampaa asennusputkea.

Asennustyyppikuvassa on esitetty vaihtoehtoisia suojausmenetelmiä pystyasentoon asennetuille moottoreille. Moottori voidaan peittää kokonaan suojapellillä, jolloin täytyy huomioida ylimääräisen kaapeliläpiviennin tarve suojapeltiin, sekä pääsy moottorin liitännäsrasialle. Vaihtoehtoisesti suoja voidaan rakentaa kiinteäksi moottorin päälle, jolloin suojassa täytyy olla luukku, joka takaa pääsyn moottorin liitännäsrasialle (ks. liite 1, suoja C). Tässä suojauksen toteutuksessa on myös huomioitava moottorin tuuletus, joten suojaan on tehtävä poisto- ja tuloilma aukot. Kiinteällä suojapellillä vähennetään myös koneen aiheuttamaa melua, mikäli kohteessa melutaso on liian korkea. Melutason alentamiseen tarkoitettuja suojia voidaan myös käyttää vaakatasoon asennetuille moottoreille ja suojat täytyy räätälöidä moottorityyppikohtaisesti. Tyypillisempi vaihtoehto moottorin suojaukseen on niin sanottu ”hattu”, joka asennetaan moottorin puhaltimen yläpuolelle (ks. liite 1, suoja D). Tässä mallissa moottorin ilmanvaihto tapahtuu luonnollisesti.

## 6.4 Moottoriventtiilit

Kattilalaitoksiin sisältyy paljon moottoriventtiileitä, joita käytetään prosessin putkistolinjoissa joko säätö- tai sulkuventtiilin ominaisuuksissa. Moottoriventtiili koostuu toimilaitteesta ja venttiilistä, joista toimilaitte ohjaa venttiiliä halutulla tavalla. Prosessin eri järjestelmissä siirretään nesteitä, kaasuja ja höyryjä, joiden virtausta voidaan

säätää tai järjestelmien linjat joko suljetaan tai avataan moottoriventtiilien avulla. Moottoriventtiileitä varten luotiin kolme erilaista asennustyyppikuvaa, joissa kaikissa on yleisesti käytössä oleva AUMA-moottoriventtiili. Moottoriventtiilien idea on sama myös muilla toimittajilla, kuten BERNARD ja ROTORK. Moottoriventtiileitä ohjataan laitoksen eri järjestelmistä joko kenttäväyläratkaisulla tai kovalangoitetulla ratkaisulla. Kenttäväylällä kaikki signaalit, kuten kiinni- ja auki-komennot sekä venttiilin rajatiedot, kuten venttiilin asentotiedot, saadaan kenttäväyläkaapelia pitkin. Kovalangoitetulla toteutuksella tarkoitetaan, että käytetään väyläteknologian sijaan monijohdinkaapeleita, joilla jokainen tarvittava tieto tuodaan omilla johtimillaan järjestelmään.

Moottoriventtiilien asennustyyppikuvissa on määritetty laitteiden erillinen potentiaalintasaus, joka tässä tapauksessa toimii toiminnallisena potentiaalintasauksena, joka on kytketty venttiilin runkoon. Aikaisemmin on ollut ongelmia kenttäväylän toiminnan kanssa, joten häiriötä on pyritty vähentämään mahdollisen lisämaadoituksen avulla. Moottoriventtiilien asennuksessa käytetään turvakytkimiä sähkösyötön katkaisuun, jolloin laitetta on turvallinen huoltaa. Asennustyyppikuvissa on samat vaatimukset kuin moottoreiden asennuksissa. Kaikki laitteet ja kaapelit täytyy merkata niille tarkoitetuilla merkeillä, ja moottoriventtiilin läheisyyteen asennettu kaapelihylly sekä turvakytkin täytyy suojata niille määritetyillä suojapelleillä. Asennuksissa käytetyissä asennusputkissa täytyy käyttää niille määritettyjä kiinnitys- ja suojausmenetelmiä.

### **EP009**

Asennustyyppikuvassa EP009 on esitetty AUMATIC-tyyppinen moottoriventtiili-asennus (ks. liite 5), jossa ohjaukseen käytetään kenttäväylää. Kaapeloinnissa moottoriventtiilille tarvitaan sähkösyöttö, turvakytkimen asentotieto sekä kenttäväylä. Asennusmallissa toimilaitte on mekaanisesti kiinni ohjattavassa venttiilissä. Moottoriventtiilien asennuseriaatteet ovat lähes samoja kuin tasolle asennettavien moottoreiden. Kaapelihylly tuodaan runkokaapelihyllyltä mahdollisimman lähelle moottoriventtiiliä, ja turvakytkin on asennettu asennuspellin avulla kiinni kaapelihyllyyn. Moottoriventtiilien sijainnit riippuvat täysin putkistosuunnittelusta, joten kaapelihyllyä ei välttämättä aina saada toimilaitteen viereen. Asennustyyppikuvaan on piirretty

asennusputkia kaapelihyllyltä toimilaitteelle, jotta kaapelit eivät roiku liian vapaasti, mikäli toimilaitte sijaitsee liian etäällä kaapelihyllystä. Projektikohtaisesti voidaan sopia etäisyydet, jolloin täytyy käyttää asennusputkia kaapelihyllyn ja laitteen välillä. Visuaalisessa mielessä ja mekaanisen tuennan kannalta on hyvä käyttää asennusputkia, jos etäisyys kaapelihyllyn ja laitteen välillä on yli 50 cm.

### **EP010**

Asennustyyppikuvassa EP010 on esitetty AUMANORM-tyyppinen moottoriventtiilin asennus (ks. liite 6), joka poikkeaa AUMATIC-moottoriventtiilin asennusmallista vain toimilaitteen signaalien kaapeloinnin osalta. AUMANORM-moottoriventtiileitä käytetään soodakattiloilla pääsääntöisesti kattilan vesilinjojen pikatyhjennykseen, mikäli havaitaan sulavesiräjähdyksen vaaraa.

Pikatyhjennykseen tarkoitetut moottoriventtiilit kaapeloidaan erilliseen turva-automaatiojärjestelmään kovalangoitetulla periaatteella. Mahdollisimman varman toiminnan takaamiseksi ei käytetä häiriölle alttiimpia kenttäväyläjärjestelmiä. Pikatyhjennysmoottoriventtiilien osalta on myös hyvä miettiä, onko järkevää käyttää turvakytкимиä ollenkaan, sillä venttiileiden toiminta ei saa estyä inhimillisen erheen vuoksi. Turvakytkimien asentotieto saadaan järjestelmään mutta silloin operaattoreiden vastuulla on pitää huolta, ettei laitoksen henkilöstö ole katkaissut pikatyhjennysmoottoreiden sähkönsyöttöä turvakytkimellä.

### **EP011**

Asennustyyppikuvassa EP011 on esitetty AUMATIC-moottoriventtiilin asennus toimilaitteen ollessa mekaanisesti erillään venttiilistä (ks. liite 7). Toimilaitteen tyyppi on AUMATIC mutta sama asennusperiaate soveltuu AUMANORM-toimilaitteelle, pois lukien signaalikaapelin tyyppi. Toimilaitteelle saakka asennusperiaatteet ja materiaalit ovat samat kuin aikaisempien moottoriventtiilien asennustyyppikuvissa. Erikoistässä asennusmallissa on lisäkaapeloinnin ja kaapelireittien tarve toimilaitteen ja venttiilin välille. On huomioitava tarvittavat kaapeli- ja laitemerkkaukset sekä toiminnallisen potentiaalintasauksen liittäminen toimilaitteelle ja venttiilille. Asennusmallissa potentiaalintasauskaapeli on jatkettu niin sanotulla C-liittimellä, joka saa nimensä muotonsa perusteella. Toimilaitteelle on määritetty instrumentoinnin asennustyypp-

pimalleista asennustuki, jotta asennus toteutetaan halutulla tavalla. Monissa tapauksissa toimilaite on kiinnitetty suoraan seinään, joka vaikeuttaa toimilaitteen operointia, ja yleisesti asennuksen toteutuksessa on ollut vaikeuksia. Asennustyyppikuvassa on pyritty määrittämään mahdollisimman tarkasti tarvittavat lisättävät komponentit, sillä asennus yleisesti herättää paljon kysymyksiä siitä, kuinka se kuuluisi toteuttaa.

Asennusmallia käytetään teollisuudessa tärkeissä putkilinjoissa, joissa toimilaitteen elektroniikka vioittuu tai hajoaa värinän vuoksi. Toteutusta käytetään myös korkean ympäristön lämpötilan takia. Värinän itsessään ei tarvitse edes olla kovinkaan voimakasta, vaan sopivan tiheä pieni liike saattaa hajottaa toimilaitteen elektroniikkaa. Ilman kattavaa kokemusta kohteista, joissa ratkaisua tarvitaan, voi olla vaikeaa arvioida tuleeko laite vioittumaan. Parhaaseen tulokseen on päästy siirtämällä toimilaite vakaaseen paikkaan ja erillisillä kaapeleilla on ohjattu venttiiliä.

## 6.5 Höyrynuohoin EP012

Asennustyyppikuvassa EP012 on esitetty sooda- ja voimakattiloiden prosessissa tarvittava höyrynuohoin (ks. liite 8), jonka asennusperiaatteet liitántärsialle saakka ovat samoja kuin moottori- ja moottoriventtiiliasennuksien. Laitteen liitántärsialle tuodaan sähkönsyöttökaapeli höyryputkea liikuttavaa moottoria varten. Höyryputken sijainnin varmentamiseksi laitetta suojaavan kotelon sisällä on tyypillisesti kolme rajakytkintä. Kytkimiä varten liitántärsiaan tuodaan signaalikaapeli, joka liitetään rajakytkimien sisäiseen kaapelointiin. Riippuen laitetoimittajasta, joissakin tapauksissa moottorin sähkönsyöttöä ja rajakaapeleita varten ovat omat liitántärsiat. Nuohoimen mekaaniset ratkaisut ja liityntärsioiden sijainti on riippuvainen laitetoimittajan määrityksistä. Asennusmallin perusteella kyseistä toteutusta voidaan myös pyytää tai vaatia.

Asennustyyppikuvaan on piirretty asennusputket liitántärsialta rajakytkimille. Tapauskohtaisesti rajakytkimien sisäiset kaapeloinnit kulkevat joko kotelon sisäpuolella tai ulkopinnassa asennusputkessa. Joissakin tapauksissa kaapeleilla ei ole ollut mitään mekaanista suojaa, joten kuumen höyryputken takia kaapeleiden vaipat ovat sulaneet ja kaapeli on vioittunut. Tärkeää on määrittää sisäisten kaapeleiden kaape-

limerkinnät sekä rajakytkimien merkinnät, jotta joko laitetoimittaja tai asennushenkilöstö osaa ne merkata vaaditulla tavalla. Asennustyyppikuva tehtiin vähentämään virheitä höyrynuohoimien laitetoimituksen komponenteissa ja osissa sekä selkeyttämään asennuksen toteutusta.

