



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# SIGNAALILISTAN KEHITTÄMINEN

Kim Karlsson

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2016  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

KARLSSON, KIM:  
Signaalilistan kehitys

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 8 sivua  
Toukokuu 2016

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Meyer Turku Oy. Tavoitteena oli luoda signaalilistan toimintojen käyttöohje yrityksen käyttöön. Tarkoituksena oli kehittää automaatio-suunnittelussa keskeisessä osassa olevaan signaalilistaan listan täyttöä helpottavia toimintoja sekä kehittää työkaluja listan tarkastukseen. Lisäksi tarkoituksena oli, että jatkossa pystytään hyödyntämään listan sisältämää materiaalia muissa suunnitteluohjelmissa.

Signaalilista on Excel-taulukkoon kerätty lista, joka sisältää kaikki laivan signaalit ja näihin liittyvät informaatiot. Signaalilistan materiaalia hyödynnetään esimerkiksi automaatiokaappien rakentamisessa eli lista toimii suunnittelijan ja automaatiovalmistajan välisenä sopimuksena automaatiokaappien kytkennöistä. Opinnäytetyössä on esitelty kehitystyön tuloksena syntynyt signaalilista sekä ohjeistus kehitettyjen toimintojen käyttöä varten.

Ohjeistuksen luominen tapahtui perehtymällä signaalilistan sisältöön ja opettelemalla listaan kehitettyjen makro-työkalujen toimintaa sekä tekemällä yhteistyötä ja haastatteleamalla muita listan kehityksessä mukana olleita henkilöitä.

Yrityksen käyttöön luotiin englanninkielinen ohje listaan kehitettyjen toimintojen käytöstä. Ohjeistusta tullaan päivittämään vielä tulevaisuudessa, sillä listan kehittäminen jatkuu edelleen uusien projektien yhteydessä.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Electrical engineering  
Electrical power engineering

**KARLSSON, KIM:**  
The development of the signal list

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 8 pages  
May 2016

---

The thesis was commissioned by Meyer Turku Oy. The objective was to create instructions for functions of signal list for the company. The purpose was to develop helping functions for the automatic filling of signal list and tool for revising the list which is important in the automation design. Besides these the purpose was that in the future the material included in the list could be exploited in different designing programs.

The Signal list is based on an Excel-table which that contains all the signals and related information. The information is used for example in agreement between a designer and a manufacturer of automation cabinets.

The instructions were created by studying the functions of the signal list and macro tools developed for the list and also co-operating and interviewing other people involved in the development of the signal list.

The guidelines were written in English for the general use of Meyer Turku Oy. It will be updated in the future as the development of the list continues in new projects.

---

Key words: Automation design, automation systems, signal list

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	AUTOMAATIO SUUNNITTELU .....	8
2.1	Laivan automaatio suunnittelu.....	9
2.1.1	Laivan automaatio suunnittelun määräykset.....	10
2.1.2	Laivan automaation järjestelmät .....	11
3	LAIVAN AUTOMAATIO SUUNNITTELUN VAIHEET.....	14
3.1	Suunnittelu .....	14
3.1.1	Perussuunnittelu .....	15
3.1.2	Valmistussuunnittelu.....	15
3.2	Factory Acceptance Test.....	15
3.3	Käyttöönotto ja kokeet.....	16
4	SIGNAALILISTA.....	18
4.1	Signaalilista osana laivasuunnittelua .....	18
4.1.1	IAS -järjestelmä osana itsenäistä käyttöä.....	19
5	KEHITETTY SIGNAALILISTA.....	21
5.1	Signaalilista.....	21
5.1.1	Laitteen tiedot.....	22
5.1.2	Tunniste.....	23
5.1.3	Kortti- ja kaapelitiedot .....	24
5.1.4	Signaalityyppi .....	25
5.1.5	Kuvanumerot.....	25
5.2	Listan välilehdet.....	26
5.2.1	Kronodoc-järjestelmä.....	26
5.2.2	Cadmatic .....	27
5.2.3	Materiaalinhallintatyökalu .....	27
5.2.4	Käynnistimet ja katkaisimet.....	27
5.2.5	I/O-tiedot.....	28
5.3	Toiminnot.....	28
5.3.1	Signaalilista ajan tasalla .....	28
5.3.2	Sijaintitietovalikko .....	29
5.3.3	Järjestelmien signaalilistat .....	29
5.3.4	Automaation määrittely.....	30
5.3.5	DB export.....	30
5.3.6	Tarkastukset .....	30
6	POHDINTA.....	31
	LÄHTEET.....	32

