

SUUNNITTELUKÄSIKIRJA

Jauho Esa

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Esa Jauho	Vuosi	2018
Ohjaaja	Ins.(AMK) Marko Kukkola		
Toimeksiantaja	Polar-Automaatio Oy		
Työn nimi	Suunnittelukäsikirja		
Sivu- ja liitesivumäärä	44 + 2		

Tämä opinnäytetyö tehtiin Polar-Automaatio Oy:lle. Opinnäytetyössä käsiteltiin suunnittelutyön kulkua ja sen dokumentointia.

Tavoitteena oli tehdä suunnittelukäsikirja Polar-Automaatio Oy:n käyttöön. Yritys haluaa kehittää suunnittelutyötään ja tehostaa toimintatapojaan. Kun pohjatyö tehdään kunnolla ja tarvittava informaatio ja toimintaohjeet kerätään helposti saataville, projektin onnistumiselle on hyvät edellytykset. Suunnittelukäsikirja auttaa saavuttamaan tämän tavoitteen.

Työn alussa selvitettiin, miksi teollisuudessa projektoidaan rakennus- tai kehityshankkeita. Käytiin läpi projektin vaiheet ja selvitettiin projektin aloituksen mahdollisia ongelmia. Tämän jälkeen käytiin läpi standardeja sekä dokumentteja, joita suunnittelijan työssä on tärkeää tuntea. Sen jälkeen tarkasteltiin SIA-suunnittelujen eroja ja annettiin esimerkki mahdollisesta projektin kulusta.

Suunnittelukäsikirjaa tehtäessä pääasiallisina lähteinä käytettiin aikaisempia opinnäytetöitä, PSK-standardeja ja Polar-Automaatio Oy:n lyhyttä suunnitteluohjetta. Suunnitteluohjeen noudattaminen projekteissa on suositeltavaa. Jos tarvittavaa tietoa puuttuu ja siitä vastuussa oleva suunnittelija on tavoittamattomissa, joudutaan tiedot hakemaan uudestaan asiakkaalta. Projekti on altis virheille ja aikataulun venymiselle, jos sen aloitus tehdään puutteellisesti.

Tulokseksi saatiin suunnittelukäsikirja, joka tulee toimeksiantajan käyttöön.

Avainsanat

projekti, projektointi, dokumentointi, standardi

Technology, Communication and Transport
Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Esa Jauho	Year	2018
Supervisor	Marko Kukkola, B.Sc.		
Commissioned by	Polar-Automaatio Oy		
Subject of thesis	Design Manual		
Number of pages	44 + 2		

This thesis was made for Polar-Automaatio Oy. The thesis deals with the design process and its documentation.

The aim was to make a design manual for Polar-Automaatio Oy. They want to develop their design work and improve their operating methods. When the groundwork is done properly, and the necessary information and operating instructions are collected and made available, there is a good chance for the project to succeed. The design manual helps to achieve this goal.

At the beginning of this design manual, it was explained why construction or development projects are being planned in the industry. The phases were gone through at the project and the possible problems at the beginning of the project. After that, standards and documentaries were explored, and the importance to know them in the designer's work. Thereafter, the differences in electrical, automation and instrumentation design were examined, and an example of possible project progress was given.

When making the design manual, the primary sources used were theses, PSK standards and Polar-Automaatio Oy's short design guide. Following the design manual in projects is recommended. If the necessary information is missing and the designer responsible for it is unavailable, you will need to retrieve the information again from the customer. The project is prone to errors and delays if its launch is made inadequately.

As a result, a planning manual was issued for the client.

Key words

project, projecting, documenting, standard

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	POLAR-AUTOMAATIO OY	8
3	PROJEKTOINTI.....	9
4	PROJEKTI	10
4.1	Projektin vaiheet	11
4.1.1	Esiselvitys	11
4.1.2	Esisuunnittelu.....	12
4.1.3	Perussuunnittelu.....	12
4.1.4	Toteutussuunnittelu.....	12
4.1.5	Asennus ja testaus	13
4.1.6	Lopetus	13
5	PROJEKTIN ALOITTAMISEN ONGELMAT	14
6	STANDARDIT JA DOKUMENTOIMINEN.....	15
6.1	Standardit	15
6.2	Päätökset turvallisuudesta	17
6.3	Dokumentit.....	18
6.3.1	PI-kaavio	19
6.3.2	Piiriluettelo.....	20
6.3.3	Piirikaaviot.....	20
6.3.4	Logiikan tulo- ja lähtöluettelo.....	21
6.3.5	Logiikan tulojen ja lähtöjen jakolista	21
6.3.6	Kenttälaiteluettelo.....	21
6.3.7	Kojeluettelo	22
6.3.8	Säätö- ja lukituskaaviot ja piirikohtaiset kuvaukset.....	22
6.3.9	Sekvenssikaaviot.....	23
6.3.10	Hälytys- ja lukituspisteluuettelo	24
6.3.11	Asennustapakuvat	25
6.3.12	Kokoonpanopiirustukset.....	26
6.3.13	Osaluettelot.....	27
6.3.14	Jännitteenjaot.....	27
6.3.15	Yhdekuvat	28

6.3.16	Laitesijoituskuvat.....	30
6.3.17	Kytkentätaulukot	30
6.3.18	Kilpiluetelo.....	30
6.3.19	Tehtaiden rakennepiirustukset	31
6.3.20	Putkiston isometrit.....	31
6.3.21	Loppudokumentointi.....	32
6.4	PSK-standardit.....	33
6.4.1	PSK 2005 Kaapelireittien suunnittelu	33
6.4.2	PSK 4101 Melun hallinta teollisuuden laitehankinnoissa.....	34
6.4.3	PSK 4601, PSK 4602 ja PSK 4603	34
7	SIA-SUUNNITTELUJEN ERITTELY	35
7.1	Sähkösuunnittelu	35
7.2	Instrumentointisuunnittelu	35
7.3	Automaatiosuunnittelu	35
8	SUUNNITTELU.....	36
8.1	Esimerkki suunnittelun kulusta.....	36
9	POHDINTA	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	44

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PI-kaavio

Putkisto- ja instrumentointikaavio

SIA-suunnittelu

Sähkö-, instrumentointi- ja automaatio-suunnittelu

1 JOHDANTO

Polar-Automaatio Oy haluaa kehittää suunnittelutyötään ja siirtyä tietokantapohjaisemmaksi. Tämä kehitys halutaan tehdä, koska asiakkaat haluavat projekteissa käytettävän tietokantapohjaisia suunnitteluohjelmia. Lisäksi suunnittelutyön kehittäminen nopeuttaa työtä ja vähentää virheitä. Tietokantapohjaisesta suunnittelusta on hyötyä myös Polar-Automaatio Oy:lle suunnittelutyön automatisoinnissa ja uudistamisessa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa projektien suunnittelua. Tavoitteena on tehdä suunnittelukäsikirja Polar-Automaatio Oy:n käyttöön. Suunnittelukäsikirjaa tarvitaan, koska jos suunnittelussa ei noudateta oikeaa järjestystä, uudet suunnittelijat ja projektiin siirtyvät suunnittelijat eivät välttämättä saa tarvittavia tietoja työvaiheesta.

Projektin aloituksen tärkeyttä ei voi korostaa turhaan. Jos tarvittavaa tietoa puuttuu ja siitä vastuussa oleva suunnittelija vaihtuu, sairastuu tai on muuten tavoittamattomissa, joudutaan tiedot hakemaan uudestaan asiakkaalta. Puutteellisella tiedolla ja olettamuksilla aloitettu projekti on altis virheille ja aikataulun venymiselle. Kun projektin pohjatyö tehdään kunnolla ja tarvittava informaatio kerätään helposti saataville, on projektin onnistumiselle hyvät edellytykset.

Tiedon hankinta on varmallalla pohjalla, kun suunnittelija on tietoinen projektin eri vaiheissa tarvittavista dokumenteista. Kommunikointi asiakkaan kanssa on tärkeää, mutta turhaa palavereitten pitoa tulisi välttää. Jos tarvitaan lisätietoa tai jokin on epäselvää, nopein keino on soittaa tai laittaa sähköpostia. Suunnittelija kommunikoi myös muiden suunnittelijoiden kanssa. Suunnittelutyö on tarkkuutta ja huolellisuutta vaativaa ryhmätyötä. Projektin kohteen dokumentaatio syntyy useiden suunnittelualojen yhteistyön tuloksena.

2 POLAR-AUTOMAATIO OY

Vuonna 1985 perustettu Polar-Automaatio Oy on erikoistunut teollisuuden sähköistykseen ja automaatioon. Se tarjoaa tuotteita ja palveluja, joiden avulla asiakas saa tehostettua tuotantoprosesseja. Polar-Automaatiolta löytyy kokemusta energiateollisuudesta, paperi- ja selluteollisuudesta, metalliteollisuudesta sekä kaivosteollisuudesta. Sen asiakkaina ovat olleet Outokumpu Stainless oy, Agnico Eagle, Tornion Energia Oy, Stora Enso Oyj sekä monet muut yritykset. Polar-Automaation palveluihin kuuluu suunnittelu, kokonaistoimitukset ja kenttähuolto. (Polar-Automaatio 2018.)

Polar-Automaatiolla on kokemusta projektien esisuunnittelusta, toteutussuunnittelusta, laitetoimituksista ja käyttöönotosta sekä koulutuksista. Polar-Automaatio Oy:llä on oma keskusvalmistus, joten se voi rakentaa tarvittavat laitteet ja keskuskeskukset. Lisäksi se huoltaa ja kunnossapitää teollisuuden sähkökäyttöjä ja kenttälaitteita. Tarvittaessa siltä onnistuvat myös asennukset, jotka se toteuttaa yhdessä kumppaniensa kanssa. (Polar-Automaatio 2018.)

Hollantilainen Imtechin omistama yritys Peek Traffic Finland osti Polar-Automaation vuonna 2012. Uusi omistaja oli arka ja riskejä karttava, minkä takia liike-vaihto kutistui nopeasti noin kahdeksasta miljoonasta eurosta kahteen miljoonaan. Polar-Automaation perustaja Hannu Saloniemi osti yrityksen takaisin kymmenen muun avainhenkilön kanssa vuonna 2015. Polar-Automaatio yhdistyi Tiltek Engineeringin kanssa vuonna 2017. Yhdistymisen johdosta henkilöstömäärä on nykyään noin 35 henkilöä. Vuonna 2016 liikevaihto oli noin kaksi miljoonaa euroa. Polar-Automaatiolla on toimipaikkoja Torniossa, Keminmaalla, Oulussa ja Vantaalla. (Saloniemi 2018.)

3 PROJEKTOINTI

Uudet teollisuuden tuotantolaitokset sekä niihin liittyvät sähkö- ja automaatiojärjestelmät ovat nykyään hyvin monimutkaisia. Yleensä myös tarve rakentaa tai kehittää näitä järjestelmiä on väliaikaista. Jos työ on monimutkainen ja laaja sekä perusorganisaation toimintoja ja yksikkörajoja ylitetään, on suositeltavaa perustaa projekti (Louhelainen 2008, 8). Ei kuitenkaan ole kannattavaa kouluttaa tai rekrytoida henkilöstöä vain väliaikaiseen erikoistehtävään. Tällöin on järkevää hankkia projektointipalvelut sellaiselta yritykseltä, jolla on vankka kokemus teollisuuden projektoinnista (Salonen 2015, 8).

Projektointi tarkoittaa sitä, että työ halutaan tehdä projektina. Tällöin perustetaan tilapäinen projektioorganisaatio. Projektissa työ jaetaan vaiheisiin. Näitä vaiheita käydään läpi luvussa 4. Projektioorganisaatio on vastuussa projektin onnistumisesta, ja sillä on päätäntävaltaa yli perusorganisaation. Projektioorganisaatio käyttää kuitenkin hyväksi perusorganisaation rakenteita. (Louhelainen 2008, 8.)

Projektitoiminnalla saadaan tietyt työtehtävät hoidettua halvemmin ja nopeammin kuin muuten olisi mahdollista. Siinä myös kiinnitetään enemmän huomiota lopputulokseen kuin siihen, miten työtä tehdään. Projektitoiminnan vaikeuksia ovat vastaan tulevat haasteet, joita ei etukäteen voida nähdä. Haasteita pystytään vähentämään panostamalla projektin suunnitteluun. Projekti voidaan myös joutua keskeyttämään, jos perusorganisaatio ei anna sille sen tarvitsemia resursseja ja tukea. (Louhelainen 2008, 11.)

Aina projektilla ei ole fyysistä tuotosta, esimerkiksi tutkimusprojekti, mutta sähköalan projekteilla sellainen yleensä on. Projektia aloitettaessa saadaan käsitys tilaajan omasta osaamisesta. Usein asiakas on uusimassa tai kehittämässä vanhaa tuotantoa, mutta ei ole varma, kuinka se toteutetaan. (Salonen 2015, 13.)