## 6.6 Sähkösuodattimen eristimen lämmitys EP013

Asennustyyppikuvassa EP013 on esitetty sooda- ja voimakattiloiden savukaasun puhdistukseen käytettävää sähkösuodattimen eristimen kotelon lämmityksen asennusmalli (ks. liite 9). Lämmityksellä pyritään vähentämään sähkösuodattimen katolla sijaitsevien eristimien kondensoituvaa vettä, joka voi aiheuttaa sähkösuodattimen toimintahäiriön. Eristin kannattelee elektrodiä, joten kondensoitua vesi voi saavuttaa elektrodin aiheuttaen elektrodien välisiä oikosulkuja.

Eristimen kotelon lämmityksen kaapeleille on piirretty asennusputket, sekä tarvittavat kannatus-, kiinnitys- sekä päätesuojausmateriaalit. Useiden eristimien ollessa sähkösuodattimen katolla on huomioitava, ettei kulkureittejä tukita asennusputkityksellä, joten asennukset on hyvä suunnitella tarkasti. Tavallisesti sähkösuodattimen katolle suunnitellaan hyllysuunnitteluvaiheessa kaapelihyllyreitit. Kuvassa on esitetty kaapelihylly asennettavaksi lappeelleen, jotta se ei kerää talviolosuhteissa lunta kaapeleiden päälle. Lämmitystä varten tarvitaan sähkönsyöttö, jolle on oma liitántärasiansa. Eristimen kotelon lämmityskaapelille on oma rasiansa, joka hyvässä tapauksessa tulee toimituksen mukana, mutta välillä nämä pitää hankkia jälkikäteen. Kaikkien liitántärasioiden pitäisi olla valmistettu esimerkiksi silumiini-metalliseoksesta tai ruostumattomasta teräksestä, sillä materiaalit kestävät paremmin sääolosuhteita sekä mekaanisia kolhuja verrattuna muoviin. Alumiinisia liitántärasioita ei käytetä sellutehtailla, sillä alumiini ei kestä lipeää. Eristimen kotelon lämpötilaa tarkkaillaan tavallisesti PT100-lämpötila anturilla, jolle on määritetty oma liitántärasia ja signaali-kaapeli. Asennustyyppikuvassa on määritetty eristimen, kaapeleiden ja liitántärasioiden merkitseminen. Asennusmallia noudattamalla lopputuloksen pitäisi olla visuaalisesti tyydyttävä, sillä monissa projekteissa on ollut epäselvää, kuinka asennukset olisi hyvä toteuttaa ja millä komponenteilla.

## 6.7 Paikallisohjauspaneeli EP014

Paikallisohjauspaneelille piirrettiin oma asennustyyppikuva EP014 (ks. liite 10), jotta se olisi helppo määrittää tarvittaville piireille. Laitteen tarkoitus on mahdollistaa esimerkiksi kuljettimien paikallisen ohjaamisen. Paneeli tarvitsee ainoastaan signaali-kaapelin ohjaavasta järjestelmästä ja laite on fyysiseltä kooltaan pieni. Monissa tapauksissa paikallisohjauspaneeli ei tarvitse omaa kaapelihyllyä vaan se voidaan asentaa samalle kaapelihyllylle kuin turva- tai käynnistyksenestokytkin. Erilliseen asennustyyppikuvaan päädyttiin, koska sen tarve määräytyy projektikohtaisesti ja se voidaan jälkikäteen määrittää piireille, mikäli tarvetta paneelille tulee. Asennusmallissa käytetään samoja kaapelin merkkauk- ja kiinnitysmenetelmiä kuin aiemmissa asennustyyppikuvissa, kuten myös kytkimen roiskeelta suojaamisessa on samat vaatimukset.

## 6.8 Asennuskehikko EP017

Asennustyyppikuvassa on esitetty malli c-profiilirakenteesta, johon taajuusmuuttajat, du/dt-suotimet ja kaapelihyllyt asennetaan (ks. liite 11). Du/dt-suotimella estetään jännitepiikkien syntyminen taajuusmuuttajan vaihtosuuntaajälhdössä ja nopeat jännitearvojen muutokset. Du/dt-suodatuksella vähennetään korkeilla taajuuksilla esiintyviä moottorin laakerivirtoja, energiahäviöitä sekä kapasitiivista vuotovirtaa. Suodatuksella suojataan moottorin eristystä, moottoria syöttäviä kaapeleita ja moottorin laakereita. (ABB industrial drives 2017, 45)

Tyypillisesti taajuusmuuttajat sijoitetaan sähkötiloihin saman jännitetaso moottorikeskusten kanssa. Asennusmallissa määritetään kaksinkertaisesta c-profiilista tarvittavat tukirakenteet tasosta tai lattiasta kattorakenteeseen. Taajuusmuuttajille ja du/dt-suotimille asennetaan tukirakenteiden välille kaapelihyllyt lappeelleen, sekä poikittaisia c-profiileja tarvittava määrä. Erikokoisten taajuusmuuttajien runkokoot on määritetty asennustyyppikuvaan ja runkokokojen perusteella on määritetty tarvittavat c-profiilit. Asennustyyppikuvassa määritetään taajuusmuuttajan sähkönsyöttö, sekä taajuusmuuttajan ja suotimen välinen kaapeli. Asennuskehikko maadoitetaan vähintään yhdestä kohdasta, riippuen kehon pituudesta sekä projektikohtaisista määräyksistä. Kahdella potentiaalintausjohtimella varmistetaan maadoituksen to-

teutuminen, vaikka muutostöiden takia toinen potentiaalintasausjohdin jouduttaisiin irrottamaan. Lisäksi kahdennettu toteutus lisää toimintavarmuutta, mikäli toinen johtimista vahingoittuu tai katkeaa.

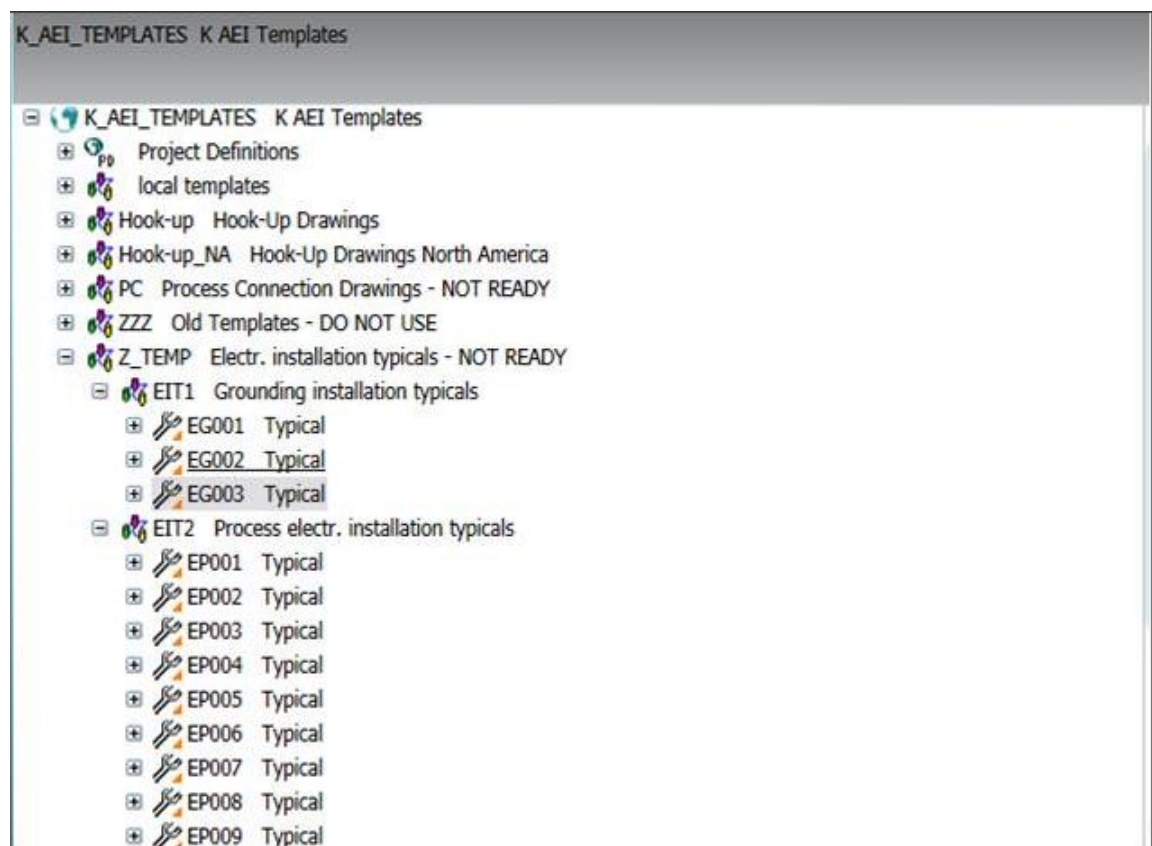
## 6.9 Maadoituskiskot

Maadoituskiskojen osalta tehtiin kolme erilaista tyyppikuvaa, joihin määritettiin tyyppilliset sellutehtaiden maadoituksen tarpeet. Yleisesti käytetään kuparisia maadoituskiskoja, joissa on liityntäpisteitä 5, 10 tai 20 kappaletta. Kyseisiä kiskokokoja myydään sähkötarviketukuissa. Maadoituskiskon kiinnittämiseen käytetään eristimiä, jolloin kisko ei ole sähköisesti yhteydessä kiinnitettävään materiaaliin. Teollisuuden laitoksilla on otettava huomioon ympäristössä olevat kemikaalit ja aineet, jotka voivat aiheuttaa korroosiota. Tinalla päällystetyllä kuparilla pidennetään kiskojen käyttöikä huomattavasti vaativissa asennuskohteissa. Maadoitusjohtimien poikkipinnat määräytyvät maa- projektikohtaisien määräyksien mukaan. Asennustyyppikuvissa on määritetty keskimääräiset maadoitusjohtimien metrimäärät jokaiselle kohteelle.