LIITTEET .....	33
Liite 1. Automaatiomäärittelyn työkaluvalikko .....	33
Liite 2. Ohjeistus .....	34

## LYHENTEET JA TERMIT

IAS	Laiva-automaatiojärjestelmästä käytettävä nimitys. (Integrated Automation System)
ESD	Hätäpysäytysjärjestelmä. (Emergency Shutdown)
HVAC	Ilman jäähdytys/lämmitys- sekä kierrätysjärjestelmä. (Heating, Ventilation and Air Conditioning)
AHU	Ilmankäsittely-yksikkö. (Air Handling Unit)
FCU	Puhallinkonvektori. (Fan-Coil Unit)
PMS	Laivan sähköntuotannon ohjausjärjestelmä. (Power Management System)
I/O	Tulot ja lähdöt. (Input/Output)
SOLAS	Laivarakennuksen pääsäännöstö, jonka tarkoituksena on turvata ihmishenkiä merellä. (Safety Of Life At Sea)
IMO	Kansainvälinen merenkulkujärjestö. (International Maritime Organization)
ATEX	Räjähdyksivaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokituksen standardit. (Atmosphere Explosive)
SFS/ISO	Standardointiorganisaatiot. (Suomen Standardisoimisliitto/International Standardization Organization)
IP	IP -luokitus on sähkölaitteiden ja laitekoteloiden määrittäminen. (Ingress Protection)
FAT	Käyttöönottotarkastus. (Factory Acceptance Test)
S RTP	Luokkamerkki, jonka saamiseksi vaaditaan aluksen selviytymistä vikatilanteessa lähimpään satamaan omin avuin. (Safe Return To Port)
TAG	Automaation sisäinen osoitetunnus

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöprosessin aikana osallistuttiin Meyer Turku Oy:n kehitysprojektiin, jonka kohteena oli automaatio suunnittelussa keskeisessä osassa oleva signaalilista. Opinnäytetyön tavoitteena on esitellä kehitetyn listan materiaalia ja toimintoja sekä tehdä yritykselle ohjeistus listan täyttämistä ja listaan kehitettyjen makro-työkalujen käytöstä. Tarkoituksena on mahdollistaa kehitystyön tuloksena valmistuneen signaalilistan oikeanlainen käyttö opinnäytetyön pohjalta.

Signaalilistan kehitystyö nähtiin tarpeelliseksi, sillä vanha signaalilista on täytetty käsin signaali kerrallaan, jolloin virheiden mahdollisuus on suuri. Listan täyttäminen on myös ollut työlästä, sillä lista sisältää tuhansittain signaaleja. Listan automatisoinnilla pyritään virheiden välttämisen lisäksi myös minimoimaan signaalilistan valmistamiseen kuluva aikaa, sillä projektien läpivientiaikoja pyritään lyhentämään, joka vaatii myös suunnittelun kehittämistä.