4 PROJEKTI

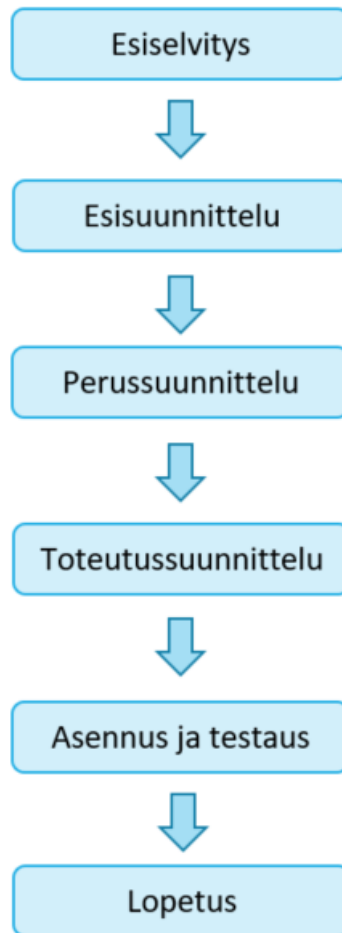
Projektia terminä on yleisesti käytetty kuvaamaan kertaluonteista työtä, jolla on alku ja loppu. Projektin organisaatio koostuu joukosta yhteen koottuja ihmisiä, joiden tavoitteet ja aikataulut on tarkasti määritelty. Tarkoituksena on saada asiakkaan tilaama työ tehtyä kustannustehokkaasti, laadukkaasti ja aikataulussa. Näitä kolmea päätavoitetta on mahdotonta parantaa samanaikaisesti: jostain on aina joustettava. Onnistuneessa projektissa onkin löydetty tasapaino näiden tavoitteiden kesken. Tarkemmin määriteltynä projektin tulisi toteuttaa seuraavat ehdot:

- saavuttaa laadullisesti haluttu lopputulos
- pysyä budjetissa ja aikataulussa
- saada asiakkaan tai käyttäjän hyväksyntä vähäisillä ja molemmin puolin sovituilla muutoksilla
- olla häiritsemättä yrityksen ydintoimintoja (Nyyssönen 2008, 13.)

Jos keskitytään vain sisällölliseen laatuun, voi se johtaa siihen, että projekti ei pysy aikataulussa ja/tai budjetissa. Siksi tulisi ottaa huomioon lopputuote ja asiakkaan todellinen tarve. (Nyyssönen 2008, 13.)

4.1 Projektin vaiheet

Jokainen projekti jaetaan eri vaiheisiin ja jokaisella vaiheella on oma aikataulunsa. Kuviossa 1 on eriteltyinä projektin vaiheita.



Kuvio 1. Projektin vaiheet

4.1.1 Esiselvitys

Kaikki alkaa esiselvityksellä. Tässä vaiheessa on tarkoitus varmistaa projektin järkevyyden ja toteutuskelpoisuuden eli päättää, toteutetaanko projekti. Läpikäytäviä asioita ovat taloudelliset, tekniset, sosiaaliset, oikeudelliset sekä ekologiset asiat ja riskit. (Siivonen 2015, 4.) Tavoitteena on saada projektin keskeiset asiat selviksi.

Esiselvitysvaiheessa ei vielä tiedetä käytettäviä laitteita tai järjestelmiä. Kokonaiskustannusarvio perustuu aikaisempaan kokemukseen ja oletettuun toteutustapaan. Jos projekti toteutuu, tarkentuu kustannusarvio suunnittelun edetessä. (Polar-Automaatio 2013.) Esiselvityksen kustannusarvion tarkkuus on -30 % – +50 %, olettaen että projektin valmiusaste on 1–15 %.

4.1.2 Esisuunnittelu

Esisuunnittelussa tarkennetaan projektin pääasioita rajaamalla teknologiavalintoja ja supistamalla muita valittavia asioita muutamaaan vaihtoehtoon. Asiakkaalta saadaan projektiohjeet, standardit, suunnitteluohjeet ja aikataulu. (Polar-Automaatio 2013.) Kustannusarvion tarkkuus on -20 % – +30 % olettaen, että valmiusaste on 10–40 %.

4.1.3 Perussuunnittelu

Perussuunnittelussa valitaan käytettävät laitteet, instrumentit sekä järjestelmät eli tehdään lopulliset teknologiavalinnat. Lisäksi määritellään haluttu laatu ja tehdään aikataulutus. Myös automaatioon liittyviä ratkaisuja tarkennetaan. Kun valinnat on tehty, lähetetään tarjouskyselyjä laite- ja järjestelmätoimittajille. Kustannusarviota saadaan tarkennettua tarjousten perusteella. (Polar-Automaatio 2013.) Kustannusarvion tarkkuus on -15 % – +20 % olettaen, että valmiusaste on 30–75 %.

4.1.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa lyödään lukkoon käytettävät instrumentit ja järjestelmät sekä tuotetaan lopulliset dokumentoinnit. Dokumentoinnin avulla tehdään laitteiden ja järjestelmien asennukset, joten tässä vaiheessa yksityiskohtiin tulee panostaa. Toteutussuunnittelussa siis varmistetaan, etteivät lähtötiedot tai tarvittavat standardit enää muutu. (Siivonen 2015, 5.) Kustannusarvio tulisi olla lähellä todellista kustannusta vähintään -10 % – +15 %. Arvio on suositus, ei standardi.

4.1.5 Asennus ja testaus

Asennusvaiheessa tehtaaseen asennetaan valitut laitteet ja järjestelmät tehtyjen dokumenttien mukaan, ja tehdään käyttöönottestit automaatiojärjestelmälle. Toimittaja tekee myös kylmä- ja kuumetestaukset. Kylmätestauksella varmistetaan kytkentöjen toimivuus ja kuumetestauksella saadaan varmuus järjestelmän toimivuudesta todellisissa olosuhteissa. Näiden testausten tarkoitus on varmistaa laitteiston toimivan sovitulla tavalla. Tarvittaessa laaditaan lista puutteista ja korjauksista. Suunnittelijan ollessa mukana asennus- ja testausvaiheessa tulee muutokset varmemmin kirjattua ylös. (Polar-Automaatio 2013.)

4.1.6 Lopetus

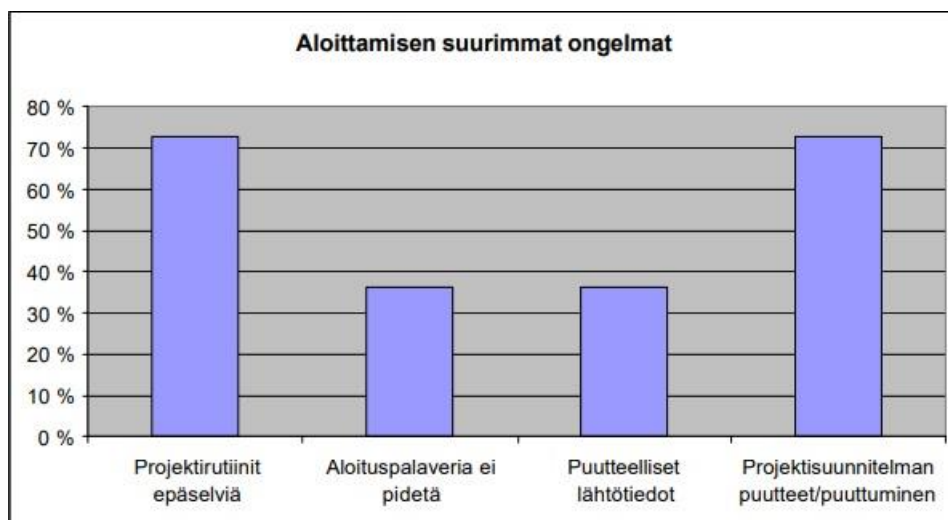
Kun asennukset on saatu valmiiksi, tarkistetaan dokumentoinnin paikkansapitävyys eli tehdään loppudokumentointi ja mittauspöytäkirjat (Kettunen 2013, 23). Asiakas määrää, kuinka monena kappaleena loppukuvat toimitetaan ja miten ne toimitetaan. Se missä formaatissa sähköinen aineisto toimitetaan, tulee myös varmistaa tilaajalta. Loppukuvista on hyvä tehdä kopiot itselle, jolloin ne ovat käytävissä, jos projektista tulee myöhemmin yhteydenottoja tai lisätöitä. Tarpeen mukaan järjestetään laitoshenkilöstölle koulutus. (Polar-Automaatio 2013.)

Jos tilisuhteita ja määräaikoja ole muuten sovittu, tulee toimittajan kahden viikon kuluessa tarkastuspöytäkirjan saatuaan, tehdä lopputilitys kaikista epäselvistä asioista asiakkaalle. Taloudellinen loppuselvitys pidetään kuukauden sisällä tilityksen luovuttamisesta tilaajalle. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998.)

On hyvä myös kerätä asiakkaan ja projektiin osallistuneiden palaute suunnittelutyöstä. Hyvin tehtyä loppuraportointia voidaan käyttää muiden projektien mallina. (Nyyssönen 2008, 41.)

5 PROJEKTIN ALOITTAMISEN ONGELMAT

Eniten ongelmia suunnitteluvaiheessa aiheutuu summittaisesti tehdystä projektin aloituksesta. Jos tarvittavia lähtötietoja ei ole kerätty tai dokumentoitu, on projektiin kesken tulleiden vaikeaa jatkaa työtä. Tämä voi aiheuttaa myös virheitä piirien suunnitteluvaiheessa, jolloin suunnitellut piirit eivät sovellukaan tarkoitukseen. Aloitettaessa projektia tulisikin käydä läpi sen eri vaiheiden kannalta kriittiset asiat ja varmistaa, että kaikki tarvittavat lähtötiedot kirjataan ylös. Runkona toimiva suunnitteluohje helpottaakin sekä uusien että vanhojen suunnittelijoiden työtä. (Saloniemi 2018.)



Kuvio 2. Aloittamisen ongelmat (Nyyssönen 2008,44)

Nyyssösen diplomityössä tekemän kyselyn perusteella suurimpina ongelmina projektin aloittamisessa ovat projektisuunnitelman puuttuminen ja epäselvät projektirutiinit (Kuvio 2). Epäselvät rutiinit ovat yleensä seurausta projektisuunnitelman puuttumisesta. Lähtötietojen puutteellisuus nähtiin toiseksi suurimpana ongelmana. Vastaajat kokivat, että suunnittelu pitäisi aloittaa riittämättömillä tiedoilla tai ilman tietoja. Kolmanneksi suurimpana haittana koettiin projektiin kesken tulleiden riittämätön perehdys. (Nyyssönen 2008, 44.)

Näiden ongelmien seurauksena on se, että projektiin kulutetaan arvioitua enemmän työtunteja ja lopputulos voi olla virheellinen. (Nyyssönen 2008, 44)

6 STANDARDIT JA DOKUMENTOIMINEN

Standardit ovat tärkeitä sähkösuunnittelussa ja muissa sähköalan töissä. Niitä noudattamalla saadaan tehtyä lain vaatimuksia vastaavia kokonaisuuksia. Ne myös vähentävät väärinymmärrysten määrää ja pienentävät mahdollisuutta vahinkojen syntymiseen. Sähkösuunnittelijan tulee siis tietää suunnittelutyönsä liittyvät standardit. Lopputulos ei todennäköisesti täytä lain asettamia vaatimuksia, jos suunnittelijalla ei ole käytettävissä ajantasaisia standardeja. (Harjula 2013.)

Tietokantapohjaisia suunnitteluohjelmia käyttämällä voidaan helpottaa sähkösuunnitelmien tekemistä. Tietokantaan saadaan helposti päivitettävissä olevaa standardien ja vaatimusten mukaista tietoa laitteista, kaapeloinnista ja muista tarvittavista tiedoista. Näin pystytään tekemään kattava dokumenttihakemisto projektille. (Raula 2015.)

6.1 Standardit

Sähköasennusten dokumentointiin liittyviä ohjeita sisältävän standardin SFS 6000-1 mukaan tarpeelliset dokumentit on tehtävä jokaisesta sähköasennuksesta (SFS 6000-1 2017, 12).

Standardissa SFS 6000-5-51 on ohjeita johtojärjestelmien tunnistamiseen, piirrosmerkkeihin ja dokumentoinnissa käytettäviin kaavioihin, piirustuksiin ja taulukoihin. Jotta johdot voidaan tunnistaa tarkastusta, testausta, korjausta tai muutostöitä varten, tulee ne järjestää tai merkitä selkeästi (SFS 6000-5-51 2017, 7).

Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, jotka on tehty standardien SFS-EN 61082 ja SFS-EN 81346 mukaan, ja niissä pitää olla seuraavat tiedot:

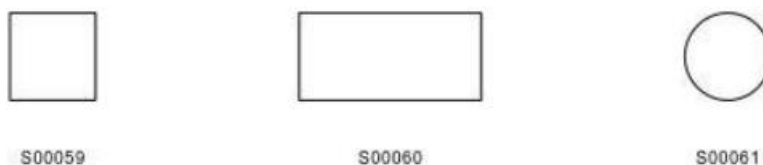
- ”virtapiirien laji ja rakenne (kulutus pisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit)
- suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijaintitieto.” (SFS 6000-5-51 2017, 9.)