Työssä on käytetty mallina erään sellutehtaan maadoitusohjetta, jonka määräykset täyttävät IEC- standardin vaatimukset (ks. kuvio 7). Maadoituselektrodina käytetään 70 mm<sup>2</sup> paljasta kuparijohdinta joka liitetään päämaadoituskiskoon (MEB), joka tyyppillisesti sijoitetaan kaapelitilaan. Päämaadoituskiskossa on 20-liityntäpistettä, johon liitetään muuntajat, kojeisto, sähkökeskukset ja muut maadoituskiskot (EB) eristetyllä 120 mm<sup>2</sup> kuparijohtimella. Laitteistojen tiloissa voi olla oma maadoituskiskonsa tai liityntä tapahtuu suoraan päämaadoituskiskolle. 10-liityntäpisteistä kiskoa käytetään yleisenä maadoituskiskona, johon kytketään teräsrakenteet, kaapelihyllyt, putkistot ja laitteistot. 5-liityntäpisteistä kiskoa käytetään lisämaadoituskiskona tyyppillisesti prosessin pumpuille. Kiskolta maadoitetaan moottorin ja pumpun runko.

## 7 Asennustyyppikuvien liittäminen COMOS-suunnittelujärjestelmään

COMOS-suunnittelujärjestelmässä oli jo aikaisemmin luotu dokumenttipohja asennustyyppikuvia varten. Yrityksessä oli tehty vastaavanlainen projekti instrumentoinnin tyyppikuvista, joten ohjeistusta liittämistä oli paljon. Järjestelmän TEMPLATE-kantaan luotiin kansiorakenne sähköistyksen asennustyyppikuville (ks. kuvio 9), jossa on eritelty maadoitus ja prosessisähköistys. Tyyppikuvien alla on dokumenttipohja, johon kopioidaan DWG-kuvan grafiikat AutoCAD-ohjelmasta. Kopioitu piirros skaalattiin sopivan kokoiseksi järjestelmän dokumenttipohjaan. Lisäksi jokaiselle asennustyyppikuvalle määritettiin tarvittava määrä komponentteja, jotka listattiin työn aikana Excelissä. Tarvittaville osille oli luotu peruskomponenttikirjasto, joille on syötetty seuraavat tiedot: nimi, osakoodi, koko, määrä, materiaali, toimitusrajat ja huomautukset. Sähköistyksen osalta hyödynnettiin osittain instrumentoinnin komponenttikirjastoa.



Kuvio 9. COMOS-rakenne asennustyyppikuville



Taulukossa 1 on listattu asennustyyppikuvan EP001 tarvittavat komponentit, jotka ovat tyyppilliseen moottoriasennuksen tarvittavat materiaalit, kaapelit ja laitteet. Osa komponenteista pysytään määrittämään vakioksi asennuskohteelle, mutta kaapelihyllyjen ja kaapeleiden pituudet määritetään projektikohtaisesti.

Taulukko 1. Asennustyyppikuvan EP001 komponentit

No.	Quantity	Description
1	m	Earthing Cable
2	m	Secondary Cable Tray
3	pcs	Cable Mount (Clamp)
4	1 pcs	Safety Switch
5	1 pcs	Cover Plate type A
6	1 pcs	Label Type 15
7	1 pcs	Motor
8	2-4 pcs	Cable Gland for Safety Switch
9	2 pcs	Cable Gland M16-20
10	m	Signal Cable 2-8 -pair(thermal protection)
11	m	Motor Cable
12	m	Signal cable 2-pair(safety switch)
13	1 pcs	Device Label
14	4 pcs	Cable Connector(lug) for Earthing cable
15	10 pcs	Label Type 46
16	1-2 pcs	Cable gland for Motor connection box
17	pcs	Conduit pipe mount (clamp)
18	m	Conduit pipe
19	4 pcs	Conduit End protection
20	m	Conduit pipe
21	3 pcs	Conduit pipe mount (clamp)
22	1.5 m	Cover Plate type B

Työn puitteissa COMOS-suunnittelujärjestelmään liitettiin tärkeimmät asennustyyppikuvat. Liitteenä on asennustyyppikuvan EP001 lopullinen näkymä COMOS-suunnittelujärjestelmässä (ks. liite 12). Yrityksessä aiemmin luodussa asennustyyppikuvien lisäämisohjeessa on yksityiskohtaisesti kerrottu lisäämisprosessin vaiheet.

Tulevissa projekteissa valmiit asennustyyppikuvat kopioidaan projektikohtaiseen COMOS-kantaan ja liitetään sähköpiireille. Piirien materiaalit ja kustannukset saadaan listattua COMOS-suunnittelujärjestelmän kyselyiden avulla. Järjestelmän luomat listat saadaan tulostettua ulos järjestelmästä Excel-tiedostoksi.

## 8 Kehittämistyön tuloksien yhteenveto

COMOS-suunnittelujärjestelmään luotua uutta sisältöä tullaan käyttämään projektien koko elinkaaren ajan. Järjestelmässä asennustyyppikuvien dataa pystytään hyödyntämään eri toimintojen avulla onnistuneesti, kuten materiaali- ja kustannuslistaukset. Kirjallisen raportin asennuksista kertovaa osiota käytetään yrityksen sisällä koulutusmateriaalina ja asennusohjeena. Työn aikana saatiin luotua kattava määrä asennustyyppikuvia, joiden pohjalta mahdollisia uusia tyyppikuvia on helppo lisätä sähköistyksen asennustyyppikuvakirjastoon. Eri maiden käsitykset asennusten toteutuksesta vaihtelevat ja asiat voidaan ymmärtää monella tavalla. Asennustyyppikuvien avulla vähennetään asennuksien epäselvyyksiä tarkoilla määrityksillä. Valmiita tuloksia on käytetty asennuskyselyissä ja esitetty asiakkaille. Päivitetty merkitsemisstandardi esitettiin eräässä haihduttamoprojektissa ja projekti tullaan toteuttamaan sen määrityksillä. Saman projektin asennuksien kustannustarjouksia on kysely kehittämistyön tulosta hyödyntäen.

Kehitystyön suurin hyöty on asennuskyselyissä. Asennuksille voidaan määrittää tarkemmat hinnat, jolloin asennuksia ostaessa urakoitsijoiden tarjoamat hinnat sisältävät asennustyyppikuvien määrittävät materiaalit. Aikaisemmissa toteutuksissa urakoitsijoiden asennuskohtaiset hinnat eivät välttämättä ole sisältäneet asennuksen kaikkia materiaaleja, joten siitä on seurannut yritykselle lisäkustannuksia. Lisätyönä suoritettavat asennukset ja materiaalit ovat hinnoiltaan tyypillisesti kalliimpia kuin tarjousvaiheen kiinteät summat. Esimerkiksi turvakytkinasennukselle ei ole aikaisemmin määritetty kuin turvakytkimen asennus asennustukineen. Ei ole määritetty kaapelihyllyä kuuluvaksi asennuksen hintaan, eikä tarkemmin eriteltyjä hintoja muista materiaaleista. Turvakytkinasennukselle luotiin yleinen asennusmalli, joka sisältää tarvittavat materiaalit (ks. liite 13). Tyypillisesti laitoksilla on yleisiä kohteita, joille määritetään turvakytkin mutta asennuksen hinnoittelussa sitä ei välttämättä huomioida. Mikäli yleisille sähkökuluttajille määritetään turvakytkin, vältetään lisäkustannuksia asennustyyppikuvan avulla.

Mallinnuksena tuloksien hyödytä on käytetty yrityksen toimittaman erään soodakattilan sähköistyksen asennuskustannustaulukkoa, ilman hintoja. Taulukossa 2 on lue-

teltu materiaalit ja määrät, joista on korostettu taajuusmuuttajat sekä turvakytkimet. Kytkimille on määritetty tuki, mutta ei sen tarkemmin ole määritetty mahdollisia kaapelihyllyjä tai muita materiaaleja. Taajuusmuuttajien asennuskehikolle ei ole aikaisemmin ollut käytössä tarkkaa asennustyyppikuvaa, jossa tarkemmat materiaalit on määritetty.

Taulukko 2. Erään soodakattilan materiaalikustannustaulukko

<b>Material to be hauled and installed in place</b>		
Name	Quantity	Price for hauling and installation, eur/pcs
Transformer 3150kVA	4	XX
Transformer 630kVA	2	XX
Installation frame for MV switchgear	2	XX
Medium voltage switchgear cubicles	25	XX
Medium voltage switchgear empty cubicles	4	XX
MV auxiliary voltage distribution panel	1	XX
690V LV MCC transportation pieces	15	XX
400V LV MCC transportation pieces	15	XX
Empty MCC cubicles	11	XX
ESP PIACS cabinet pieces	6	XX
Sootblowing MCC pieces	5	XX
690V VFD cabinet pieces	15	XX
Heat tracing panel pieces	2	XX
690V VFD	8	XX
Lighting panels	3	XX
Emergency lighting panels	2	XX
UPS units	2	XX
UPS battery units	2	XX
UPS distribution panel pieces	4	XX
PDC power distribution cabinet	1	XX
Bus ducts 690V from trafo to 690V MCCs	4	XX
Safety switches for motors (with support)	167	XX
Copper equipotential bars, 3 holes	50	XX
Copper equipotential bars, 10 holes	50	XX
Equipotential connecting bars (Fe-ZN) for cable trays	1000	XX

Taajuusmuuttajien osalta täytyy huomioida asennuskehikon kustannukset materiaaleineen. Turvakytkimien määrän ollessa erittäin suuri, asennuksen yksikköhinnan tarkkaan määrittäminen on erittäin tärkeää, ettei yllättäviä lisäkustannuksia tule. Korostettujen kohtien osalta on määritetty asennuksiin kuuluvat materiaalit tarkemmin (ks. taulukko 3).