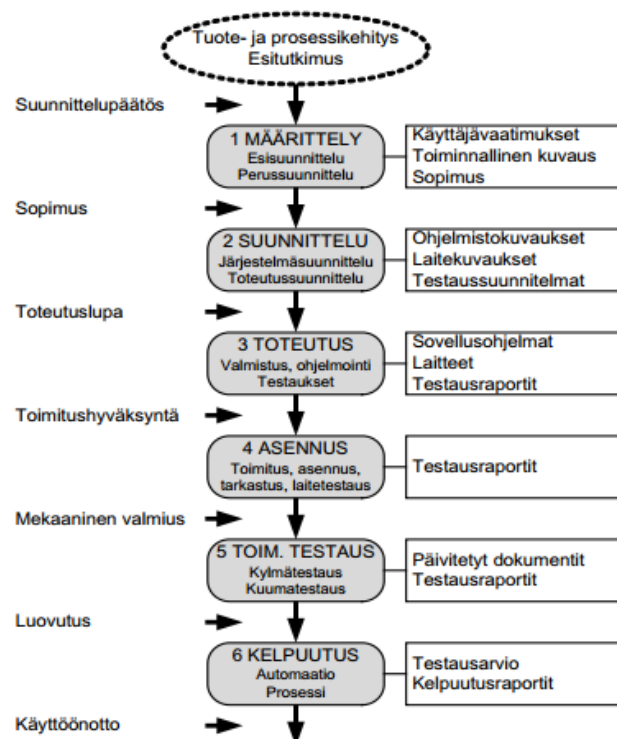
Opinnäytetyön alussa on teoriaosuus, jossa käsitellään automaatio suunnittelua sekä laivassa käytettäviä automaatiojärjestelmiä. Teoriaosuuden jälkeen esitellään yleisesti automaatio suunnittelussa käytettävää signaalilistaa ja selvitetään miten signaalilista liittyy laivan automaatio suunnitteluun. Signaalilistan yleisen esittelyn jälkeen esitellään kehitysprojektin tuloksena valmistunut signaalilista, käydään läpi sen sisältämä materiaali, sekä kerrotaan, miksi se löytyy listasta. Lisäksi käydään läpi toiminnot, joita listaan kehitettiin. Pohdintakappaleen jälkeen liitteistä löytyy vielä yritykselle laadittu yleispätevä ohjeistus signaalilistan käyttöä ja listaan kehitettyjen toimintojen hyödyntämistä varten.

Kehitysprojektin tavoitteena on luoda toimiva pohja signaalilistalle, jota voidaan hyödyntää tulevaisuuden projekteissa. Listan täyttämistä helpottavien ja informaation tarkastukseen kehitettyjen työkalujen lisäksi tarkoituksena on pystyä siirtämään informaatiota suoraan listasta muihin suunnittelussa käytettäviin ohjelmiin, kuten AutoCAD -ohjelmaan, jota käytetään suunnittelukuvien tekemiseen.

## 2 AUTOMAATIOSUUNNITTELU

Suunnittelua varten täytyy varata aikaa ja hankkeen valmistelu on aloitettava jo kuukausia ennen rahoitushakemuksen jättämistä, jotta tärkeät taustaselvitykset ja luonnostelut saadaan suoritettua. Suunnitteluorganisaatio muodostuu useista suunnittelualoista ja automaatio suunnittelu on osa sähkösuunnittelua.

Uuden projektin suunnittelun on hyvä aloittaa hankkeen alustavalla rajauksella, perustietojen keräämisellä ja analysoinnilla sekä selvittämällä sidosryhmät ja näiden suhde hankkeeseen. (Silfverberg, 2007) Kuvassa 1 on esitetty automaatio suunnittelun vaiheet.



Kuva 1. Automaatio suunnittelun vaiheet. (Suomen automaatioseura ry 2007.16, muokattu)

Ensimmäinen vaihe suunnittelupäätöksen jälkeen on määrittely, jonka aikana automaatiojärjestelmän vaatimukset ja toiminnot määritellään suunnittelua varten. Kyseinen vaihe voidaan jakaa esisuunnitteluun ja perussuunnitteluun. Esisuunnittelun aikana asiakas määrittelee järjestelmän käyttäjävaatimukset ja laatii kelpuutussuunnitelman sekä näiden lisäksi arvioidaan järjestelmän kustannukset investointipäätöksen tekemistä varten. Perussuunnittelussa kuvataan automaatiojärjestelmän toiminnot sopimusta, tar-



kempaa suunnittelua sekä toteutusta varten. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli, s.16)

Sopimuksen syntymisen jälkeen siirrytään suunnitteluvaiheeseen, jossa tarkennetaan perussuunnittelun aineistot sekä suoritetaan järjestelmäsuunnittelua ja toteutussuunnittelua. Näiden lisäksi laaditaan myös testaussuunnitelma. Suunnitteluvaiheen jälkeen tarkoituksena on saada toteutuslupa järjestelmälle tai sen osalle. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli, s.16)