Jos asennus on yksikertainen, voidaan kyseiset tiedot esittää luettelomuodossa. Dokumenteissa tulee myös olla, siltä osin kuin asennuskohde vaatii, seuraavat yksityiskohtaiset tiedot:

- ”johtimien tyypit ja poikki-pinnat
- virtapiirien pituudet suojauksen tai jännitteenalenneman laskelmia varten (yleensä riittää mitoituksessa käytetyt maksimipituudet)
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat tai asetelut
- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt.” (SFS 6000-5-51 2017, 9.)

Näiden tietojen tulee olla käytettävissä kaikista asennuksen piireistä. Dokumentit tulee päivittää jokaisen muutoksen jälkeen. Tiedossa pitää olla myös peitossa olevien laitteiden sijoitukset, koska tätä tietoa tarvitaan asennuksen suojauksen toimivuuden tarkastamiseen. Kyseinen informaatio tulee selvittää jo suunnittelu-vaiheessa. (SFS 6000-5-51 2017, 9.)

Käytettyjen piirrosmerkkien tulisi olla standardisarjan IEC 60617 mukaisia. Tarvittava piirrosmerkki voidaan luoda kuvion 3 piirrosmerkkejä S00059, S00060 tai S00061 käyttämällä. (SFS-EN 61082-1, 86) Näille piirrosmerkeille voidaan sijoittaa lisäpiirrosmerkki sisä- tai ulkopuolelle. Uusi piirrosmerkki voidaan myös tehdä olemassa olevia piirrosmerkkejä yhdistelemällä. Käytettyjen piirrosmerkkien tulee kuitenkin olla yksiselitteisiä. (SFS 6000-5-51 2017, 9.)



Kuvio 3. Yleiset kohteen piirrosmerkit (SFS-EN 61082-1 2015, 86)

6.2 Päätökset turvallisuudesta

Sähkösuunnittelussa on huomioitava sähköturvallisuuslaissa sille asetetut vaatimukset. Pykälässä 6 § on sähkölaitteita ja -laitteistoja koskevat yleiset vaatimukset. Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava, korjattava ja huollettava sekä käytettävä käyttötarkoituksensa mukaan niin, että:

- 1) ”niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6.1 §.)

Jos sähkölaitte tai -laitteisto ei täytä 1 momentin kohtia, sitä ei saa laittaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä sitä saa ottaa käyttöön. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 1:6.1 §.)

Sähkölaitteiston turvallisuusvaatimukset ovat pykälässä 31 §. Sähkölaitteisto on suunniteltava, rakennettava ja korjattava hyvän turvallisuusteknisen käytännön mukaan sekä sen on täytettävä 6 §:n 1 momentin 1 kohdassa säädetyt vaatimukset. Sähkölaitteiston on lisäksi täytettävä olennaiset turvallisuusvaatimukset. Olennaiset turvallisuusvaatimukset sisältävät suojauksen sähköiskulta, suojausta tulipaloa ja kuumuutta vastaan, suojausta muilta haittavaikutuksilta, erityislaitteistojen sekä erityisolosuhteiden vaatimuksia, eri laitteistojen keskinäistä yhteensopivuutta sekä muita olennaisia rakennevaatimuksia. Ne sisältävät myös tarpeellisia merkintöjä ja asiakirjoja. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 2:31.1 §.)

Suomessa noudatettavat asennustavat ja vallitsevat olosuhteet on otettava huomioon sähkölaitteiston rakenteessa. Valtioneuvoston asetuksella on tarkemmin säädetty sähkölaitteiston olennaisista turvallisuusvaatimuksista. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 2:31.1 §.)

Pykälässä 32 § kerrotaan, kuinka turvallisuusvaatimukset saadaan täytettyä. Sähkölaitteisto täyttää 31 §:ssä mainitut olennaiset turvallisuusvaatimukset, kun se suunnitellaan, rakennetaan ja korjataan soveltaen 33 §:ssä mainittuja standardeja tai julkaisuja, joiden vastaavuus olennaisiin vaatimuksiin on vahvistettu 33 §:n mukaisesti. Jos poiketaan 1 momentista tulee sähkölaitteistojen olennaisten turvallisuusvaatimusten täytyminen osoittaa 34 §:n olevien säädösten mukaan. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 2:32.1 §.)

Sovellettavista standardeista ja julkaisuista kerrotaan pykälässä 33 §. Sähköturvallisuusviranomaisen julkaisee luettelon niistä standardeista, joita käyttäen sähkölaitteiston täyttää sähköturvallisuuslain lain vaatimukset. Sähkölaitteistoon voidaan soveltaa standardeihin verrattavia julkaisuja, jotka täyttävät 1 momentissa mainitut vaatimukset, jos tarvittavia standardeja ei ole laadittu. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 2:33.1 §.)

Sähköturvallisuusviranomaisen päivittää standardiluetteloa, kun standardi tai sen painos vaihtuu. Sähkölaitteisto voidaan rakentaa valmiiksi ja ottaa käyttöön edellisen standardin mukaan kolmen vuoden kuluessa, mikäli se on ollut rakenteilla luettelon päivityksen aikana. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 2:33.1 §.)

Jos poiketaan standardeista, tulee noudattaa pykälän 34 § vaatimuksia. Standardeista voidaan poiketa, jos sama turvallisuustaso saadaan täytetyksi muutoin. Sähkölaitteiston suunnittelijan tai rakentajan on tehtävä kirjallinen selvitys poikkeamisesta ennen sähkölaitteiston rakentamisen tai korjaamisen aloittamista, sekä tilaajan on annettava sille suostumus. Selvityksen perusteella pitää voida todeta vaatimusten täytyminen. Tarvittaessa sitä voidaan täydentää laitoksen tai valtuutetun tarkastajan lausunnolla. Tarkemmin standardista poikkeamisen menettelyistä säädetään valtioneuvoston asetuksella. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 2:34.1 §.)

6.3 Dokumentit

Dokumenteilla todistetaan, että järjestelmä ja laitteisto täyttävät turvallisuus-, laatu- ja ympäristövaatimukset. Dokumenteissa esitetyn tiedon tulee olla loogista

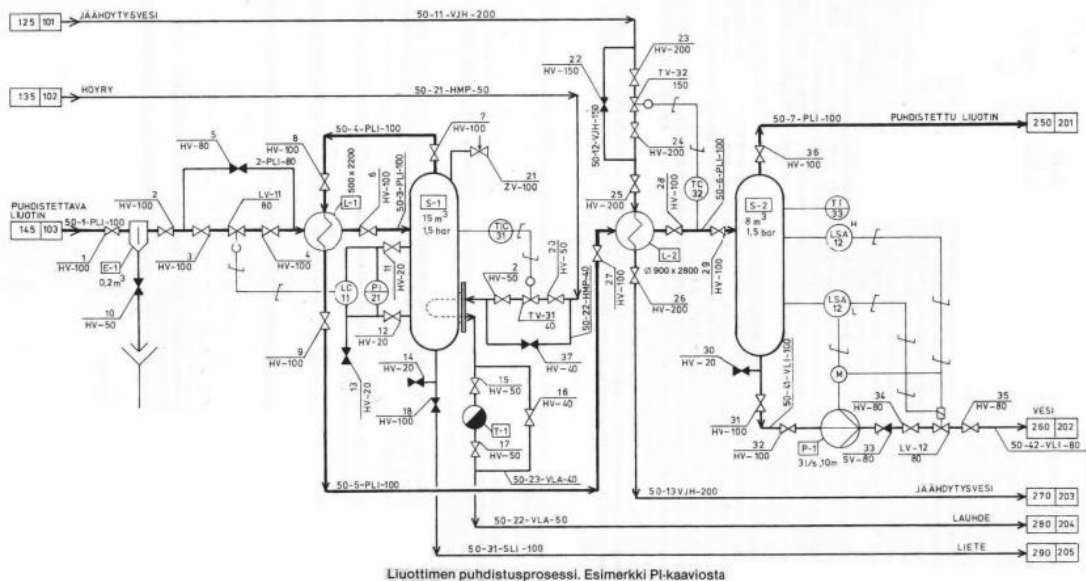
ja yhtenäistä, koska niitä tarvitaan aina, kun laitteistoa käytetään, huolletaan tai puretaan. Teknisellä dokumentaatiolla on iso osa sopimuksessa laitteen toimituksesta sekä myynnin jälkeisissä prosesseissa. (SFS-EN 61082-1 2015.) Kuviossa 4 on esitettyä, missä vaiheessa projektia kutakin dokumenttia tarvitaan. Standardeissa on eriteltyä, mitä vaatimuksia dokumentaatiolle on.



Kuvio 4. Dokumentit projektin eri vaiheissa

6.3.1 PI-kaavio

PI-kaavio näyttää kaikki prosessin toiminnalliset laitteet (Kuvio 5). Sitä käytetään kaikessa prosessiin liittyvässä suunnittelussa. Se onkin prosessiteollisuuden yksi tärkeimmistä ja käytetyimmistä dokumenteista.



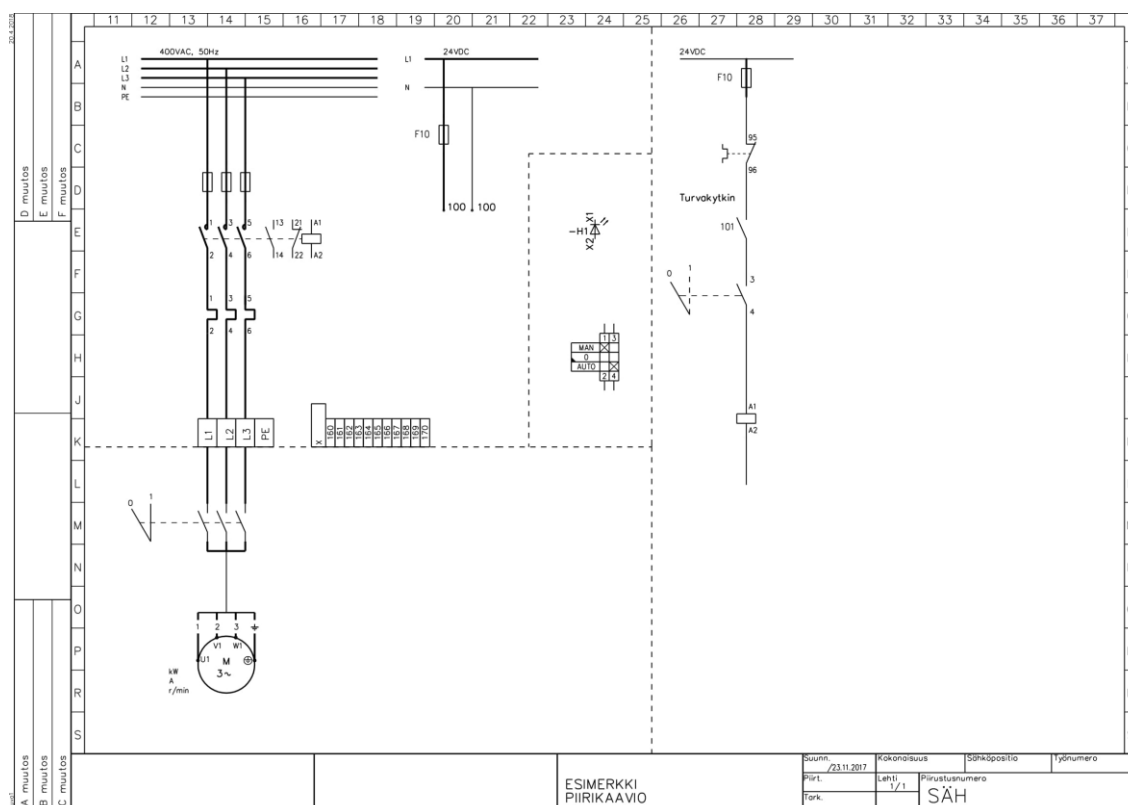
Kuvio 5. PI-kaavion esimerkki (Minkkinen 2014, 15)

6.3.2 Piiriluettelo

Piiriluettelossa tulee olla piirikohtaisesti ainakin positio, piirin nimi, mittausalue sekä logiikan tulot ja lähdöt. Se voidaan luoda myös laiteluettelo-muotoon piirien laitetietojen esittämiseksi. Piiriluetteloa tulee ylläpitää projektin aikana, sillä kaikki lisäykset ja muutokset tulee päivittää siihen. Prosessisuunnittelusta saadaan prosessiarvoja, piirien nimiä, mitta-alueita ja muita tarvittavia tietoja piiriluettelon tekemiseen.

6.3.3 Piirikaaviot

Piirikaavio on dokumentti, joka selittää, miten laite, laitteisto ja järjestelmä toimii (Kuvio 6). Sitä tarvitaan sähkölaitteen sähköisen toiminnan ymmärtämiseen. Aina kun tehdään muutoksia tai etsitään vikaa, tarvitaan helppolukuinen ja ajan tasalla oleva piirikaavio. Siksi niistä pitäisi tehdä mahdollisimman selkeät. Piirikaavio esittää yleensä komponenttien tunnukset, liitännät ja piirrosmerkit sekä liittimien ja signaalien tunnukset ja viitteet. Se sisältää myös muuta lisätietoa, jolla autetaan sen toiminnan ymmärtämistä.