Taulukko 3. Taajuusmuuttajien asennuskehikon ja turvakytkinasennuksen materiaalit

VFD Rack			Safety switch general		
No.	Quantity	Description	No.	Quantity	Description
1	m	Secondary Cable Tray	1	m	Earthing cable
2	m	C-profile	2	m	Secondary cable tray
3	m	Double C-profile	3	pcs	Cable Mount (Clamp)
4	pcs	Mounting bracket for double C-profile	4	1 pcs	Safety Switch
5	pcs	Label Type 15	5	1 pcs	Cover Plate type A
6	pcs	Mounting accessories	6	1 pcs	Label Type 15
7	m	Earthing cable	7	2 pcs	Cable Gland for Safety Switch
8	pcs	Cable Connector(lug) for Earthing cable	8	1 pcs	Cable gland M16-20
9	pcs	Label type 11	9	m	Signal cable 2-pair
10	m	Power cable from MCC	10	m	Power Cable
11	4 m	Power cable Du/dt	11	6 pcs	Label type 46
12	m	Signal Cable	12	pcs	Cable Connector(lug) for Earthing cable
13	10 pcs	Label type 46			
14	pcs	Cable mount(Clamp)			
15	pcs	conduit pipe			
16	m	Fire Seal			

## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää yrityksen prosessisähköistyksen asennustyyppikuvat ja liittää ne COMOS-suunnittelujärjestelmään. Työ oli COMOS-suunnittelujärjestelmän kehittämistä. Lyhyessä ajassa saatiin luotua noin 20 asennustyyppikuvaa, joiden pohjalta on helppo luoda lisää vastaavia kuvia tulevien tarpeiden mukaan. Tuloksia hyödynnetään yrityksen sisäisesti suunnittelussa, asennuksien hinnoittelussa ja hankinnoissa. Asennustyyppikuvia käytetään yrityksen toteuttamassa asennusvalvonnassa tai mallikuvia voidaan tarjota asennusmalleina asiakkaalle. COMOS-suunnittelujärjestelmään aikaisemmin liitettyjen instrumentoinnin asennustyyppikuvien liittämisohjeen avulla työn tuloksien liittäminen oli suoraviivaista ja helppoa. Järjestelmään on aikaisemmin tehty tarvittavat lisäykset asennustyyppikuvien liittämistä varten, joten liittämisessä ei tarvittu lisäresursseja. Opinnäytetyön aloituspalaverissa asetetut tavoitteet asennustyyppikuvien osalta täyttyivät.

Asennustyyppikuvien piirtämisessä oli paljon hyötyä aikaisemmasta asennustaustasta. Käytännön mallintaminen asennustyyppikuviin sujui jouhevasti, sillä minulla on käytännön kokemusta asennuskohteista. Jokaisen rakenteilla olevan asennustyyppikuvan kohdalla täytyi miettiä asennuskohteen tyyppillisiä ongelmakohtia ja kuinka ne saataisiin asennustyyppikuvan avulla ratkaistua. Työssä käytettyjen Suomen ja Ruotsin asennusstandardien tutkinta ja tulkinta oli paikoittain haasteellista. Moottoriasennuksista ei SFS standardeissa ole omaa osiota, jossa tyyppillisesti käytössä olevat toimintamallit esiteltäisiin. Tieto on sekalaisesti standardin eri osioissa, joten sen etsintä oli työlästä. Ruotsin SSG-standardeista löytyi paikoittain paremmin yksityiskohtaista tietoa moottoriasennuksien toteutuksesta verrattuna SFS-standardeihin. Työn teorian kannalta olisi ollut hyvä käyttää enemmän aikaa standardien tutkintaan. Kehitystyön tuloksien pohjalle pyrittiin rakentamaan tarpeellinen määrä tietoa, ilman että teoriaosuus kasvaisi liian suureksi.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja käytännönläheinen. Moniin kattilalaitoksilla havaittuihin asennuskohtaisiin ongelmiin kehitettiin ratkaisuja tässä työssä. Välittömästi käyttöön menevät asennustyyppikuvat lisäsivät omaa motivaatiota työn toteutuksessa. Tulevien projektien perusteella voidaan tarkemmin päätellä ovatko

tässä opinnäytetyössä esitetyt asennustyyppikuvat määrällisesti ja sisällöllisesti riittäviä vastaamaan sellutehtaiden tarpeita. Työssä päivitettyä laitteiden merkitsemissandardia ei ole toistaiseksi liitetty COMOS-suunnittelujärjestelmään, mutta lisäys olisi tarpeellinen helpottamaan projektikohtaista standardin muokkaamista.

## Lähteet

- ABB industrial drives. 2017. ABB:n ACS880-taajuusmuuttaja katalogi. Viitattu 28.12.2017. <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000098111&LanguageCode=en&DocumentPartId=1&Action=Launch>
- ABB:n UPS-tuotevalikoima. N.d. Tuotevalikoiman esittely ABB:n kotisivuilla. Viitattu 28.12.2017. <http://new.abb.com/ups/fi/ups-jarjestelmat>
- Andritz Intranet. N.d. Andritz Oy:n henkilöstön verkkosivut.
- Andritz Oy:n dokumentaatio. N.d. Andritz Oy:n sisäinen dokumentaatio.
- AutoCAD. N.d AutoCAD tuotekuvaus. Viitattu 28.12.2017. <https://www.autodesk.fi/products/autocad/overview>
- COMOS-ratkaisut. N.d. Siemens COMOS-ratkaisut. Viitattu 28.12.2017. [http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm, COMOS-ratkaisut](http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm, COMOS-ratkaisut)
- Empiirinen tutkimus. 2015. Jyväskylän yliopiston kuvaus empiirisestä tutkimuksesta. Viitattu 28.12.2017. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/empiirinen-tutkimus>
- Hyödyt. N.d. Siemens COMOS-hyödyt. Viitattu 28.12.2017. [http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm, hyödyt](http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm, hyödyt)
- Introduction to Object oriented programming concepts (OOP) and more. 2015. Oliopohjainen ohjelmointi. Viitattu 27.11.2017. <https://www.codeproject.com/Articles/22769/Introduction-to-Object-Oriented-Programming-Concept>
- Kananen, J. 2009. Toimintatutkimus yritysten kehittämisessä. Jyväskylän Ammattikorkeakoulun julkaisuja –sarja.
- Laadullinen tutkimus. 2015. Jyväskylän yliopiston kuvaus laadullisesta tutkimuksesta. Viitattu 28.12.2017. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>
- Mikä taajuusmuuttaja on. N.d. Artikkelit Danfoss Drivesin Sivustolla. Viitattu 28.12.2017. <http://drives.danfoss.fi/danfoss-drives/what-is-an-ac-drive/#/>
- Nykänen, E. 2010. COMOS-Käyttöohje Talteenottodivisioonalle Opinnäytetyö AMK. Savonian ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantokeniikan koulutusohjelma. Viitattu 20.10.2017. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2010052610577>

SFS-käsikirja 6001. 2005. Suurjännitesähköasennukset.

SFS-käsikirja 600-1. 2012. Sähköasennukset, Osa 1: Pienjännitesähköasennukset.

Siemens Industry Automation. 2010. Andritz Oy:n dokumentaatio.

Siemens Industry Automation. 2012. Andritz Oy:n dokumentaatio.

SIMOCODE - älykäs moottorinsuojaus. N.d. SIMOCODE-tuotekuvaus. Viitattu 28.12.2017.

[http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden tuotteet ja ratkaisut/tuotesivut/pienjannitekojeet/kytkenta suojaus ja ohjaus/simocode alykas moottorinsuojaus.htm](http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/pienjannitekojeet/kytkenta_suojaus_ja_ohjaus/simocode_alykas_moottorinsuojaus.htm)

Soodakattila. N.d. Soodakattilan kuvaus. Viitattu 20.10.2017.

<http://www.soodakattilayhdistys.fi/soodakattila>

SSG 4100E. 2006. Erection instructions for electrical equipment.

SSG 4525E. 2009. Earthing and potential equalizations system recommendations for planning and design.

ST-kortisto. 2012. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset ST 53.21.

Suunnittelukäsikirja. N.d. Yrityksen sisäinen verkkodokumentti, Laitossuunnittelu käsikirja (Plant engineer manual). Vusxnas002\\Templates\LAIROSSUUNNITTELU

Tuotekuvaus. N.d. Siemens COMOS-tuotekuvaus. Viitattu 28.12.2017.

[http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden tuotteet ja ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm](http://www.Siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/comos-ohjelmistoratkaisu.htm), tuotekuvaus

Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. 2007. Turva-automaation kuvaus. Viitattu 15.12.2017. [http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit\\_kaasu/Turva-automaatio prosessiteollisuudessa.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf)

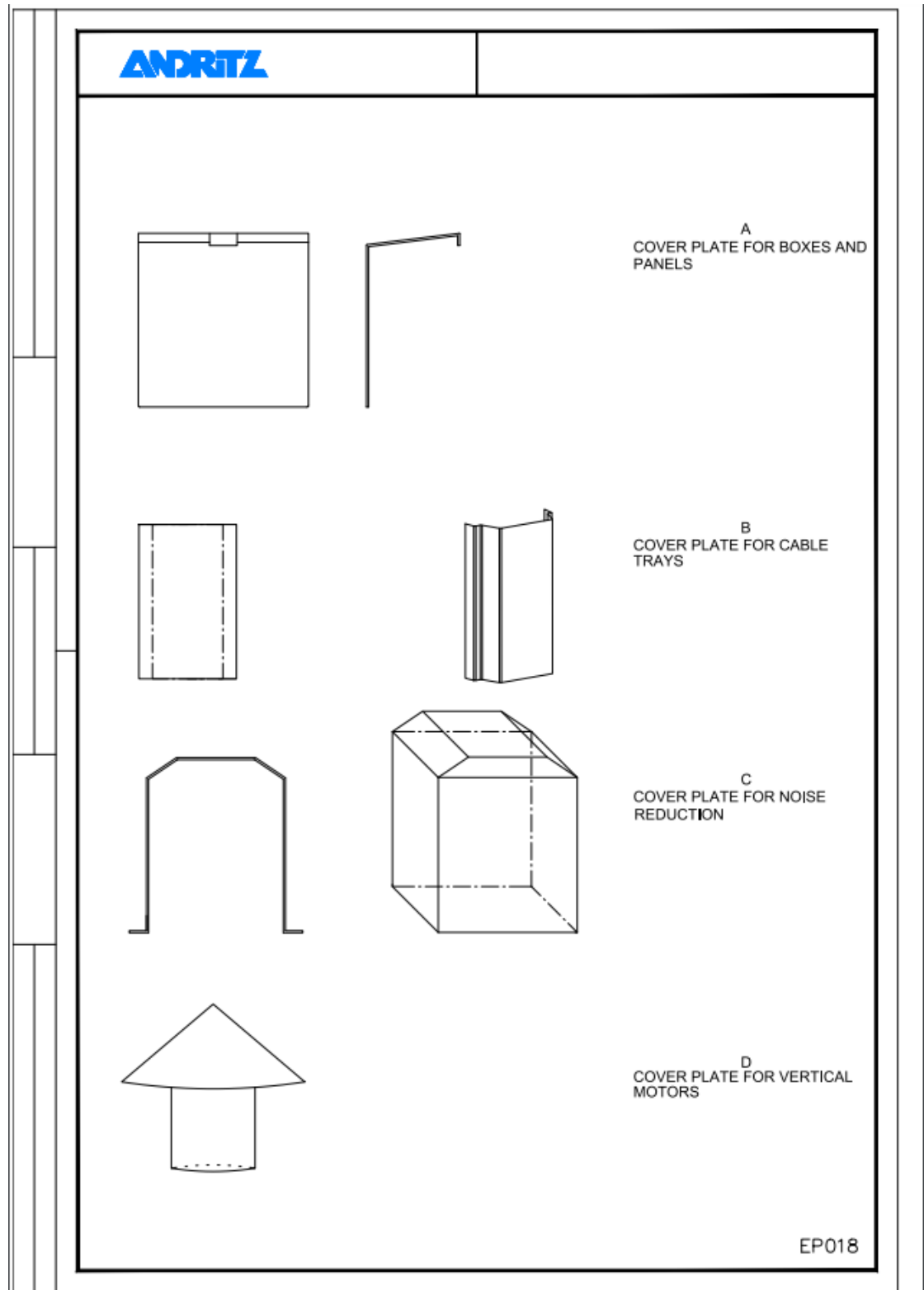
Vaurio ja onnettomuusrekisteri. 2003. Sulavesiräjähdyks. Viitattu 15.12.2017.