Toteutusluvan myöntämisen jälkeen järjestelmän rakentaminen voidaan aloittaa. Toteutusvaiheen aikana valmistetaan, kootaan sekä testataan automaatiojärjestelmä. Toteutusvaiheen tavoitteena on saada toimitushyväksyntä, jonka saaminen edellyttää hyväksytyjä tehdastestejä sekä laitteen toimittajan että asiakkaan hyväksynnän siitä, että järjestelmä on valmis siirrettäväksi asennuspaikalle. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli, s.16)

Asennusvaiheessa automaatiojärjestelmä toimitetaan kokonaisuudessaan asennuspaikalle ja asennetaan. Asennusvaiheen yhteydessä tarkastetaan toiminta ja varmistetaan, että järjestelmä on suunnittelukuvausten mukainen. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli, s.17)

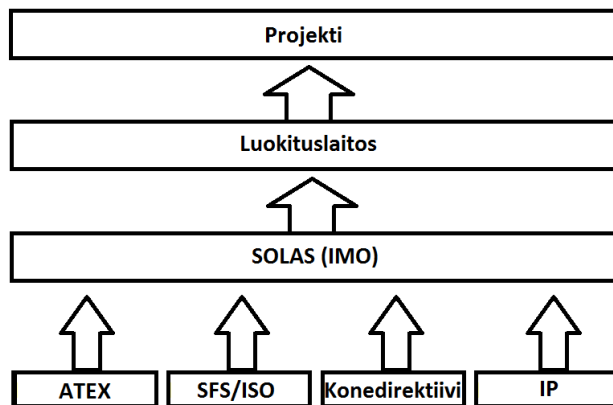
Toiminnallisessa testauksessa laitetoimittaja osoittaa, että järjestelmä toimii ja vastaa toiminnallista kuvausta ja sopimusta. Laitte voidaan luovuttaa asiakkaalle hyväksytyjen testauksien jälkeen. Luovutustilanteen jälkeen alkaa kelpuutusvaihe, joka koostuu automaation teknisestä loppukelpuutuksesta ja prosessikelpuutuksesta. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli, s.17)

## **2.1 Laivan automaatiosuunnittelu**

Laivan automaatiosuunnittelu etenee samalla tavoin, kuin mikä tahansa muu automaatiosuunnittelu eli sisältää kuvassa 1 esitetyt vaiheet. Laivan rakentamista varten on määritetty standardeja ja määräyksiä, jotka takaa laivan toimintavarmuuden ja asettavat suunnittelulle rajat. Määräysten tunteminen on tarpeellista ennen suunnittelun aloittamista. (Lehto P, opinnäytetyö, 2014)

### 2.1.1 Laivan automaatio suunnittelun määräykset

Laivan toimintavarmuuden takaamiseksi tarvitaan standardisointia, joka luo rajoja suunnittelulle. Laivan kaikkien teknisten ratkaisujen tulee noudattaa SOLAS (Safety Of Life At Sea) -säännöstöä, jossa määritetään aluksien turvallisuusrakenteiden ja -varusteiden vaatimukset. SOLAS -säännösten pohjana toimivat pitkälti muut määräykset kuten ATEX (Atmosphere Explosive) -ja koneturvallisuusdirektiivit, SFS- (Suomen Standardisoimisliitto) ja ISO (International Standardization Organization) -standardit sekä IP -luokitukset. (Lehto, P. opinnäytetyö, 2014). Kuvassa 2 on esitetty kuinka määräykset vaikuttavat projektin suunnitteluun.



Kuva 2. Määräysten liitännätpinnat (Lehto 2014, muokattu)

ATEX -direktiivi käsittelee räjähdysvaarallisia tiloja ja näissä käytettävien laitteiden vaatimuksia. Direktiivi vaikuttaa automaatiolaitteiden valintaan, sillä se määrittelee erilaisia vaatimuksia eri tiloissa sallituille laitteille sekä kaapeleille. Laivan räjähdysvaaralliset tilat jaotellaan luokkiin 0,1 ja 2 ja näistä luokka 0 on vaativin. (SFS ATEX)

Standardit voivat olla kansallisten standardijärjestöjen kuten SFS:n tai kansainvälisten standardijärjestöjen kuten ISO:n määrittämiä tai yritysten itselleen laatimia normeja.