Kuvio 6. Piirikaavion esimerkki

6.3.4 Logiikan tulo- ja lähtöluettelo

Tuloporttien kautta logiikka saa tietoa järjestelmän tilasta, ja lähtöporttien kautta se voi ohjata järjestelmää (Kuvio 7). Logiikan tulo- ja lähtöluettelo laaditaan piiriluettelon avulla.

Logiikan tulo- ja lähtöluettelo		
Tunnus	Merkitys	Osoite
Paikallisojtaus:		
PO	Paikallisojtauksen valinta	I 0.0

Kuvio 7. Logiikan tulo- ja lähtöluettelon esimerkki

6.3.5 Logiikan tulojen ja lähtöjen jakolista

Logiikan tulojen ja lähtöjen jako on yleensä suunnittelijan päätettävissä, mutta asiakkaan toivomuksia kannattaa selvittää. Ryhmittelyt voidaan tehdä esimerkiksi piirityypeittäin: mittaukset, on-off venttiilit, binäärit ja moottorit.

6.3.6 Kenttälaiteluettelo

Laitteista tehdään erittelyt täydentämälle ne kenttälaiteluetteloon tai tekemällä piirikohtainen laite-erittely (Kuvio 8). Menettely riippuu tapauksesta ja asiakkaan toimintatavoista. Laitteiden valinnassa pitää huomioida prosessin vaatimusten lisäksi myös turvallisuuteen liittyvät ominaisuudet ja vaatimukset.

Kenttälaiteluettelo					
Tunnus	Laite	Teksti selite	Laite	Valmistaja	Määrä
TK1	SC01	Taajuusmuuntaja	15KW	Yaskawa	5 kpl

Kuvio 8. Kenttälaiteluettelon esimerkki

6.3.7 Kojeluettelo

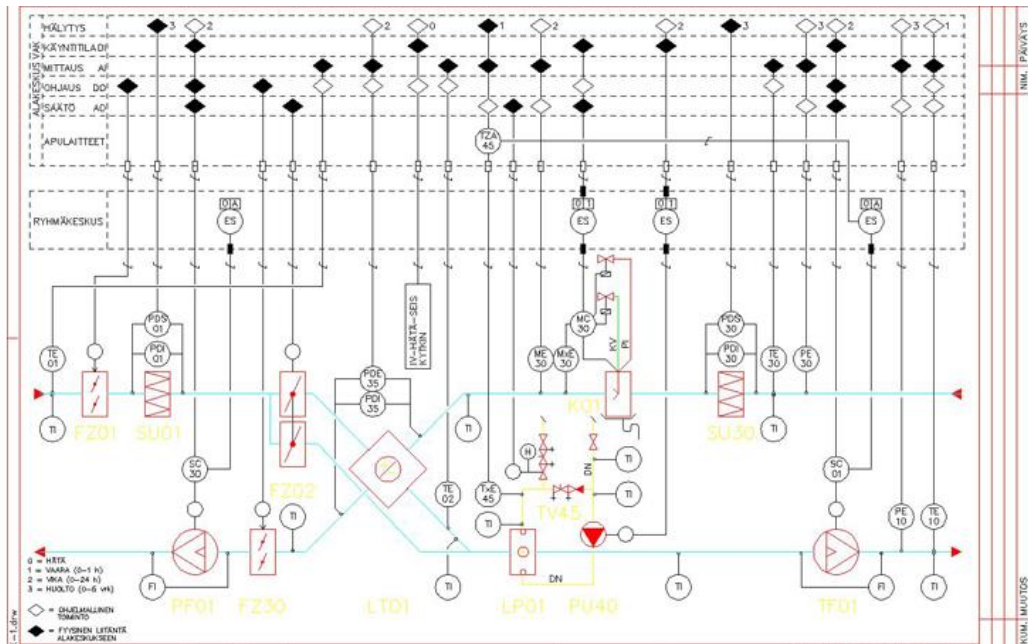
Kojeluettelo sisältää laitteen tekijän, mallin, asennustavan, materiaalin ja materiaaluokituksen sekä laitteen suunnitellun tilaluokituksen, mittausalueen ja toimialueen (Kuvio 9). Kojeluettelosta näkee laitteen kaikki tiedot, joita tarvitaan kalibroinnin tekemiseen ja varaosien tilaukseen.

Rivi	Tunnus	Kojetyyppi	Käyttötarkoitus	Sijoituspaikka	Teho kW		Jänn.	Ohjauspaikka	Ohjaustavat ja lukitukset
					P1	P''	V		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Kuvio 9. Kojeluettelon esimerkki

6.3.8 Sääto- ja lukituskaaviot ja piirikohtaiset kuvaukset

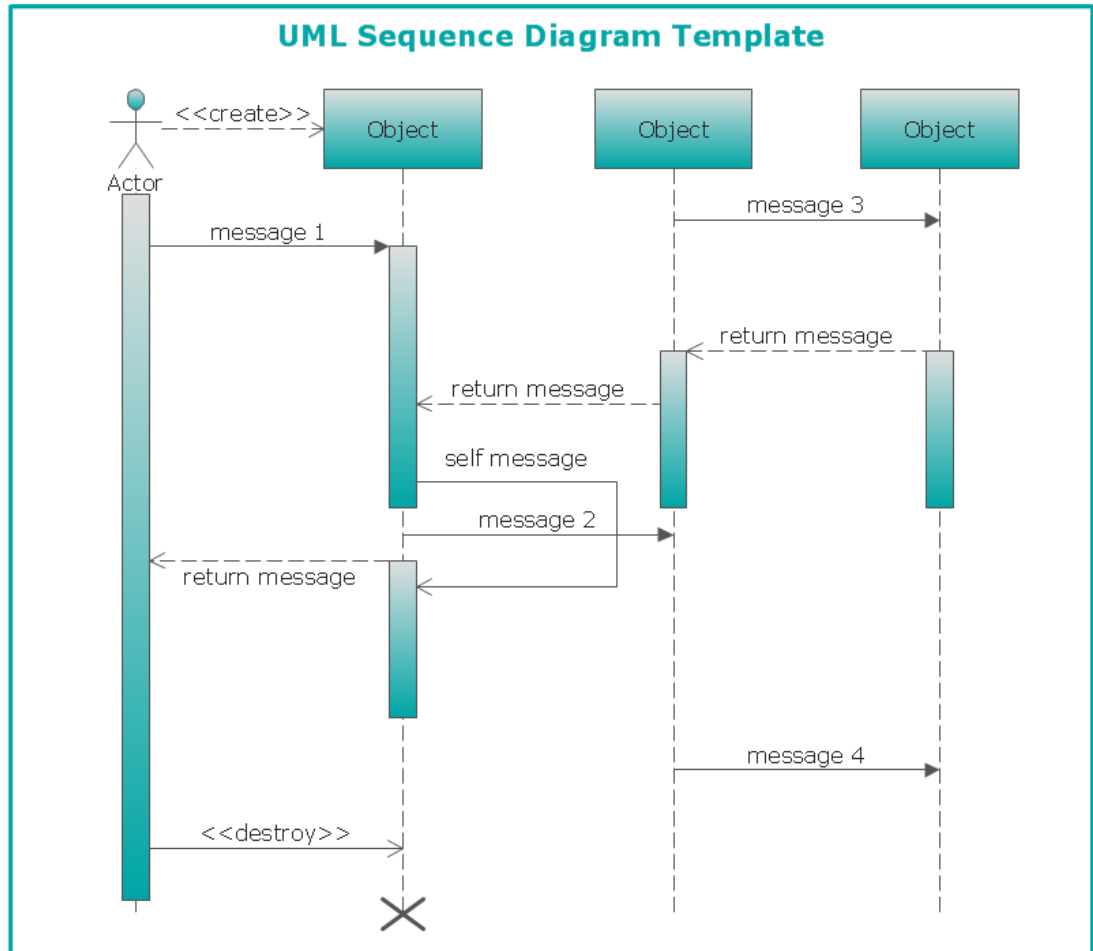
Sääto- ja lukituskaavioilla toteutetaan ohjausjärjestelmän toiminta (Kuvio 10). Ne siis sisältävät järjestelmän ohjelmallisen toiminnan ja toimintokuvaukset. Lukitukset kuvaavat, miten prosessilaitteiden tulee reagoida ongelmatilanteisiin.



Kuvio 10. Sääntökaavion esimerkki (Kyndata Oy 2018)

6.3.9 Sekvenssikaaviot

Sekvenssikaaviot kuvaavat operaatioiden tapahtumajärjestystä ja olioiden välistä viestittelyä (Kuvio 11).



Kuvio 11. Sekvenssikaavion esimerkki (CS Odessa 2018)

6.3.10 Hälytys- ja lukituspisteluetelo

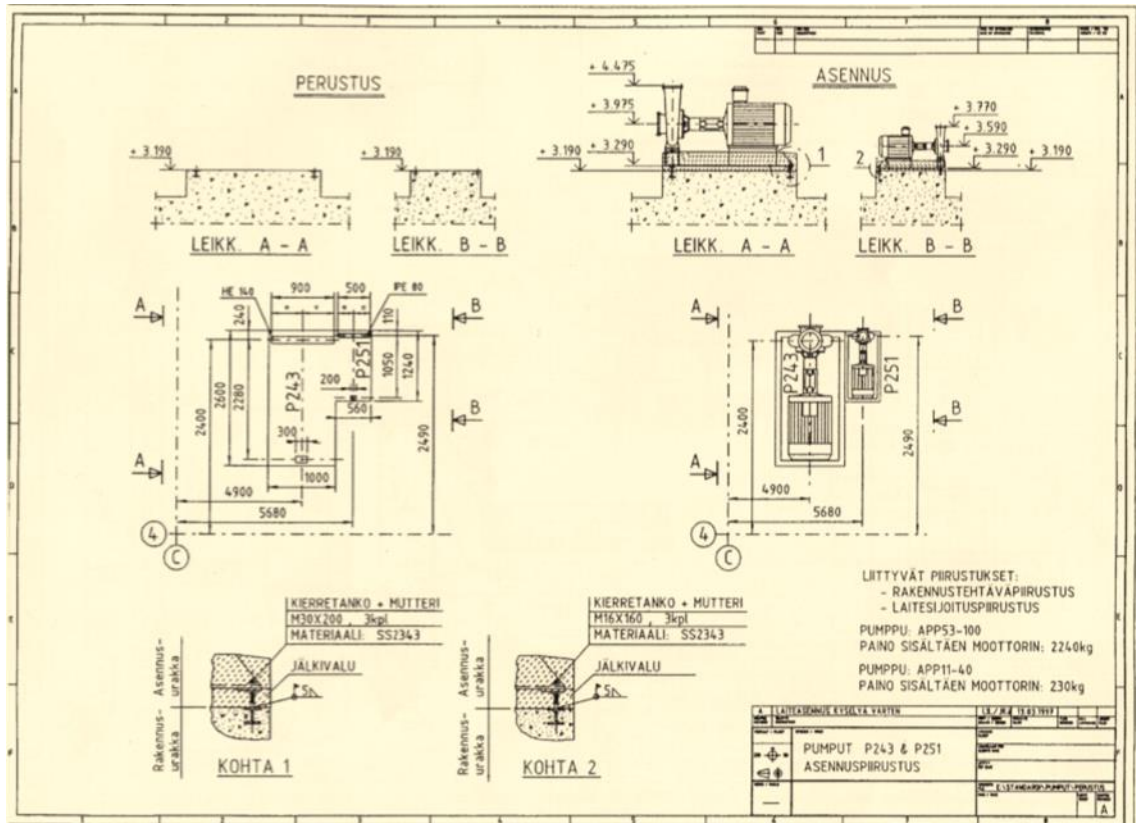
Luetteloon on kerätty prosessin mittauksien hälytysraja-arvot (Kuvio 12). Se näyttää, milloin lukitukset toimivat ja mitkä mittaukset laukaisevat lukitukset.