[http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/VAROn\\_kayttajaopas.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/VAROn_kayttajaopas.pdf)

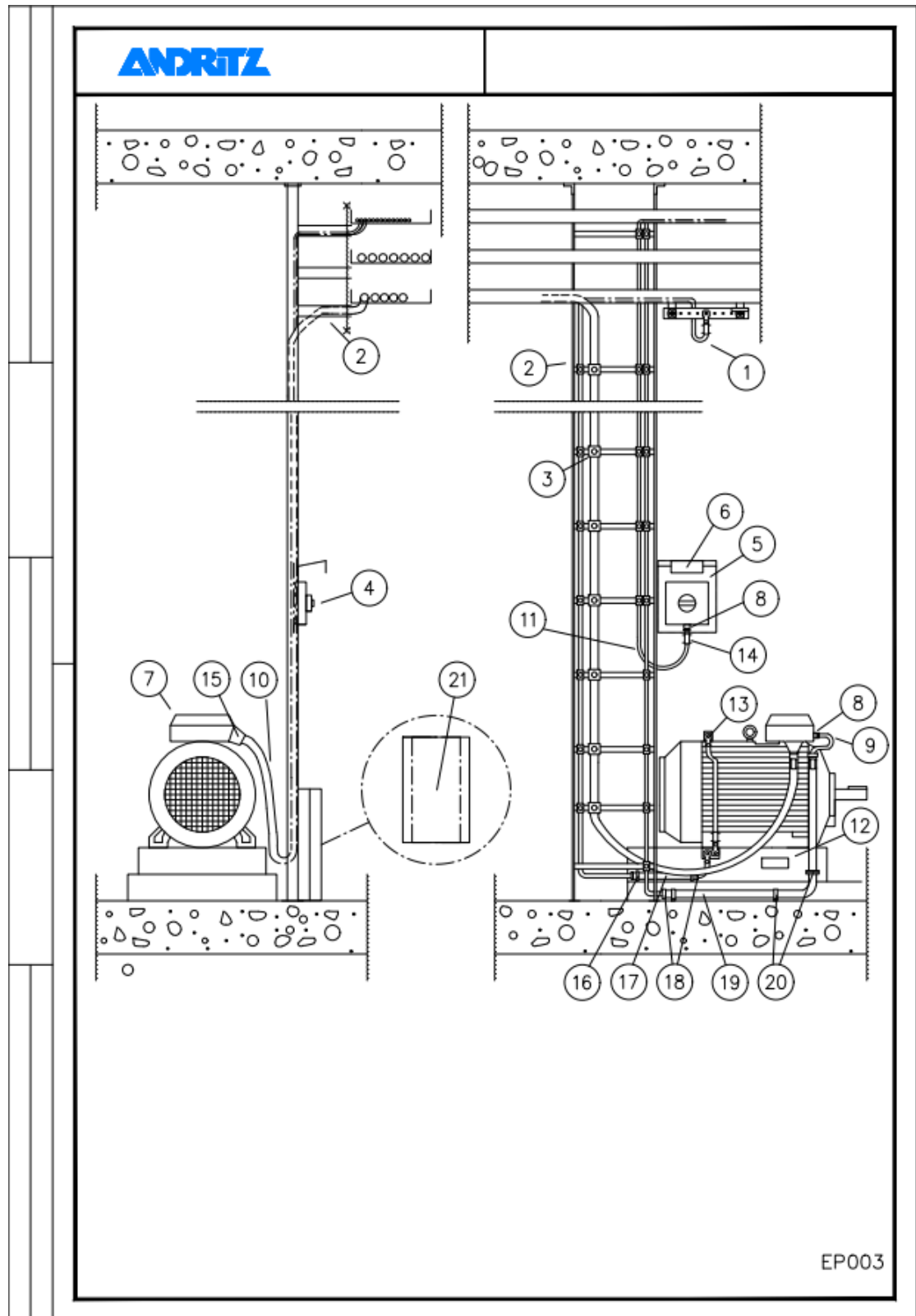


## Liitteet

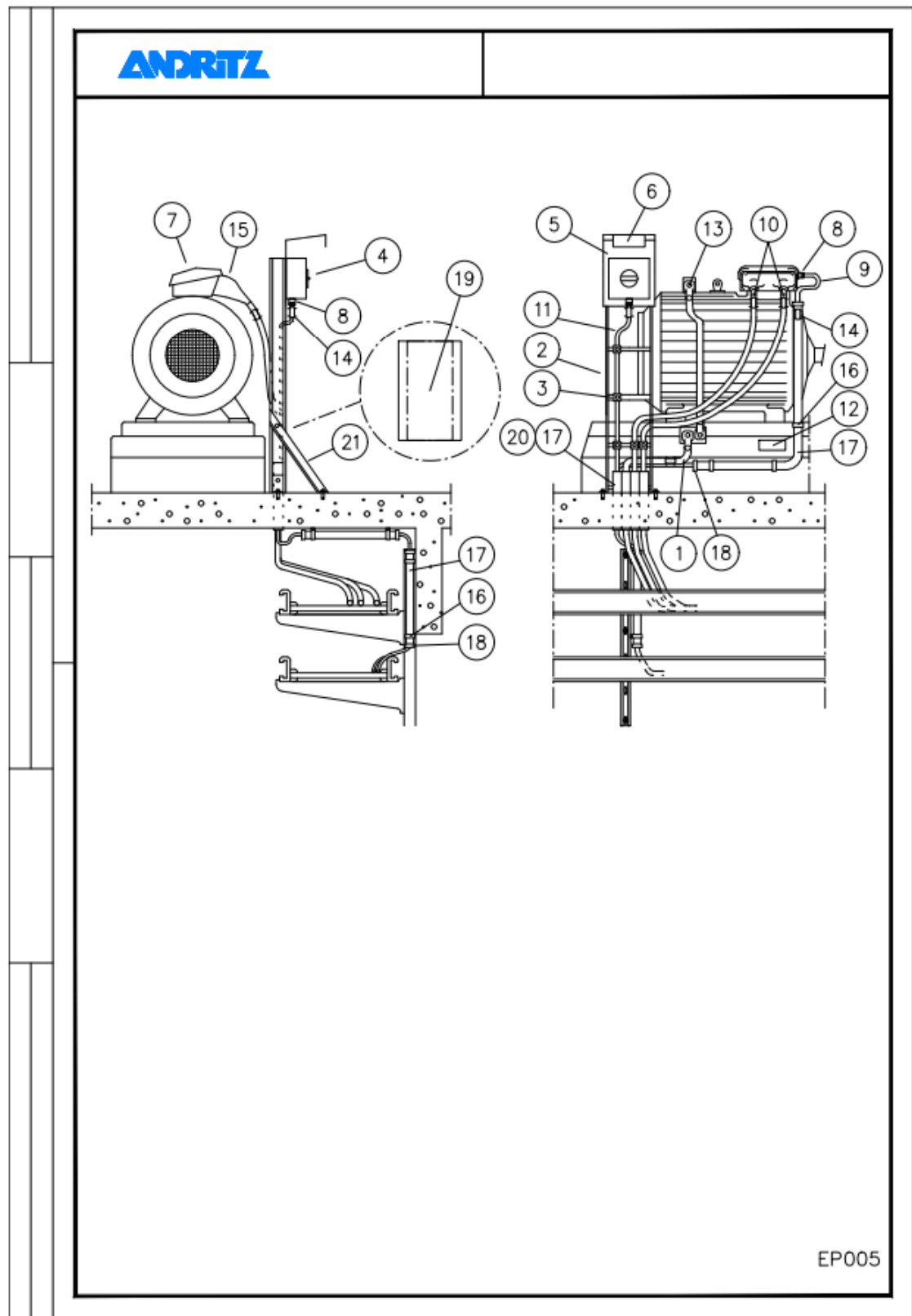
Liite 1. Asennustyyppikuva EP018



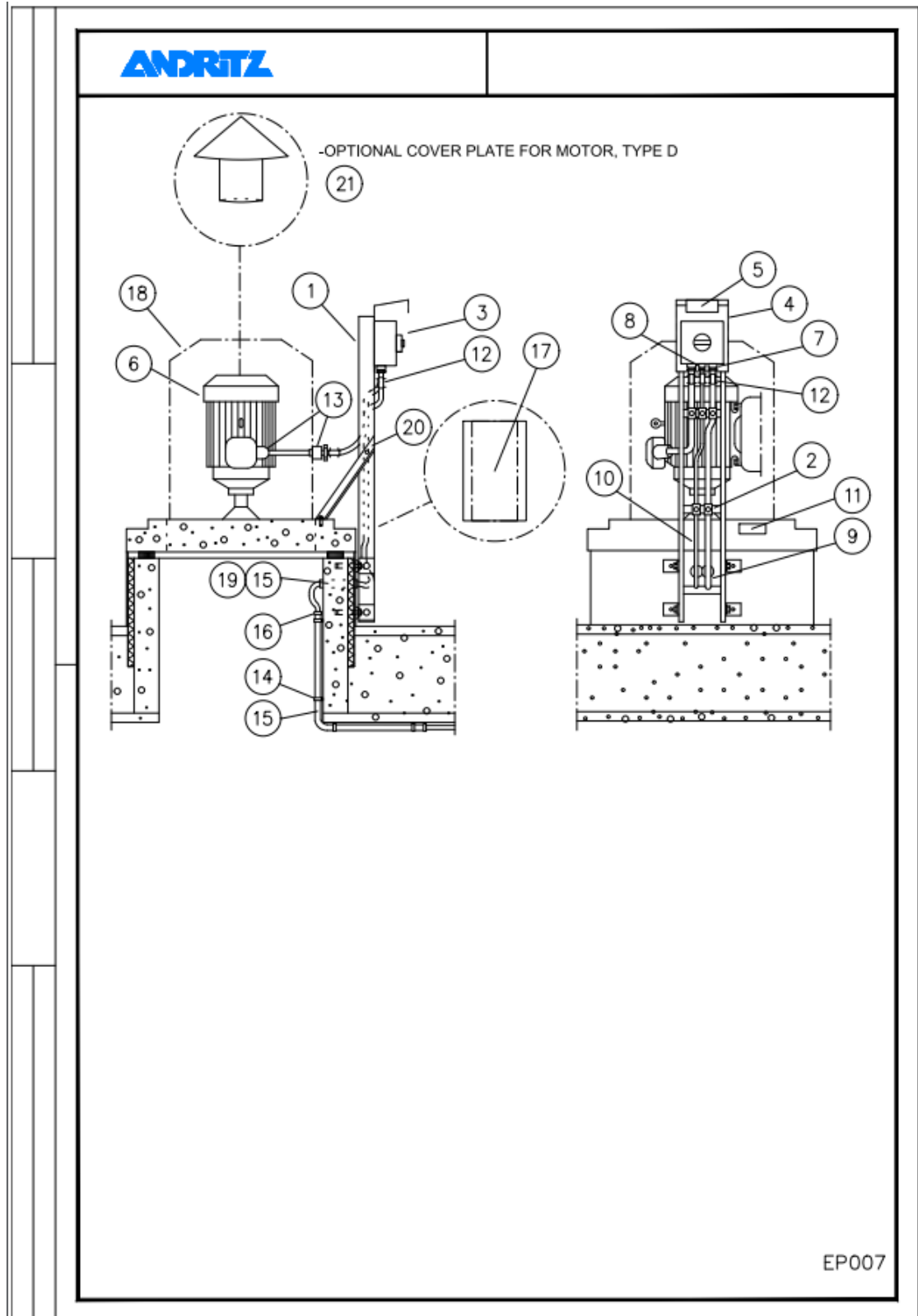
Liite 2. Asennustyyppikuva EP003



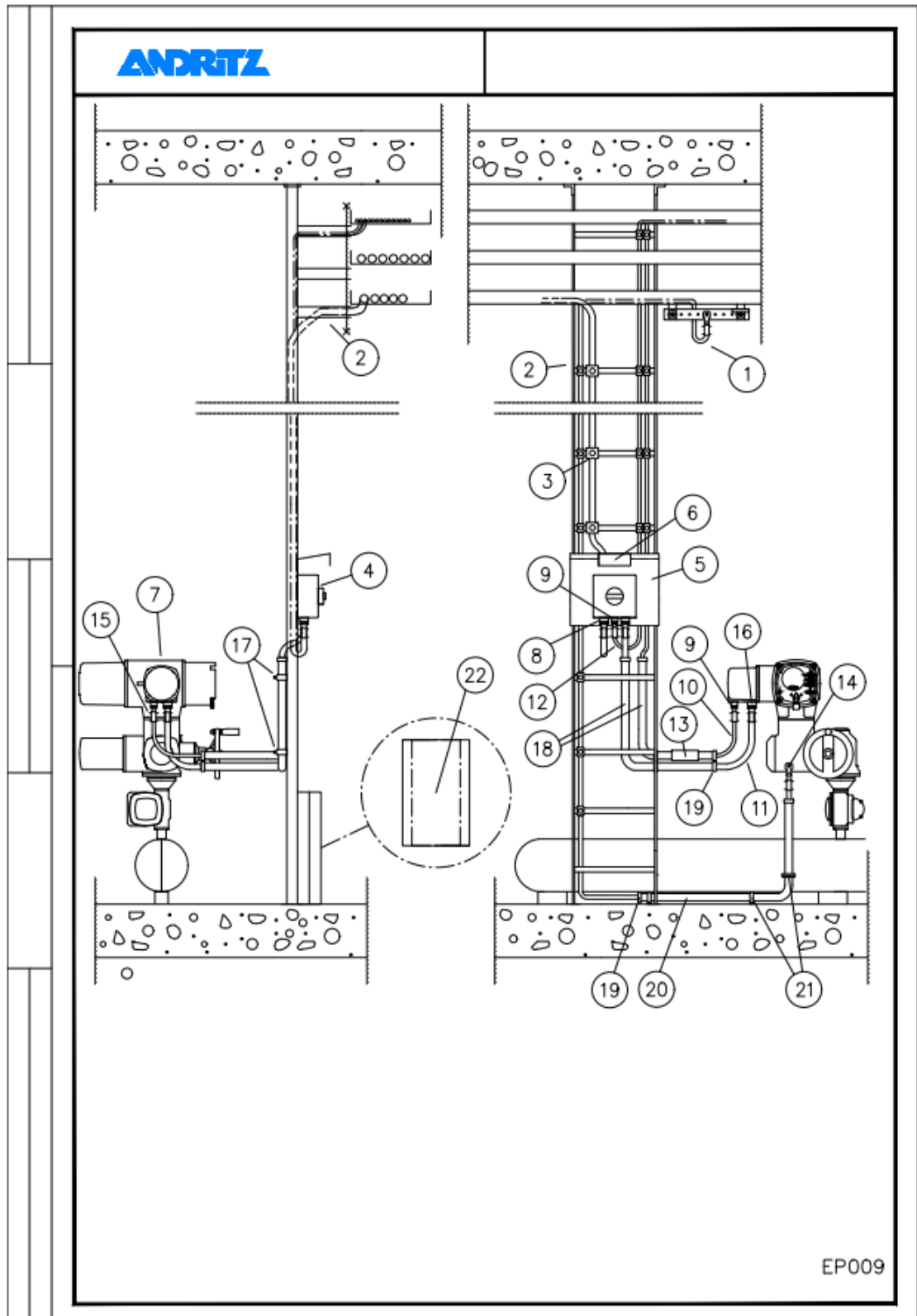
Liite 3. Asennustyyppikuva EP005



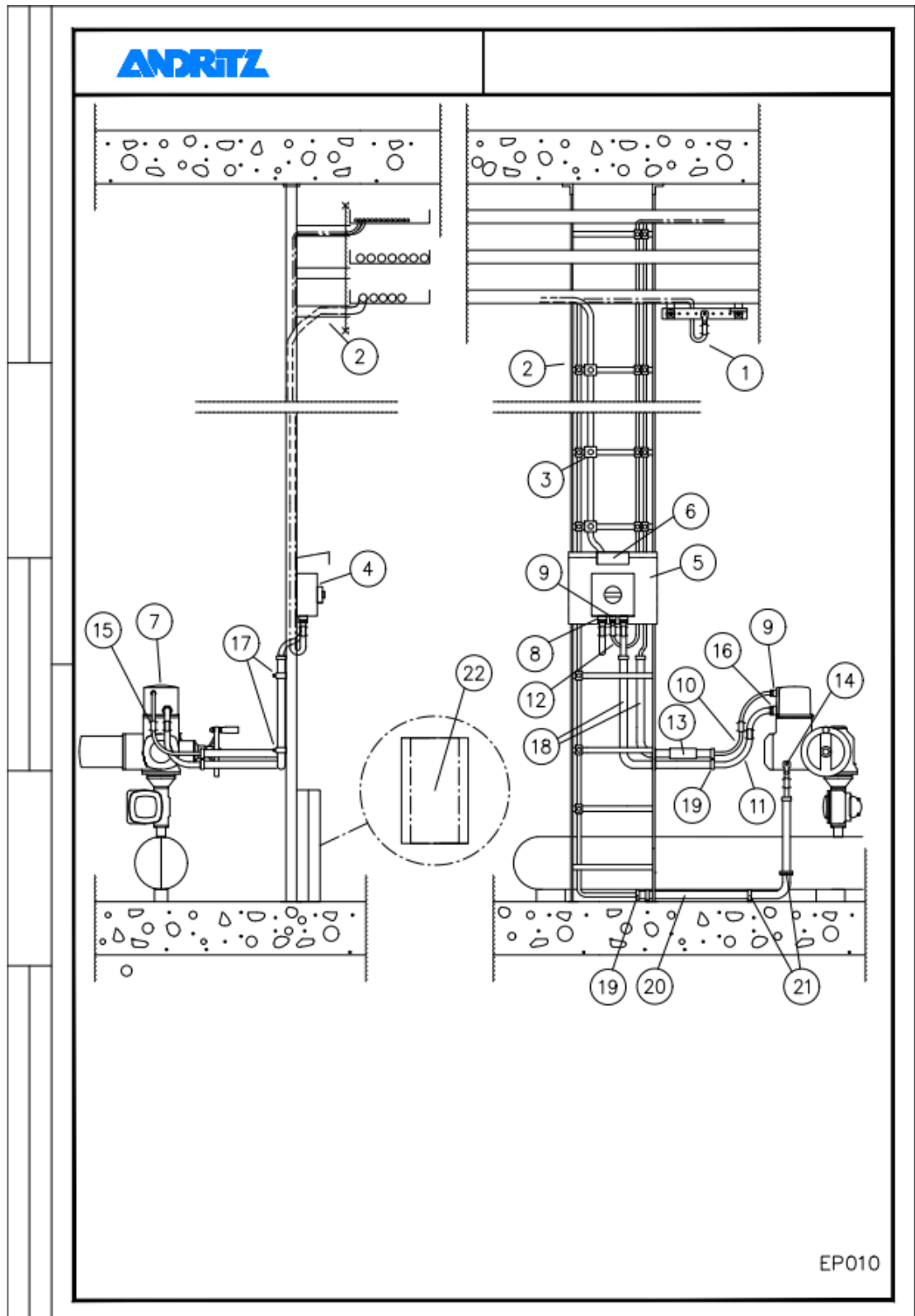
Liite 4. Asennustyyppikuva EP007



Liite 5. Asennustyyppikuva EP009

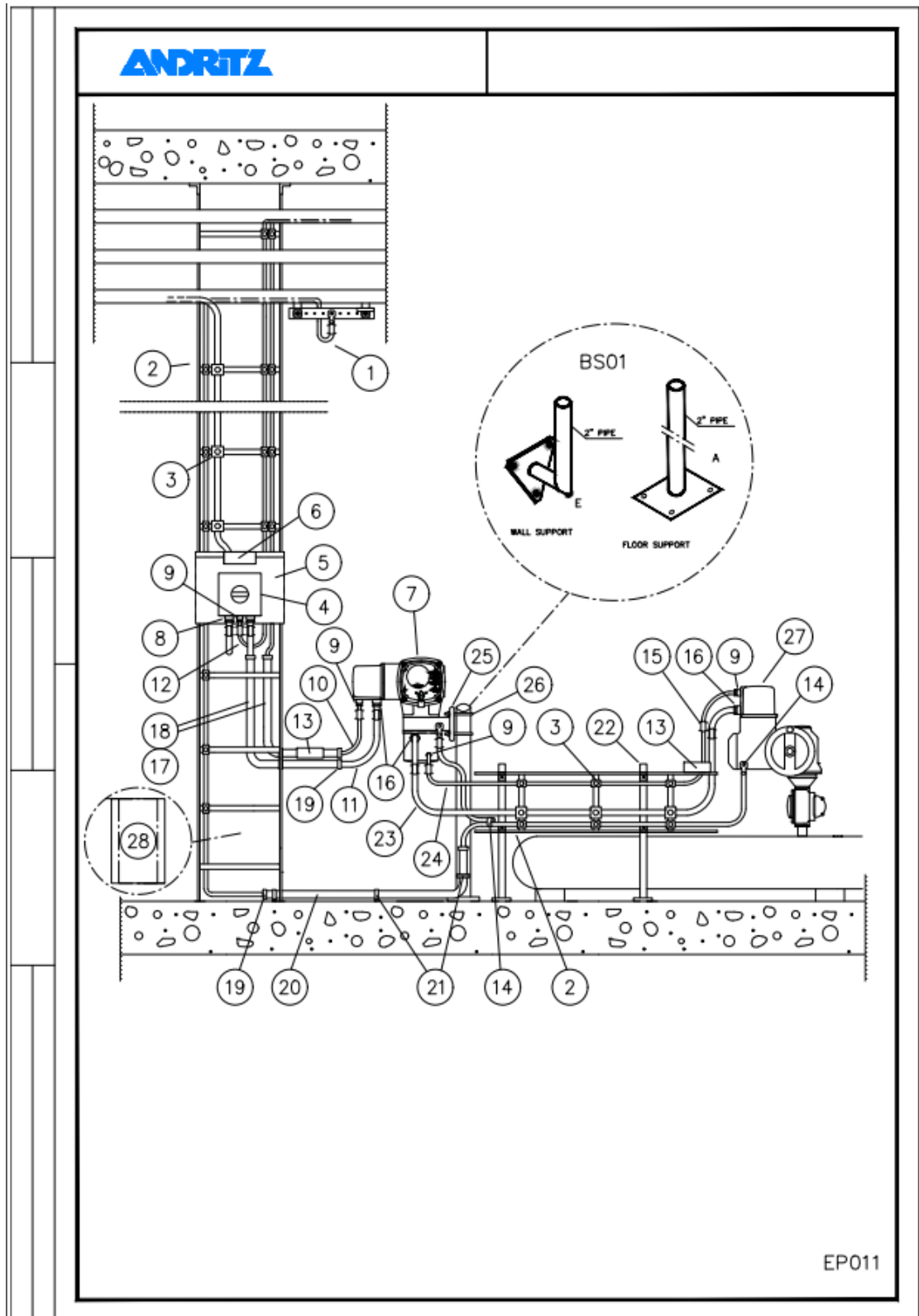


Liite 6. Asennustyyppikuva EP010

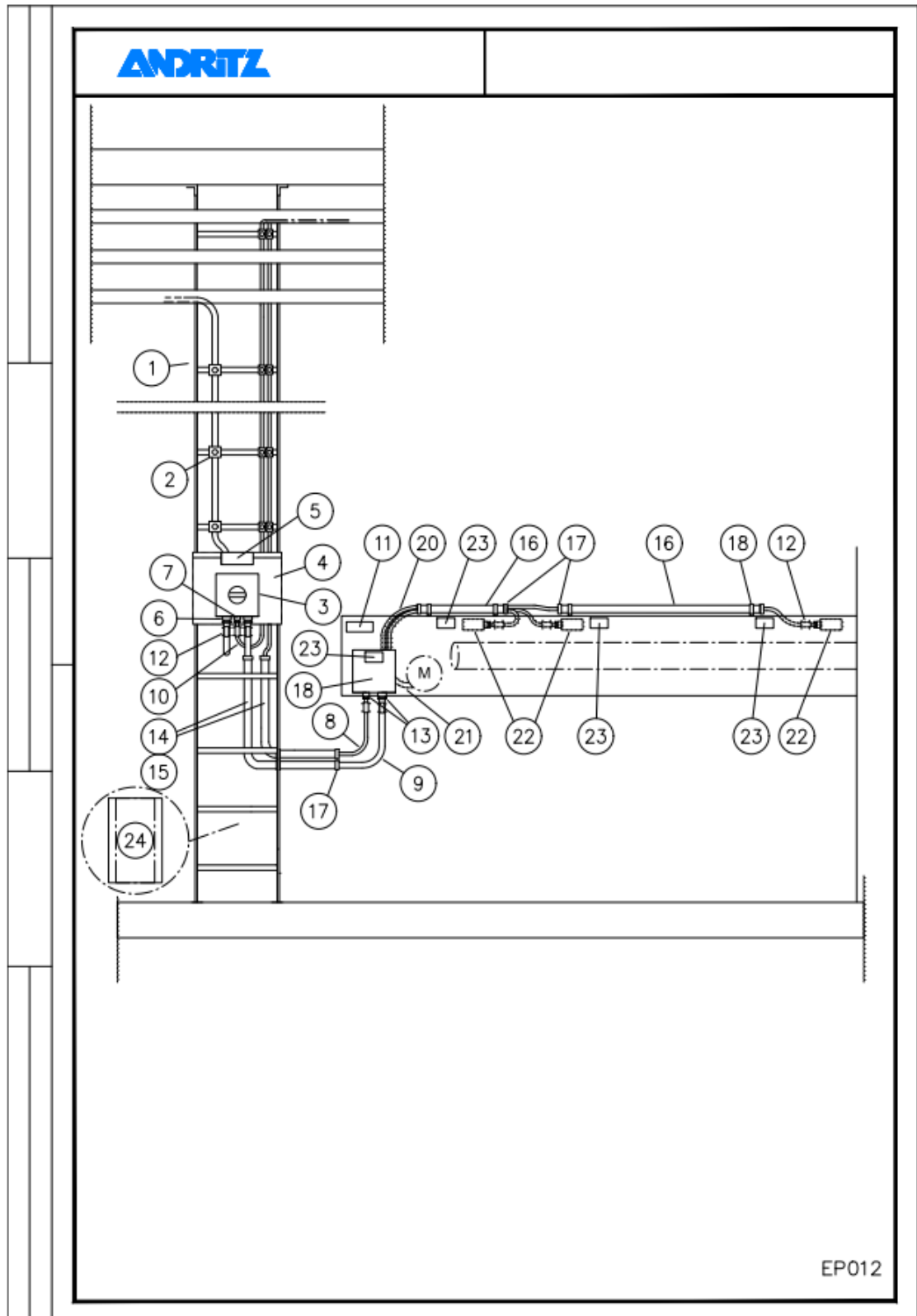