Kansainvälisillä sopimuksilla säädetään ainoastaan kansallisten säännösten vaatimustason alaraja, joten säännösten vaativuus saattaa vaihdella merkittävästi eri valtioissa.

Jo alusta rakennettaessa tulee noudattaa sen valtion lainsäädäntöä, jonka lipun alla alus tulee liikennöimään. (Haatainen, 2000, 17-11)

Koneturvallisuusdirektiivillä on tarkoitus varmistua koneen turvallisesta käytöstä ja minimoida vaaratilanteet. Konedirektiivi kattaa aina suunnittelusta käyttöönottoon ja operointiin asti vaikuttavat asiat. Vakuutena siitä, että kone täyttää konedirektiivin vaatimukset sille on myönnettävä CE -merkintä. CE -merkintää vastaa laivateollisuudessa Ruori-merkintä. (EurLex, 2006)

IP -luokalla kuvataan laitekotelon suojausta. IP -koodissa on tunnuksen IP jälkeen kaksi numeroa, joista ensimmäisellä esitetään suojausta vierailta esineiltä ja toinen kuvaa suojausta vedeltä. (SESKO, SFS-EN 60529) Laiva on jaettu useaan eri IP -luokituksen vaativaan tilaan ja esimerkiksi konehuone vaatii IP44 koteloinnin.

SOLAS (International Convention for the Safety of Life at Sea) on kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä, jossa määritetään meriturvallisuuden vähimmäisvaatimukset. (Anttila R & Laine J, Laivojen sähkökäytön koulutuksen kehittämistarveselvitys) (Haatainen, 2000, 17-2) SOLAS -säännöstöllä määrätään automaatiolaitteiden kahdennusta ja laitteiden sijoittamista laivassa sekä tietyistä pakollisina tehtävistä mittaustiedoista ja näiden käsittelystä IAS (integrated automation system) -järjestelmässä. (IMO 2009)

Luokituslaitokset ovat yleensä kansainvälisesti toimivia yrityksiä, jotka suorittavat aluksille tarkastuksia viranomaisten valtuutuksella. Kansallisen lainsäädännön lisäksi luokituslaitoksilla on omia sääntöjä ja ohjeita, jotka määrittelee luokituslaitoksen kansainvälinen järjestö IACS (International association of classification societies). (Haatainen, 2000, 17-11) Luokituslaitos myöntää rakennettavalle alukselle luokkamerkin sen täyttäessä luokituslaitoksen asettamat rakenteelliset kriteerit. (Karikoski, 2000, 1-10)

### **2.1.2 Laivan automaationjärjestelmät**

Laiva sisältää useita erikokoisia järjestelmiä, joista osa toimii itsenäisinä järjestelminä ja osa osana suurempaa järjestelmää. Järjestelmien toiminnan varmistamiseksi sekä automaattisen ohjaamisen mahdollistamiseksi on kerättävä tietoja järjestelmän toiminnasta. Järjestelmän käyttäjät tarvitsevat myös tietoja varmistuakseen, että järjestelmät toimivat oikein.

IAS on koko aluksen kattava automaatiojärjestelmä, jolla ohjataan ja valvotaan laivan laitteita. IAS -järjestelmä sisältää operointiasemat/serverit, prosessiasemat, I/O-kortit, väylät sekä toimilaitteet. (Lehto P, opinnäytetyö, 2014)

ESD (Emergency Shutdown) -järjestelmä eli laivan hätäpysäytysjärjestelmä on itsenäisesti toimiva järjestelmä, jolla pystytään ohittamaan muut ohjausjärjestelmät hätätilanteen sattuessa. ESD -järjestelmän avulla voidaan esimerkiksi pysäyttää ilmastointi tulipalotilanteessa, jotta vältetään savun leviämiseltä aluksen eri osastoille. (ESD System description)

HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) - järjestelmä on laivan ilmastointia ohjaava itsenäinen tai IAS -järjestelmään integroitu automaatiojärjestelmä. HVAC koostuu AHU (Air Handling Unit) -yksiköistä ja FCU (Fan-Coil Unit) -yksiköistä sekä näiden toimilaitteista ja antureita.