TAG	NUMBE	NAME	AREA	PRIORITY	NORMA	ALARMINTER	SET POIN	MIN	MAX	UNIT	P&I	INTERLOCK	NOTE	ESD
LLLL	8923	FA8911 PURSOSAILIO	15	**		10		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LAHH	8924	FA8912 POL. VALISAIL	15	**		92		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LLH	8925	FA8912 POL. VALISAIL	15	**		70		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LL	8926	FA8912 POL. VALISAIL	15	**		45		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LLLL	8927	FA8912 POL. VALISAIL	15	**		23		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LAHH	8930	FA8906 GB8902 IMUSAI	15	**		90		0	100	%	8237	S-8910	Range: level gauge	X
LI	8931	FA8906 GB8902 IMUSAI						0	100	%	8237		Range: level gauge	
LAH	8931	FA8906 GB8902 IMUSAI	15	**		10		0	100	%	8237		Range: level gauge	
LAHH	8931	FA8906 GB8902 IMUSAI	15	**		80		0	100	%	8237	S-8910	Range: level gauge	X
LI	8932	FA8909 KOND HC SAILI			0.50			0	100	%	8237		Range: level gauge	
LAL	8932	FA8909 KOND HC SAILI	15	**		30		0	100	%	8237		Range: level gauge	
LALL	8932	FA8909 KOND HC SAILI	15	**		20		0	100	%	8237	I-8935	Range: level gauge	
LAH	8932	FA8909 KOND HC SAILI	15	**		85		0	100	%	8237		Range: level gauge	
LAHH	8932	FA8909 KOND HC SAILI	15	**		90		0	100	%	8237	I-89103, I-89104, I-89105	Range: level gauge	
LAH	8935	FA8917 MODIF VAR SAI	15	**		90		0	100	%	8243		Range: level gauge	
LI	8937	FA8918 MODIFIER SAIL			20.80			0	100	%	8243		Range: level gauge	
LAL	8937	FA8918 MODIFIER SAIL	15	**		20		0	100	%	8243		Range: level gauge	
LAH	8937	FA8918 MODIFIER SAIL	15	**		80		0	100	%	8243		Range: level gauge	
LAHH	8938	FA8918 MODIFIER SAIL	15	**		85		0	100	%	8243	I-89XX ?	Range: level gauge	
LALL	8940	FA8919 MODIF SYOTTÖS	15	**		15		0	100	%	8243	I-8950	Range: level gauge	
LIC	8955	FA8911 PURSOSAILIO				83		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LIC	8956	FA8912 POL. VALISAIL			0.80			0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LAH	8956	FA8912 POL. VALISAIL	15	**		60		0	100	%	8236-2		Range:Btm-T.L. dist	
LAH	8957	FA8907 GB8902-1V	15	**		63		0	400	%	8238-1		Range: Level gauge	
LAHH	8958	FA8907 GB8902-1V	15	**		72		0	100	%	8238-1	S-8910	Range: Level gauge	X
LAH	8960	FA8908 GB8902-2V	15	**		64		0	400	%	8238-1		Range: Level gauge	
LAHH	8961	FA8908 GB8902-2V	15	**		63		0	100	%	8238-1	S-8910	Range: Level gauge	X
LALL	8964	FA8925X GB8902-OLJYS	15	**		25		0	100	%	8238-2	S-8910	Range: Level gauge	X
LAL	8965	GD8901 TIIV.OLJYSAIL	15	**		220				mm	8248		From bottom	
LALL	8966	GD8901 TIIV.OLJYSAIL	15	**		180				mm	8248	S-8915	From bottom	X
LALL	8971	GB8903 OLJYTILA	15	**		0		0	100	%	8244	S-8912	Range: Level gauge	X
LAL	8974	GB8901 OLJYSAILIO	15	**		100		0	100	%	8234		Range: Level gauge	
LALL	8974	GB8901 OLJYSAILIO	15	**		0		0	100	%	8234	S-8909	Range: Level gauge	X
LI	8988	FA8901						0	400	%	8231			
LLL	8988	FA8901	15	**				0	400	%	8231			
LLH	8988	FA8901	15	**		25		0	400	%	8231			
LAH	8988	FA8901	15	**		70		0	400	%	8231			
LAHH	8988	FA8901	15	**		90		0	400	%	8231	I-8936, I-8948		

Kuvio 12. Hälytys ja lukitustapaluettelon esimerkki (Oraviita 2017,13)

6.3.11 Asennustapakuvat

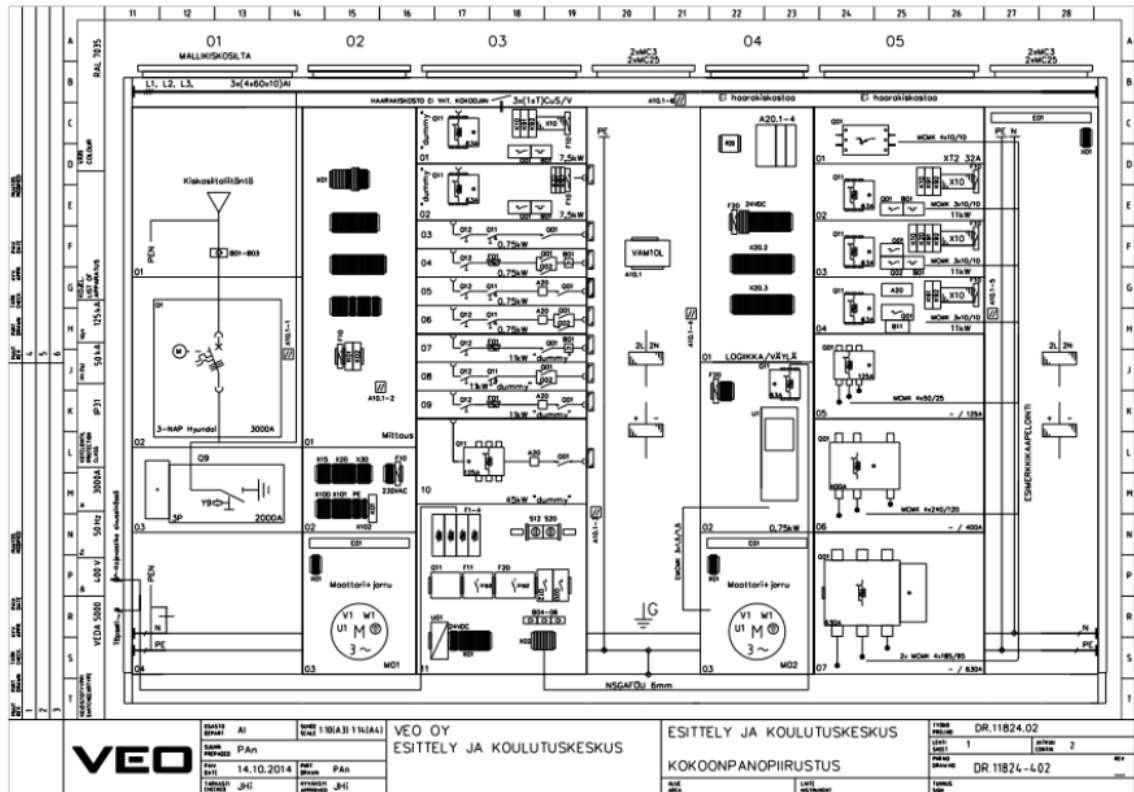
Käytetään PSK-standardien mukaisia tyyppikuvia (Kuvio 13). Kuvia muokataan tarpeen mukaan, ja jos tarvittavaa tyyppikuvaa ei löydy, niin sellainen tehdään. Osat määritellään tarkasti, ja toimitusrajat tulee tarkastaa. Kuvat on hyvä toimittaa putkistosuunnitteluun ja pyytää tarkastamaan ja kommentoimaan toimitusrajat. Näin varmistetaan, että kaikki tarvittavat osat tulevat hankintaan.



Kuvio 13. Asennustyypipiirustuksen esimerkki (PSK 5807 2009, 12)

6.3.12 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustukset kuvaavat keskuksen rakennetta ja kaikkien siinä olevien laitteiden sijoittelua ja järjestystä (Kuvio 14). Kesukset piirretään kannet auki, mutta myös kannet ja niissä olevat kojeet esitetään. Piirustuksessa esitetään myös kojeiden tunnuksia ja muita tarpeellisia teknisiä tietoja. Tarvittaessa koteista tehdään mitoituskuvat valmistusta varten.



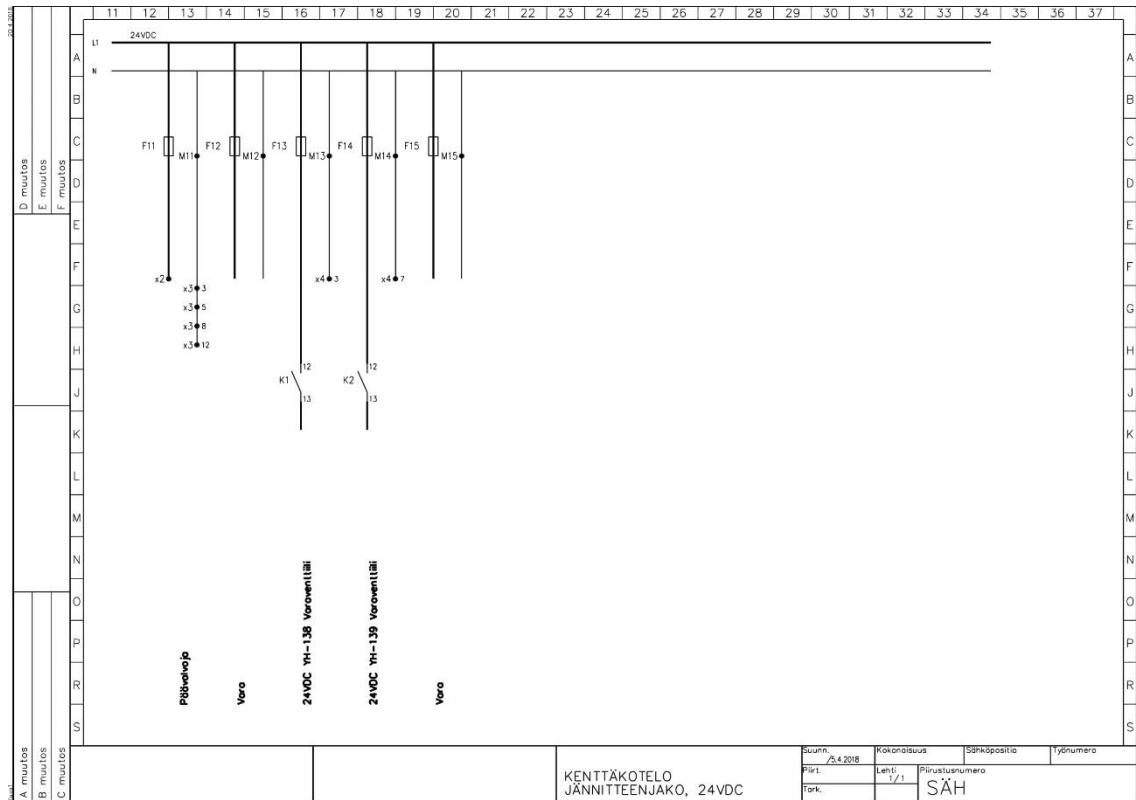
Kuvio 14. Kokoonpanopiirustuksen esimerkki (Antila 2016)

6.3.13 Osaluettelot

Osaluettelossa on merkittynä kaikki laitteen tai järjestelmän vaatimat kojeet. Keskusvalmistusvaiheessa siitä tarkastetaan, että kaikki tarvittavat kojeet on tilattu.

6.3.14 Jännitteenjaot

Kuvista näkee kohteiden jännitteenjaot (Kuvio 15). Ne auttavat laitteiden huollossa ja vikojen etsinnässä.



Kuvio 15. Jännitteenjaon esimerkki

6.3.15 Yhdekuvat

Prosessikohteisiin sijoitettaville mittalaitteille tehdään soveltuvat yhdekuvat (Kuvio 16). Ne voidaan tehdä yhteistyössä putkistosuunnittelijan kanssa. Määrittelyssä on otettava huomioon paineluokat ja materiaalit. Isossa projektissa kannattaa laatia erillinen yhdeluettelo.

POSITION
TTEA-T01

Created at: 20.11.2006
 Engineer: FTMAILUR
 Page: 1 / 7
 DOC ID:

Project: Published Model
 Project no.:
 Customer:
 Order:

EQUIPMENTAL FOR TANKS
 CB01

AKER K/ERNER[®]

Created By:

Inspected By:

Released By:

Approved By:

INDEX

A
 B
 C
 D
 E
 F

INSTRUCTIONS

INSTALLATION

OTHER POSSIBLE DIRECTION OF INSTALLATION

Part Description
 K01 = K00Y, Automation
 K02 = K00Y, Solar Manufacture
 C = Customer

Qty

Supplied By

Mounted By

Size
 I = Industrial Controller
 L = Electric Controller

Material
 N = Mechanical Controller
 P = Pump Controller

Note
 V = Vendor

REV

NOTES

INSTRUCTIONS

Kuvio 16. Yhdekuvan esimerkki (Urpalainen 2007)

6.3.16 Laitesijoituskuvat

Laitesijoituskuviin merkitään kaikki kentälle sijoittuvat automaatiolaitteet. Samoihin kuviin laitetaan myös kenttäkotelot. Kenttälaitteiden sijoitukset saadaan putkistosuunnittelusta. Ne vastaavat suurin piirtein rakennuspiirustuksen pohjakuva.

6.3.17 KytKentätAulukot

KytKentätAulukot antavat informaatiota komponenttien ja yksiköiden liittännöistä (Kuvio 17).