EP010

Liite 7. Asennustyyppikuva EP011

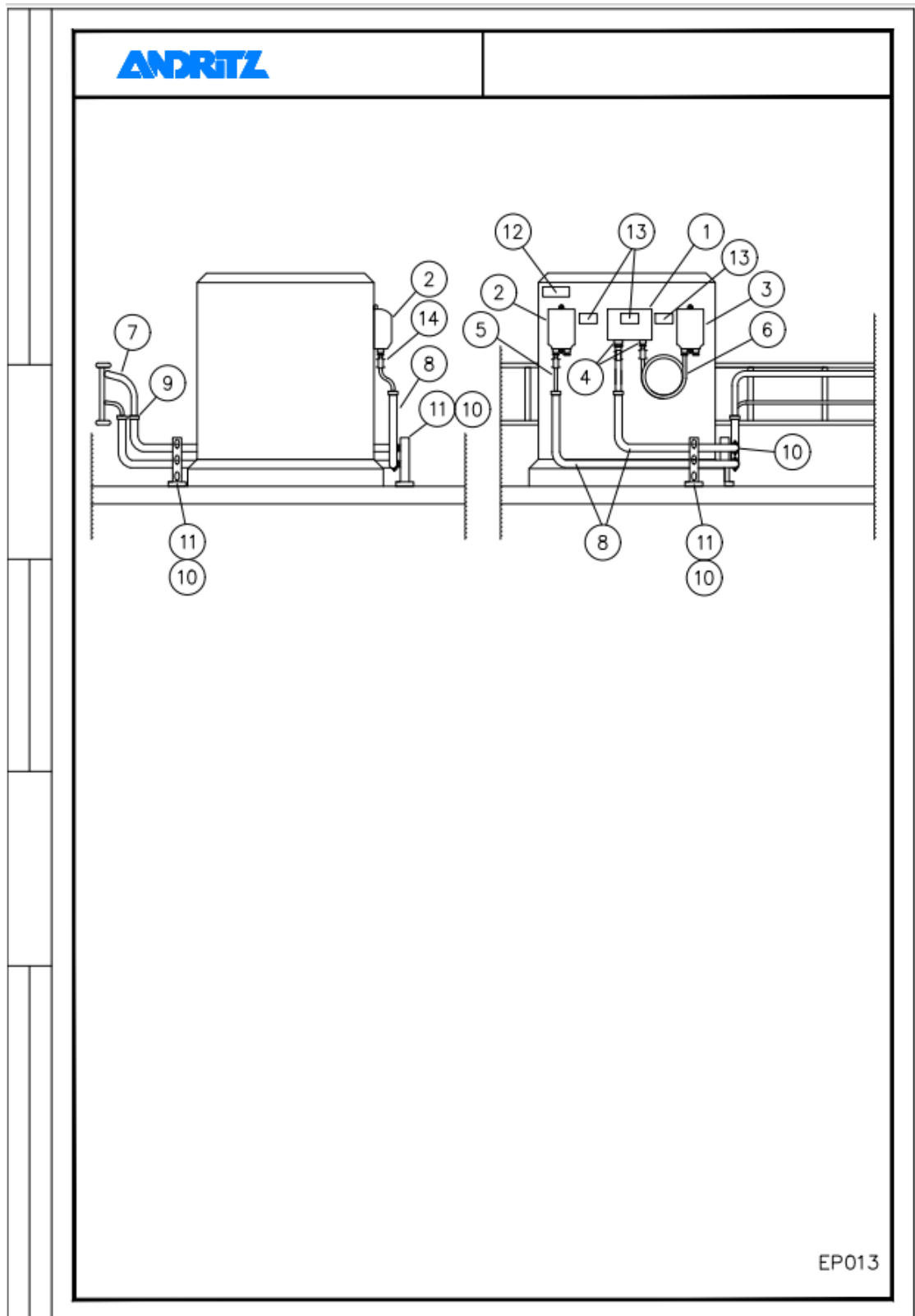


Liite 8. Asennustyyppikuva EP012

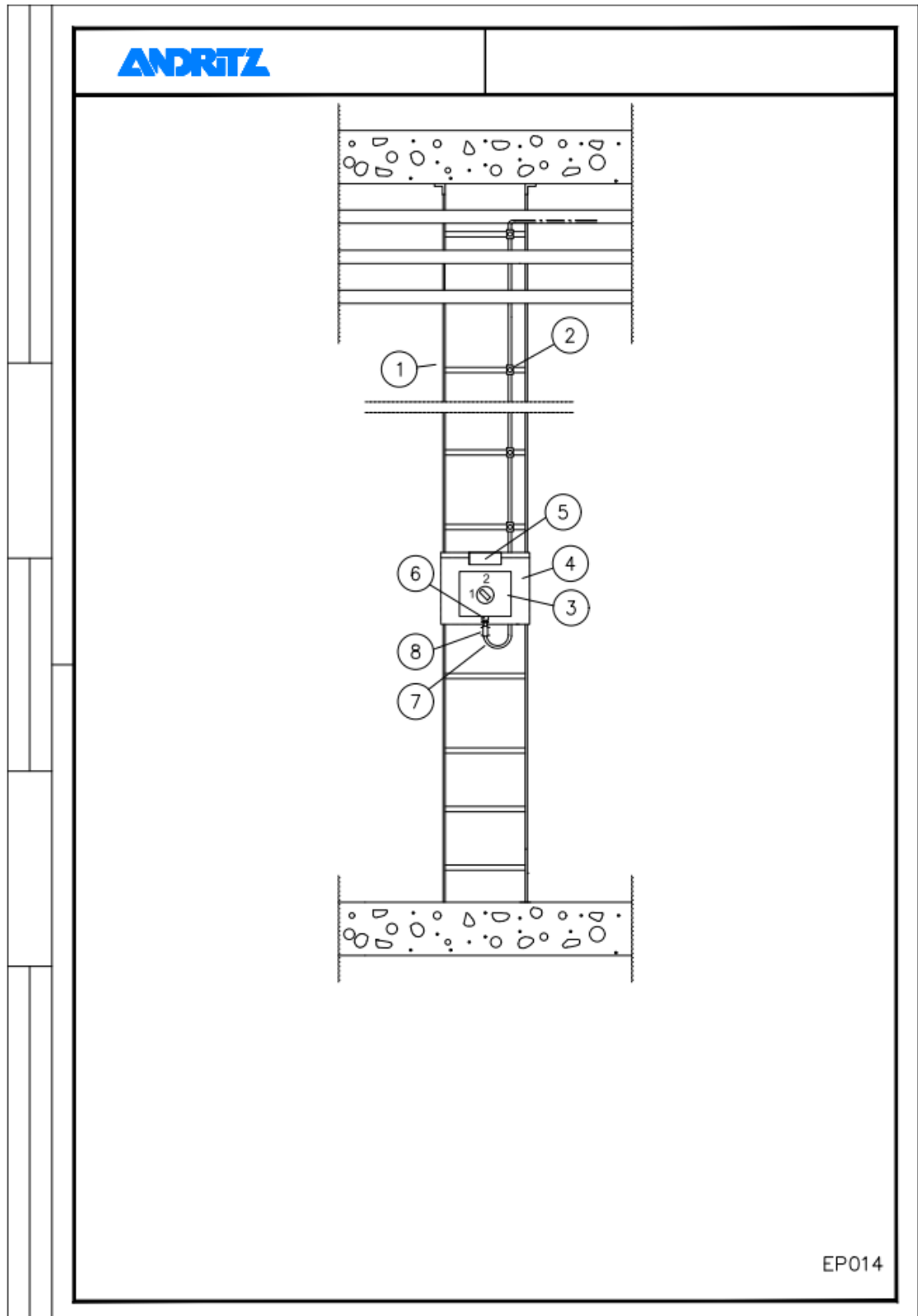




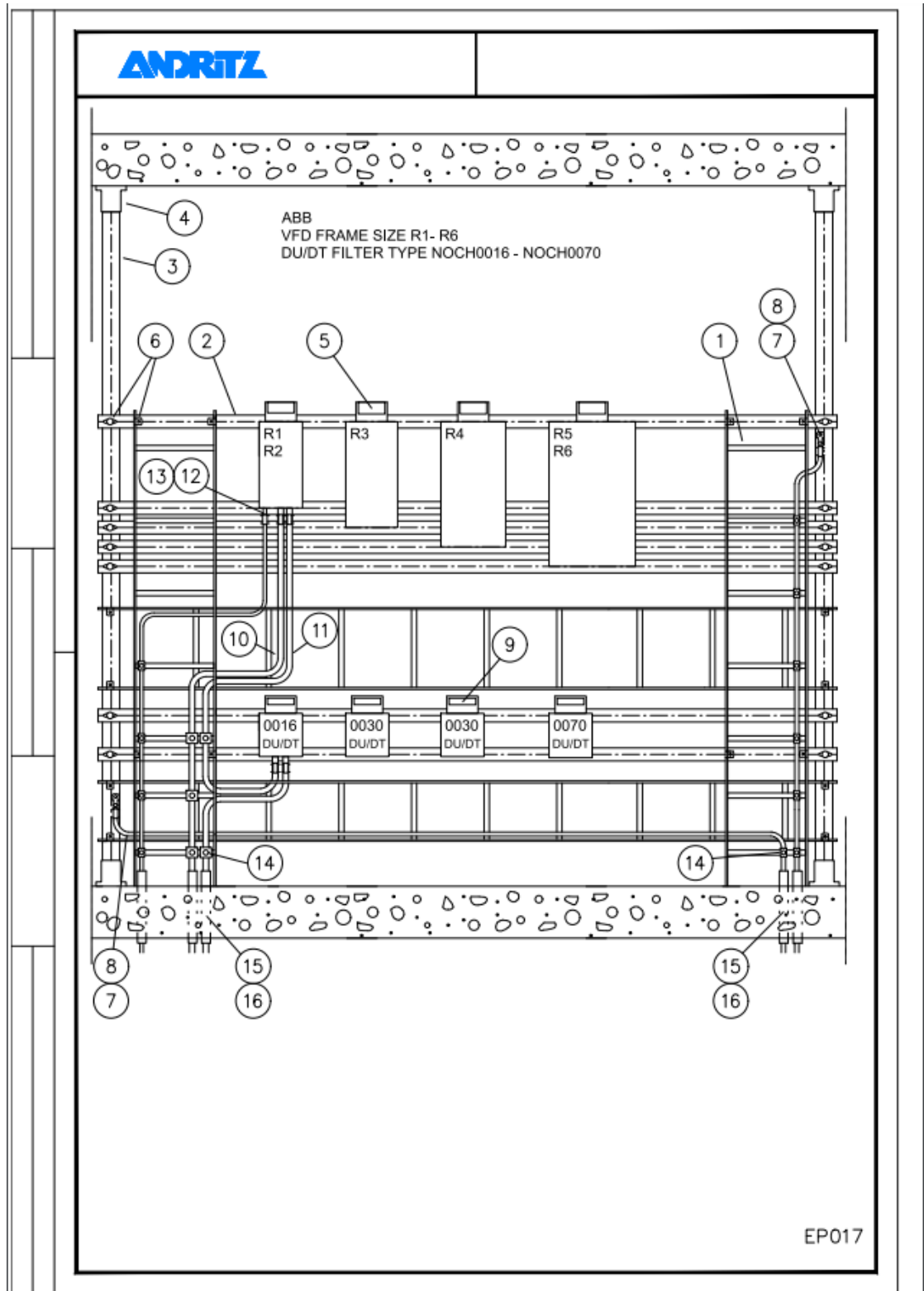
Liite 9. Asennustyyppikuva EP013



Liite 10. Asennustyyppikuva EP014



Liite 11. Asennustyyppikuva EP017



Liite 12. COMOS-suunnittelujärjestelmään liitetty asennustyyppikuva

Typical

Hook UP code: EP001

Multiplier / quantity: 0

No.	Quantity	Description	Part code	Material	SU	ER	Remark
1	m	Earthing Cable	W43	Cu			
2	m	Cable Tray	U20				
3	pcs	Mounting Clamp	U98				
4	1 pcs	Safety Switch	T30				
5	1 pcs	Protection Cover	U97				Type A (EP018)
6	1 pcs	Name Plate	U02				Type 15