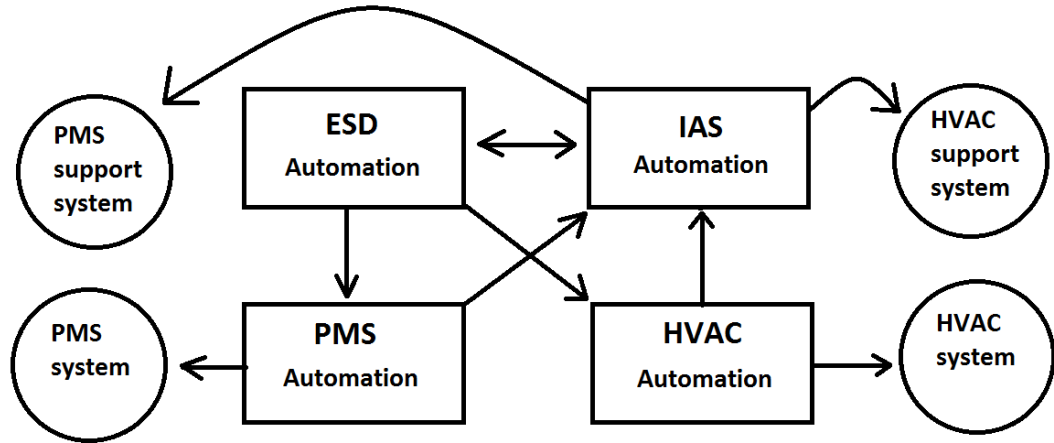
AHU -yksikkö toimii automaattisesti IAS -järjestelmän kontrollin alaisena, mutta vika-tilanteessa täytyy olla mahdollisuus myös manuaaliseen käyttöön IAS -järjestelmästä. FCU -yksikkö poikkeaa AHU -yksiköstä niin, että sillä voidaan tehdä säätöä huonekohtaisesti. HVAC -järjestelmään kuuluvat myös lämmönsiirtimet, esikäsittelyjärjestelmä sekä merivesipumput ja näitä ohjataan sekä valvotaan myös IAS -järjestelmästä. (Lehto P, opinnäytetyö)

Propulsiolla tarkoitetaan laivan käyttö- tai työntövoimaa. Propulsiojärjestelmiä on olemassa sekä sähköisiä että mekaanisia ja järjestelmä sisältää koneet ja potkurijärjestelmän. (Matusiak & Kanerva, 2000, 8-1)

Propulsiojärjestelmä on itsenäinen järjestelmä ja IAS -järjestelmän on tarkoitus ainoastaan vastaanottaa propulsiojärjestelmän lähettämiä tilatietoja, kuten hälytyksiä sekä tämän lisäksi valvoa pää- ja apukoneita. (Eriksson H, haastattelu, 6.4.2016)

PMS (Power Management System) -järjestelmä on laivan sähköntuotannon ohjausjärjestelmä, jonka tehtävänä on huolehtia sähköntuotannosta eri kuormitusolosuhteissa. PMS -järjestelmän on kyettävä tarpeen mukaan käynnistämään lisää generaattoreita, sulkemaan ja eristämään ylimääräisiä kuluttajia verkosta sekä sammuttamaan ylimääräisiä generaattoreita. (ABB AS Marine, s.33)

IAS -järjestelmän tarkoituksena on kerätä hyödyllistä tietoa eri järjestelmistä. Seuraavassa kuvassa 3 on esitetty yleisesti kuinka itsenäiset automaatiojärjestelmät liittyvät IAS -järjestelmään.