Osoite		KaaPeli		Nimi			KaaPeli			Osoite	
Paikka	Liitin	Numero ja tyyppi	Johd.	Ketj.	X1	Ketj.	Johd.	Numero ja tyyppi	Liitin	Paikka	
24VDC	F11	H05V2-K 0,75	si		1		pu	H05V2-K 0,75	5	34A-134	
					2						
					3						
					4						
					5						
					6						
					7						
					8						

Kuvio 17. KytKentätAulukon esimerkki

6.3.18 Kilpiluettelo

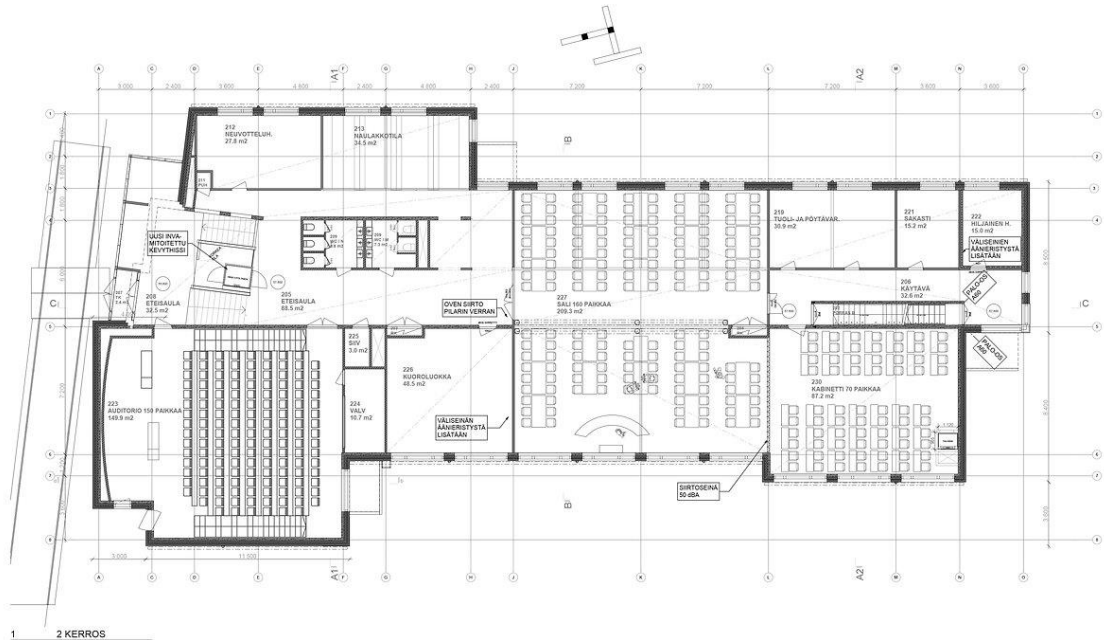
Mitä ja minkälaisia kilpiä vaaditaan, selviää asiakkaan kilpistandardista. Kilpilueteloita tarvitaan yleensä keskuksista, koteloista, koteloiden laitteista, moottoreista, turvakytkimistä ja kaapeleista (Kuvio 18).

				VALMISTUSNUMERO				
				TOIM. VKO.:				
				TEKIJÄ:				
KOHDE:								
KESKUS:								
YMS TIETOJA:								
	KILPIMALLI/KOKO	MÄÄRÄ	KESKUSPOSITIO	TEKSTIRIVI 1	TEKSTIRIVI 2	TEKSTIRIVI 3	TEKSTIRIVI 4	
ESIM 1	MALLI 4	7	02A	PUHALLIN	PK1	VARASTO		
ESIM 2	30x40	7	02A	PUHALLIN	PK1	VARASTO		

Kuvio 18. Kilpiluettelon esimerkki

6.3.19 Tehtaiden rakennepiirustukset

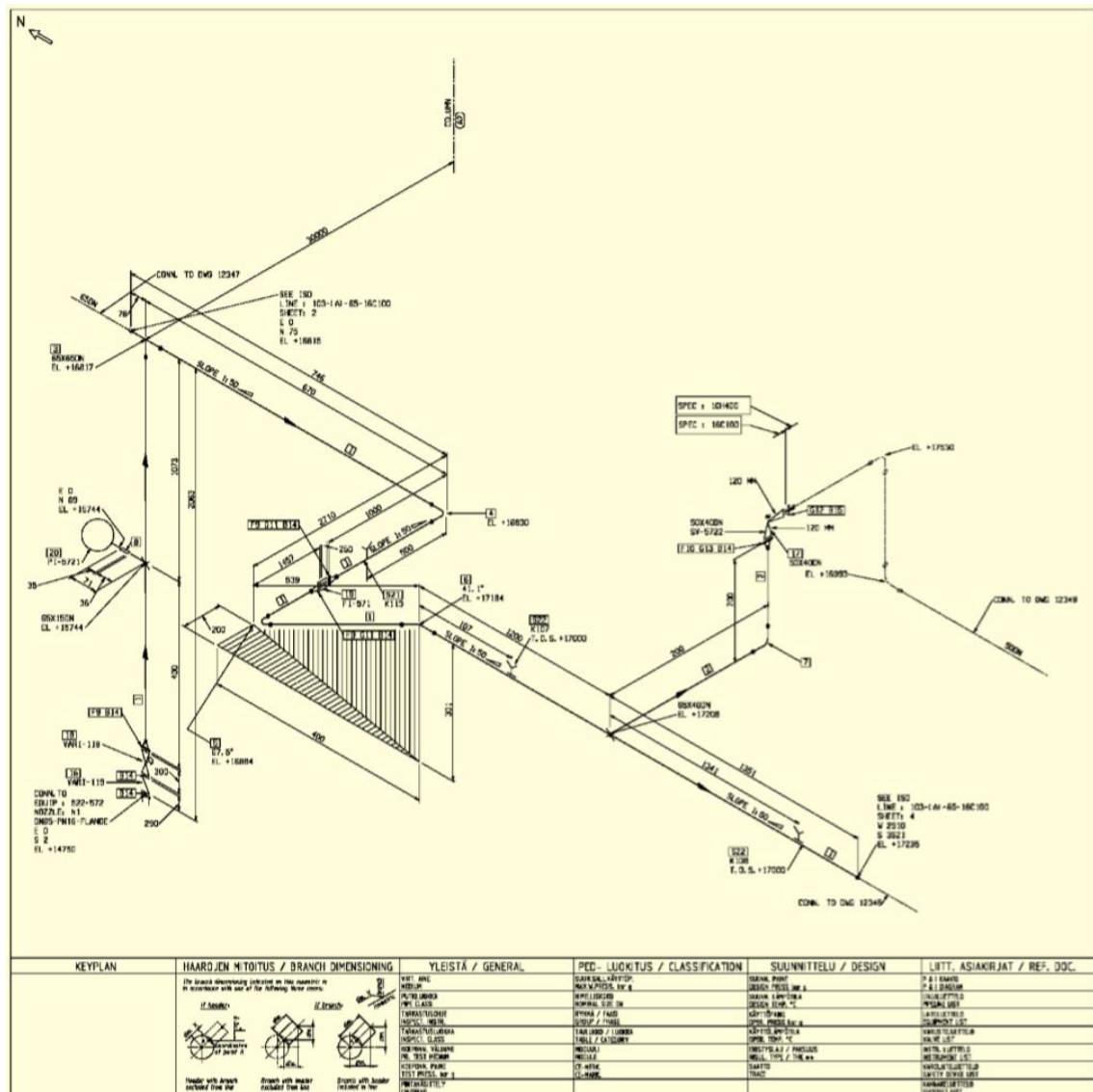
Rakennepiirustuksia tarvitaan, kun keskuksille etsitään sijoituspaikkaa tai on tarpeen tietää tilojen koko ja tilassa olevien laitteiden sijainti ja kaapelointi (Kuvio 19).



Kuvio 19. Rakennuspiirustuksen esimerkki (Tuusulan Seurakunta 2018)

6.3.20 Putkiston isometrit

Putkiston isometreissä näkyy putkistojen kulkusuunnat, pituudet ja korkeudet sekä niihin kiinnittävät laitteet (Kuvio 20). Dokumenttia voidaan tarvita laitteiden etsimiseen prosessialueella, ja se saadaan putkistosuunnittelusta.



Kuvio 20. Putkiston isometrin esimerkki (PSK 5803 2003, 9)

6.3.21 Loppudokumentointi

Loppudokumentointi sisältää kaiken oleellisen tiedon kohteeseen asennetusta järjestelmästä, laitteista ja kokonaisuuksista. Se pohjautuu aikaisempiin dokumentteihin, joiden pohjalta projekti on tehty, ja ne vastaavat järjestelmän todellista asennustilannetta.

6.4 PSK-standardit

PSK Standardisointiyhdistys ry:n päätehtävänä on tehdä standardisointi, joka tukee suomalaisen teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten liiketoimintaa kotimaassa sekä ulkomailla. PSK on täysin itsenäinen järjestö, ja se valmistelee kansalliset SFS-standardit vastaamaan yksittäisiä sovelluksia teollisuuden tarpeisiin (Ojala 2015, 10). Se järjestää myös erilaisia koulutuksia ja ylläpitää standarditietokantaa internetissä. Standarditietokantaan pääsy on ainoastaan jäsenillä, muille standardit myydään paperiversioina. PSK:n jäsenyritysten liikevaihto on noin 60 miljardia euroa. Liikevaihdon suuruus kuvaa toiminnan laajuutta parhaiten. (PSK Standardisointiyhdistys ry 2018.)

PSK-standardeja on järkevää hyödyntää, koska ne ovat teollisuudessa testattuja ja toimivaksi todettuja. Ne ovat myös helposti ymmärrettäviä ja sisältävät selkeitä ohjeita, toteutustapoja ja ratkaisumalleja. (PSK Standardisointiyhdistys ry 2018.)

6.4.1 PSK 2005 Kaapelireittien suunnittelu

Jotta tilanvaraukset kaapeleille, kaapelihyllyille ja kannakkeille saadaan optimaalisesti, kannattaa suunnitelmat tehdä kone- ja laitossuunnittelussa. Kone- ja laitossuunnittelu tarvitsee tiedot kaapelireittitarpeista, kaapelihyllyistä, kaapelien ja kaapelivedon aiheuttamista rasituksista sekä tarvittavien kanavien ja tunneleitten minimimitoista.

Reittien valinnassa on otettava huomioon turvallisuus ja asennuskohteiden ympäristöolosuhteet. Kanaviin, tunneleihin sekä maahan asennusta tulisi välttää. Parasta olisi käyttää kaapelihyllyasennusta. Kaapelien pituus tulisi olla mahdollisimman lyhyt. Kaapelien viemistä läpi tilojen, joissa ne voivat vahingoittua tai peittyä, tulisi välttää. Varasyöttö tulee viedä eri reittiä kuin pääsyöttö. Vakuutusyhtiöllä on myös omat ohjeensa.

Kaapelihyllyjen sijoitussuunnitteluun on seuraavia ohjeita. Hyllyihin jätetään 30 % varatilaa. Kaapelihyllyjä ei viedä osastoivan seinän läpi, vaan seinän molemmin

puolin varataan tilaa palosulkujen tekemistä varten. Kaapelit pitäisi pystyä nostamaan hyllyille sivuilta, kannatinrakenteista huolimatta. Voima-, ohjaus- ja instrumentointikaapelit laitetaan omina ryhminään omille hyllyilleen, ja voimakaapelit tulevat ylimmälle hyllylle. Voimakaapelit asennetaan väljästi yhteen kerrokseen 70 %:n täytöllä. Hyllyjen välit korkeussuunnassa saavat olla vähintään 300 mm. Mutkissa tulee ottaa huomioon kaapeleiden sallitut taivutussäteet.

6.4.2 PSK 4101 Melun hallinta teollisuuden laitehankinnoissa

Toimittaja on vastuussa siitä, että koneet, laitteet ja rakenteet eivät ylitä lakisääteisiä vaatimuksia tai hankintasopimuksessa määriteltyjä takuuarvoja melupäästöistä. Melupäästöjä tulee vähentää erityisesti melulähteeseen kohdistuvin toimenpitein. Lakisääteisten tietojen lisäksi dokumentaatioon on liitettävä myös muut sovitut melupäästöjä koskevat tiedot. Yksittäisten koneiden melupäästöt ilmoitetaan liitteen 1 lomakkeella, ja melumittauksissa käytetään liitteen 2 pöytäkirjaa.

6.4.3 PSK 4601, PSK 4602 ja PSK 4603

Automaation hankintaa käsitellään standardisarjassa, jossa on standardit PSK 4601, PSK 4602 ja PSK 4603. Näiden standardien tarkoitus on helpottaa ja yhtenäistää automaation hankintaa. PSK 4601 -standardissa on selitettynä tarvittavat määritelmät ja hankinnan yleiset periaatteet. Se jakaa automaation useampaan osa-alueeseen toimintojen, teknisten osajärjestelmien sekä suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon liittyvien suoritteiden mukaan. Siinä on myös ohjeet instrumentoinnin hankinnassa tarvittavan teknisen spesifikaation sisällöstä ja suunnitteluun liittyvistä vaatimuksista. PSK 40601 -standardi keskittyy instrumentteihin ja niihin liittyviin apulaitteisiin. Prosessin ohjausjärjestelmän hankintaa käsitellään PSK 4602 -standardissa. PSK 4603 -standardi sisältää instrumentointia ottamatta kantaa tietojenkäsittely- ja käyttöliittymälaitteisiin tai instrumentointiasennuksiin. (PSK 4603 1996, 1.)