7	1 pcs	Connection Box	F01				
8	pcs	Cable Gland	U78				
9	2 pcs	Cable Gland	U78				
10	m	Signal Cable 8-pair	W04	Cu			
11	m	Power Cable (general)	W11	Cu			
12	m	Signal Cable 2-pair	W02	Cu			
13	1 pcs	Name Plate	U02				
14	4 pcs	Cable Lug	U79				
15	13 pcs	Name Plate	U02				Type 46
16	pcs	Cable Gland	U78				
17	pcs	Mounting Clamp	U98				
18	m	Conduit 25 x 1,5	P81	steel/galvanized			
19	4 pcs	Conduit End Protection	U50				
20	m	Conduit 19 x 1,5	P80	steel/galvanized			
21	3 pcs	Mounting Clamp	U98				
22	1.5 m	Protection Cover	U97				Type B (EP018)

Rev.	Rev.Date	Created	Checked	Description of Revision	Crea.Date: 23.11.2017	
					Created: Hamalainen	
					Checked: /	
					Stand.: EN 60617	

Electr. installation typicals - NOT RE...	Project:	Function:	Unit: Z_TEMPEIT2
Process electr. installation typicals	Project no.:		Location:
Hook-Up	Customer:		Page: 1/1
	Order:		Draw. no.:

This document constitutes confidential and proprietary information of ANDRITZ AG and/or its affiliates. Any party accepting receipt of this drawing does so on the express understanding and agreement that it will neither copy, reproduce, disseminate to third parties or use this document for any purpose other than those expressly agreed to by ANDRITZ AG or one of its affiliates.

PRELIMINARY - NOT FOR RELEASED COPY PRINTED

Liite 13. Asennustyyppikuva EP015