7 SIA-SUUNNITTELUJEN ERITTELY

7.1 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnitteluun kuuluu kolme eri osa-aluetta: sähkönjakelu, prosessi- ja rakennussähköistys. Sähkönjakelulla tarkoitetaan suur- ja keskijännitejakelua. Se kattaa kaiken sähkönsiirtoon tarvittavat laitteet ja työt jakeluverkosta asiakkaalle asti. Prosessisähköistykseen kuuluu sähköpiirien jako keskuksiin eli prosessin komponenttien tarvitseman sähkönsyötön suunnittelu. Lisäksi keskusrakenteet, kalustukset ja ympäristövaatimukset tulee saada vaatimusten mukaisiksi. Rakennussähköistykseen kuuluu jännitteenjako, valaistukset, heikkovirtaverkot ja muut kiinteistön sähkölaitteet. Rakennussähköistyksen suunnittelijan tehtäviin kuuluu saada rakennus- ja ylläpitokustannukset sekä muut vaatimukset täyttävä kokonaisratkaisu toimisto- tai teollisuusrakennukseen. (Siivonen 2015, 12.)

7.2 Instrumentointisuunnittelu

Instrumentointisuunnittelija valitsee prosessiin tulevat kenttälaitteet ja instrumentit sekä päättää niiden kaapeloinnit, kytkennät ja sijoitustarpeet. Hänen tulee myös laatia tarvittavat asennusohjeet ja muut dokumentaatiot. Instrumentointisuunnittelijan vastuulla on määrittellä prosessin vaatimat laiteratkaisut, automaatioaste sekä tehdä kustannusarvio instrumentoinnista. Instrumentointisuunnittelu käyttää samoja lähtötietoja kuin automaatio-suunnittelija, siksi automaatio- ja instrumentointisuunnittelua tekevät yleensä samat henkilöt. (Siivonen 2015, 14.)

7.3 Automaatiosuunnittelu

Automaatiosuunnitteluun kuuluu laitoksen automaatioon ja automaatiojärjestelmään tarvittavien dokumenttien tuottaminen. Näitä dokumentteja ovat yleiset tarve- ja vaatimusmäärittelyt ja automaatiojärjestelmään konfigurointiin tarvittavat dokumentit. Automaatiosuunnittelijan tulee määrittellä automaatiojärjestelmän vaatimukset, automaatioaste sekä kustannukset. Hän tekee myös läheistä yhteistyötä sähkö-, laitos- ja prosessisuunnittelun kanssa. (Siivonen 2015, 14.)

8 SUUNNITTELU

Suunnittelu on pääpiirteittäin samanlaista jokaisessa yrityksessä, koska dokumenteissa ja suunnitelmissa on oltava sama informaatio yrityksestä riippumatta. Nykypäivän verkottuneessa maailmassa laadukas ja tehokas suunnittelu vaatii, että kaikilla osapuolilla on yhteinen ja selvä käsitys suunniteltavasta kohteesta ja suunnittelun kulusta. Käyttämällä yleistä terminologiaa ja yhteisiä ajatusmalleja pystytään helpottamaan tähän tavoitteeseen pääsyä. Suunnittelijoilla on omia tapojaan tehdä työtään, mutta suunnittelussa runkona käytettävä ohje auttaa projektin hallintaa. (Kettunen 2013, 21.)

8.1 Esimerkki suunnittelun kulusta

Aluksi perehdytään asiakkaan tarpeisiin eli kerätään lähtötietoja kohteesta. Olisi myös hyvä perehtyä asiakkaan automaation ja sähköistyksen tehdasstandardeihin, mikäli niitä ei ennestään tunne. Näin saadaan suunnittelu tehtyä niin, että se täyttää asiakkaan standardit ja vaatimukset. Asiakkaan kanssa pidetään aloituskokous, jossa selvitetään projektin lähtötietoja. Tietoja voi myös kysellä asiakkaan tekniseltä yhteyshenkilöltä, laitoksen käyttäjiltä ja huoltohenkilökunnalta. Mahdollinen kenttälaiteluettelo ja toimintaselostus suunniteltavasta prosessista antavat myös paljon tärkeää informaatiota suunnittelijalle. (Polar-Automaatio 2013.)

Projektin ensimmäisiä dokumentteja ovat piiriluettelo ja PI-kaavio. Yleensä asiakas antaa molemmat muiden lähtöaineistojen mukana. Automaatiosuunnittelijan tulisi käydä PI-kaavio heti alussa läpi, jotta saadaan mahdolliset lisäykset, muutokset ja tarkennukset lisättyä PI-kaavioon. Jos piiriluetteloa ei ole, tulee sen tekemisestä ja projektiaikaisesta ylläpidosta sopia asiakkaan kanssa. Piiriluettelossa tulee olla piirikohtaisesti ainakin positio, piirin nimi, mittausalue sekä logiikan tulot ja lähdöt. Sopimalla piirien nimitykset heti tilaajan kanssa, vältetään niiden turhilta korjauksilta ja varmistetaan, että samoja nimiä käytetään kenttä- ja

sovellussuunnittelussa sekä muissa yhteyksissä. Piiriluettelo voidaan tehdä laiteluettelo muotoon, jos halutaan täydentää myös piirien laitetiedot. (Polar-Automaatio 2013.)

Muita kerättäviä tietoja prosessin toiminnasta ovat siihen liittyvät kenttälaitteet sekä sähkömoottorit. Mikäli suunnittelija hankkii kenttälaitteen, tulisi lähtötiedot ja mitoitusarvot saada mahdollisimman nopeasti, jotta tarvittavat laitteet pystytään hankkimaan ajoissa. Joillakin erikoisimmilla tuotteilla voi olla pitkät toimitusajat, joihin on hyvä varautua. Asiakkaan kanssa tehdään päätökset siitä, mitkä tuotteet hankitaan annetuista tarjouksista. Kun saadaan lopulliset laitetiedot nopeasti käyttöön, päästään vähemmällä kuvien päivityskierroilla ja virheillä. Myös muut laitetietoja tarvitsevat esimerkiksi putkistosuunnittelijat, saavat laitetiedot tällöin hyvissä ajoin. (Polar-Automaatio 2013.)

Laitteiden valinnassa ja määrittelyssä pitää huomioida prosessin vaatimusten lisäksi turvallisuus ja laitteiden ominaisuudet sekä ympäristöolosuhteet. Keskkusien maksimimittojen ja jäähdytyksen tarpeen määrittämiseksi tulee tietää keskkusien sijoituspaikat. Samalla saadaan kaapelien pituudet ja läpivientien suunnat selville. (Kettunen 2013, 21.)

Kenttälaitteiden sijoittaminen prosessiin tulisi tehdä automaation kannalta niin että mittaus- ja säätötekniset tarpeet huomioidaan. Sijoittamisessa pitää myös huomioida laitteiden huolettavuus. Mikäli venttiiliin tai mittalaitteeseen ei ylety lattiatasolta, mekaniikan pitää suunnitella hoitotaso. Jos laitteita sijoitetaan ulos, tulee huolehtia niiden riittävästä suojauksesta. Kenttäkoteloiden sijoituksesta ja kenttälaitteiden jaosta koteloihin kannattaa tehdä luonnos, joka tarkistetaan myöhemmin paikan päällä. Sovitut paikat on hyvä merkata varatuiksi. Runkohyllyreitit on myös hyvä tarkastaa ja sopia, mikäli niitä tarvitsee lisätä. (Polar-Automaatio 2013.)

Kaapelien valinnassa kannattaa ensiksi selvittää, minkälaisia kaapeleita asiakkaalla yleensä käytetään, ja pyrkiä käyttämään niitä. Jos asiakkaalla ei ole toiveita kaapeleista, on suositeltavaa käyttää yleisesti käytettyjä ja helposti saatavia

vissa olevia kaapelityyppejä. Kaapeleita valittaessa tulee ottaa huomioon ympäristöolosuhteet. Mikäli kaapeleille on mahdollista roiskua öljyä, pitää käyttää öljynkestäviä kaapeleita, ja kuumassa ympäristössä on käytettävä lämmön kestäviä kaapeleita. Suuremmissa projekteissa on kaapeliluettelo syytä jakaa sopiviin osiin. Esimerkiksi runkokaapelit, väyläkaapelit, maadoituskaapelit, sähkönsyöttökaapelit tai muulla järkevällä tavalla, jotta kaapeliluettelo olisi helpompi hallita ja ylläpitää. Joskus kaapeloinnista on järkevintä tehdä periaatekuva tai kaapelointikartta kokonaisuuden selventämiseksi. (Polar-Automaatio 2013.)

Asennuskyselyyn tarvittavaa aineistoa tulisi kerätä heti projektin alusta asti. Kyselyyn tarvittava aineisto vaihtelee projektista toiseen, mutta yleensä siihen kuuluu vähintään kyselyn hankintaerittely ja selostus, aikataulut, piiriluettelo, asennustapakuvat, laitesijoituskuvat, kaapeliluettelot, kotelo-layoutit ja tilaajan automaatioasennuksiin liittyvät standardit. Lisämateriaalina on tarpeen mukaan PI-kaavio, mahdolliset purukuvat, RK-kaappikuvat, kilpiluettelot, standardit ja mahdollisia selventäviä liitteitä. Myös automaatio-osuudelle tarvittavat hyllyt runkohyllyjen lisäksi olisi hyvä sisällyttää kyselyyn. Kun asennuskysely on saatu valmiiksi, se käydään tilaajan kanssa läpi ennen tarjouspyyntöjen lähettämistä. (Polar-Automaatio 2013.)

Mikäli projekti tehdään lisäyksenä olemassa olevaan järjestelmään, pitää selvittää layoutit ja kanavaerittelyt, jotta tiedetään käytettävissä olevat logiikan tulo- ja lähtövarat. Projektiin tarvittavat dokumentit tulee saada tilaajalta. Jos dokumentit ovat puutteellisia tai puuttuvat kokonaan, tulee ne tehdä tai korjata. Mikäli vanhojen laitteiden lukitukset ja ohjaukset tulevat uuteen ohjausjärjestelmään, on dokumenttien päivitys tärkeää. Tietojen paikkansa pitävyys on syytä tarkastaa paikan päällä. Samalla olisi hyvä tarkastaa laitteiden kunto ja sopivuus projektin tarpeisiin. Jos logiikan tulot ja lähdöt eivät riitä, tulee lisäkehikoiden tai -korttien tarpeesta tiedottaa asiakasta. (Polar-Automaatio 2013.)

Suunnitteluohjelmalla luodaan projektipuu, jonka perusteella työstetään tarpeelliset piirikaaviot, keskuskaaviot ja muut projektin materiaalit. Projektipuuhun mer-

kitään laitteet ja niiden sijainnit, jonka jälkeen siihen yhdistetään järjestelmäkaaviot. (Roiha 2017, 8.) Tässä vaiheessa projekti annetaan asiakkaan tarkastettavaksi, jotta hänen tarpeensa ovat selvillä ja voidaan tehdä mahdolliset korjaukset.

Kun asiakas on hyväksynyt projektin, aloitetaan piirikaavioiden ja logiikoiden teko. Selkeyden takia olisi hyvä aloittaa päävirtapiirikaaviosta. Päävirtapiiriin tehdään jännitteen jako, ja kun laitteiden ottamat tehot ovat selvillä, voidaan mitoittaa johdonsuojien koot. Jos moottoreiden tehot eivät ole selvillä, kannattaa suunnittelu aloittaa logiikasta. (Kettunen 2013, 21.)

Seuraavaksi voidaan tehdä moottorilähdöt sekä mitoittaa näiden etukojeet. Keskuksen pääkytkin ja syöttökaapeli pitää myös mitoittaa. Kun nämä ovat valmiit, voidaan siirtyä ohjausvirtapiireihin ja logiikan tulo- ja lähtövirtapiireihin. (Kettunen 2013, 21.) Kerättyjen lähtötietojen perusteella suunnitellaan moottoreiden ja muiden toimilaitteiden ohjaukset. Logiikan tulo- ja lähtövirtapiireihin tulee tehdä tarkasti, koska automaattisuunnittelija tekee niiden avulla logiikan ohjelman. Kentälaitteen laitekuvaukset ovat todella tärkeitä. (Polar-Automaatio 2013.)

Kun edellä mainitut asiat on saatu tehtyä, siirrytään keskuksien kokoonpanokuvaan eli layout-kuviin. Tilaajalta on hyvä tarkastaa, käytetäänkö samanlaisia koteloita ja layout-ratkaisuja, kuin asiakkaalla on ennestään käytössä. Mikäli kaikista koteloista ei ehditä tekemään kuvia, tulee eri versioista tehdä typpikuvat, jotta tiedetään tarvittavat määrät, ja urakoitsija kykenee laskemaan niille hinnan. Ohjauskoteloiden layoutit pitää suunnitella saatujen lähtötietojen mukaan ja lähettää asiakkaalle tarkastettavaksi. Näin varmistetaan, että lopputulos on loppukäyttäjää miellyttävä. Kun asiakas on hyväksynyt suunnitelmat, voidaan kotelot laittaa valmistukseen. Fyysiset mitat ja mittakaavat tulee Layout-kuvissa olla todellisuutta vastaavia, sillä johdotuksille ja keskuksiin tuleville kaapeleille täytyy jättää tarpeeksi tilaa. Lisäksi jotkin laitteet vaativat ympärilleen tyhjää tilaa, etteivät ne kuumene liikaa. Keskuksiin tulee varata tilaa mahdollisille lisäyksille. Suositeltava tilan jätto lisäyksille on noin 30 %. (Polar-Automaatio 2013.)

Kokoonpanokuvien jälkeen voidaan tehdä osaluettelot. Osaluetteloon kerätään kaikki keskukseseen tulevat laitteet. Ne voidaan tehdä käsin tai suunnitteluohjelmia

hyödyntämällä. Useammat suunnitteluohjelmat pystyvät keräämään osaluettelot automaattisesti kuvista, mutta ne on hyvä tarkastaa. Puutteet osaluettelossa tulevat esiin viimeistään keskusvalmistuksessa, ja tämä voi hidastaa työtä, mikäli puuttuvia osia joudutaan tilaamaan. Osaluettelon paikkansapitävyyteen tulisikin kiinnittää huomiota. (Polar-Automaatio 2013.)

Kun kaikki dokumentit ovat valmiita, annetaan ne asiakkaalle tai keskusvalmistukseen ja ohjelmoijalle. Sähkösuunnittelija on vastuussa keskuksien valmistumisesta ja aikataulussa pysymisestä, jos se kuuluu projektiin. Sähkösuunnittelijan tulee myös tilata keskukseen arvokilpi. Asiakkaan kilpistandardista nähdään, mitä ja minkälaisia kilpiä vaaditaan. (Polar-Automaatio 2013.)

Keskusten valmistuttua ne toimitetaan asiakkaalle, ja sähkösuunnittelija ohjeistaa tarpeen mukaan niiden asentamisessa. On normaalia, että työmaalla on tapahtunut muutoksia, eivätkä kaikki kuvat enää välttämättä pidä paikkaansa. Sähkösuunnittelijan tulee silloin ohjeistaa asentajia. Kaikki muutokset tulee merkitä ja päivittää dokumentointiin. (Polar-Automaatio 2013.)

Kun asennus on valmis, osallistuu sähkösuunnittelija käyttöönottomittauksiin ja testauksiin. Jos työmaa on kaukana, tämä ei ole aina mahdollista. (Polar-Automaatio 2013.) Viimeiseksi tarkastetaan dokumentointi ja luovutetaan ne asiakkaalle. Tarpeen mukaan järjestetään koulutus laitteiston käyttäjille.

9 POHDINTA

Polar-Automaatio Oy haluaa kehittää suunnittelutyötään nopeuttamalla sitä ja vähentämällä mahdollisia virheitä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä suunnittelukäsikirja Polar-Automaatio Oy:n käyttöön. Sen tarkoituksena on helpottaa projektien suunnittelua. Työ vaihtui CADS-suunnitteluohjeesta yleisempään suunnitteluohjeeseen, koska CADS:n versiopäivitykset muuttavat ohjelmaa huomattavasti. Tämän takia työ vaihtui yleisempään suunnitteluohjeeseen. Projektin vaiheisiin ja dokumentteihin perehtymisestä on hyötyä itselleni työelämässä.

Suunnitteluohjeen avulla on helpompi edetä projektissa. Kun tarvittavat lähtötiedot ovat helposti löydettävissä ja päivitettävissä, säästytään turhilta virheiltä ja viivästyksiltä. Tietokantapohjaiset suunnitteluohjelmat auttavat tiedon päivittämisessä sekä keräämisessä yhteen paikkaan kaikkien löydettäväksi ja helpottavat näin suunnittelijan työtä.

Suunnittelutyötä on vaikeaa kuvata täsmällisesti projektien kohteiden vaihtelun vuoksi. Suunnittelutyö on jatkuvaa ryhmätyötä, jossa ollaan yhteydessä asiakkaaseen ja muiden eri suunnittelualojen henkilöihin. On tärkeää ymmärtää muiden suunnittelualojen tuottamia dokumentteja sekä saada tietoa omien dokumenttien tuottamiseen.

LÄHTEET

- AACE International Recommended Practice No 18R-97 for Cost Estimate Classification System 2011. AACE International. Viitattu 17.4.2018 <https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/18r-97.pdf>.
- Antila, P. 2016. Koulutus ja esittelykeskus. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Opinnäytetyö.
- Automaatiosuunnittelun prosessimalli, Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perustana 2007. Helsinki: Suomen Automaatioseura ry. Viitattu 9.4.2018 https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/automaatiosuunnittelun_prosessimalli.pdf.
- CS Odessa 2018. UML Sequence Diagram. Viitattu 20.4.2018 <http://www.conceptdraw.com/How-To-Guide/uml-sequence-diagram>.
- Harjula, S. 2013. Sähkösuunnittelun määräykset ja standardit. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Kettunen, J. 2013. Sähkösuunnittelun kehitysprojekti. Metropolia ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikka. Insinöörityö.
- Kymdata Oy 2018. Rakennusautomaatio. Viitattu 20.4.2018 <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-hepac/rakennusautomaatio>.
- Louhelainen, T. 2008. Kuinka projekti toimii? Lahden ammattikorkeakoulu. kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Minkkinen, J. 2014. PI-kaavioiden päivitysmalli. Hämeen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Nyysönen, E. 2008 Sähkösuunnittelun projektityön hallinta ja kehittäminen. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan osasto. Teollisuuselektronikan opintosuunta. Diplomityö.
- Ojala, N. 2015. Prosessilaboratorion putkiluokat. Centria-ammattikorkeakoulu. Kemiantelekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Oraviita, J. 2017. Automaation ja instrumentoinnin dokumentointisuunnittelu. Metropolia ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka. Insinöörityö.
- Polar-Automaatio 2013. Kenttäsuunnittelu, lyhyt suunnitteluohje. Keminmaa: Polar-Automaatio Oy.
- Polar-Automaatio 2018. Yritys. Viitattu 28.4.2018 <http://polar-automaatio.fi/fi/yritys/>.
- PSK Standardisointiyhdistys ry 2018. Yleistä. Viitattu 20.4.2018 <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>.

PSK 2005, 2004. Kaapelireittien suunnittelu. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 4101, 2005. Melun hallinta teollisuuden laitehankinnoissa. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 4603, 1996. Automaation hankinta, Instrumentointi. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 5803, 2003. Putkistopiirustukset. Isometrinen piirustus. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 5807, 2009. Tehdassuunnittelu asiakirjat. Koneiden ja laitteiden asennuspiirustus. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998. Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja Rakennustieto Oy. Ratu 417-T. Viitattu 20.4.2018 <https://www.urakamaailma.fi/rakennusurakan-yleiset-sopimusehdot>.

Raula, J. 2015. Sähkösuunnittelun kehittäminen. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Roiha, J. 2017. Tietokantapohjainen suunnittelu automaatiosuunnittelun apuna. Oulun ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Saloniemi, M 2018. Toimitusjohtaja. Polar-Automaatio Oy. Keskustelu. Kevät 2018.

Salonen, S 2015. Sähköalan projektointi. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Opinnäytetyö.

SFS 6000-1, 2017. Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

SFS 600-5-51, 2017. Pienjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

SFS-EN 61082-1, 2015. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

Siivonen, D. 2015 Automaatiosuunnittelu osana suunnitteluprojektia. Metropolia ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka. Insinööriyö.

Säköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135.

Tuusulan Seurakunta 2018. Seurakuntakeskuksen remontti. Viitattu 20.4.2018 <https://www.tuusulanseurakunta.fi/1438-remontti-alkaa-tammikuussa>.

Urpalainen, J. 2007. Yrityksen sähköistysprojektin tiedonhallinnan tehostaminen. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan osasto. Diplomityö.

LIITTEET

- Liite 1. Koneen melupäästötiedot
- Liite 2. Mittauspöytäkirja

Liite 1.

PSK Standardisointi

KONEEN MELUPÄÄSTÖTIEDOT

PSK 4101

Liite 1
1 (1)

Kone	_____	Teho	_____
Tyyppi	_____	Pyörimisnopeus	_____
Malli	_____	Muita tietoja	_____
Valmistaja	_____		
Valmistusnumero	_____		
Valmistusvuosi	_____		

1. Mitatut koneen melupäästöt

Melupäästöt mitattu standardin/standardien ISO	Mittausetäisyys m mukaisesti	Käyttöolosuhteet standardin mukaiset		Sovitut olosuhteet Aiottu käyttö
		ISO Joutokäynti	Kuormitettu	
Äänitehotaso, L_{WA} (dB re 1pW)		dB	dB	dB
Pintaäänitaso, L_{pA}		dB	dB	dB
Äänitehotasomäärittelyn epävarmuus		dB	dB	dB
Äänenpainetaso työskentelypaikassa, L_{pA} tai vaihtoehtoisesti		dB	dB	dB
Suurin äänenpainetaso 1 m koneen pinnasta 1,6 m lattiasta, $L_{pA, 1m, max}$		dB	dB	dB
Äänenpaineen C-painotettu huipputaso työskentelypaikassa, L_{pC}		dB	dB	dB

2. Mitatut päästösuureet, L_W tai L_p oktaavikaistoittain

Mittaukset standardin ISO mukaisissa käyttöolosuhteissa	A-painotus <input type="checkbox"/>		C-painotus <input type="checkbox"/>					
Taajuus f (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_W (dB) <input type="checkbox"/> tai työskentelypaikassa L_p (dB) <input type="checkbox"/>								

3. Tiedot käyttöolosuhteista

4. Melun torjunta

4.1 Kuuluvatko meluntorjuntatoimet toimitukseen? Kyllä Ei

Jos kuuluvat, mitä toimenpiteitä on toteutettu?

4.2 Onko tästä koneesta vähämeluisampi muunnos kaupallisesti saatavissa? Kyllä Ei

Jos on, miten suuri ero äänitasoissa on?

	Joutokäynti	Kuormitettu	Aiottu käyttö
Äänitehotason muutos, ΔL_{WA}	dB	dB	dB
Äänenpainetaso työskentelypaikassa, L_{pA}	dB	dB	dB
Äänenpainetaso C-huipputaso työskentelypaikassa, L_{pC}	dB	dB	dB

5. Lakisääteiset tai sovitut takuuarvot

	Joutokäynti	Kuormitettu	Aiottu käyttö
Äänitehotaso, $L_{WA,d}$	dB	dB	dB
Äänenpainetaso työskentelypaikassa, $L_{pA,d}$	dB	dB	dB
Äänenpaineen C-huipputaso työskentelypaikassa, $L_{pC,peak,d}$	dB	dB	dB

PSK Standardisointi

2005-09-16

PSK 4101 Liite 2

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Mittauspaikka	
Mittauskohde	
Melulähteen positio	
Mittausmenetelmä	
Mittauksen suorittaja	
Päivämäärä ja aika	
Mittausetäisyys ja suunta	_____ m _____ astetta
Mittausjakson pituus	
Mittari	_____ kalibrointi

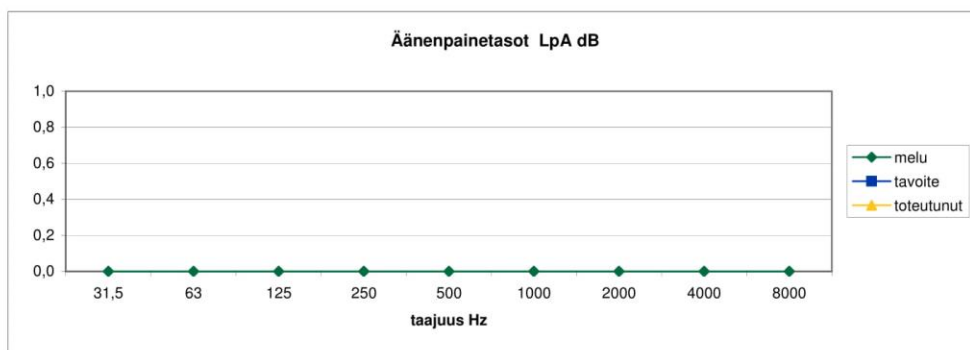
Kuva melulähteestä



Säätöolosuhteet:	
Tuulen suunta	
Tuulen nopeus	
Taustamelun vaikutus	
Suuntaavuus	

Taajuus Hz	pohjoinen dB	itä dB	etelä dB	länsi dB	L _{pA} dB	L _{WA} dB
31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
250	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kokonaistasot						
A-painotettu enimmäistaso LAF(dB)						

	Takuu	Toteutunut
L _{pA} (dB)		
L _{wA} (dB)		



Kartta liitteenä

On	Ei
----	----

Muut liitteet