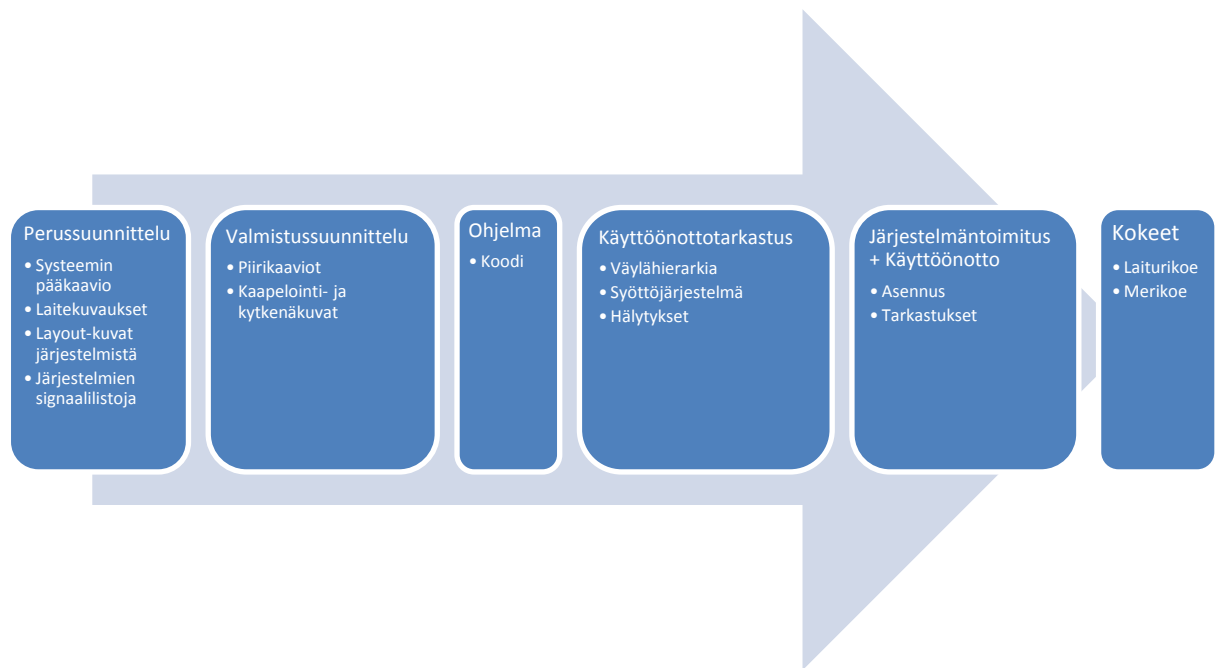


Kuva 3. Järjestelmien yhteys toisiinsa

IAS- ja ESD -järjestelmät toimivat itsenäisinä kokonaisuuksina, mutta kommunikoivat ja vaihtavat tietoja keskenään. Tarvittaessa ESD -järjestelmällä pystytään ohittamaan IAS -ohjaus ja pysäyttämään tähän liittyvät järjestelmät. Häätöpysäytyksen toimiessa ESD ilmoittaa IAS -järjestelmälle sekä pysäytetyn laitteen ohjaukselle pysäytyksestä. HVAC, propulsio ja PMS ovat itsenäisiä järjestelmiä, joiden tilatietoja kerätään IAS -järjestelmään. IAS -järjestelmällä pystytään ohjaamaan järjestelmiin kuuluvia laitteita, esimerkiksi propulsiojärjestelmän käynnistyessä IAS saa tiedon tästä ja osaa käynnistää tarvittavat apulaitteet. (Järvinen, haastattelu, 17.5.2016)

### 3 LAIVAN AUTOMAATIOSUUNNITTELUN VAIHEET

Laivan sähkösuunnittelu on pitkä prosessi, joka sisältää useita eri osa-alueita, kuten automaatio suunnittelun. Matka laivan valmiiseen automaatiojärjestelmään sisältää useita vaiheita, jotka on esitelty seuraavassa kuvassa 4 ja suunnittelun vaiheet kuvataan seuraavissa alaluvuissa.



Kuva 4. Matka valmiiseen automaatiojärjestelmään

#### 3.1 Suunnittelu

Laivan suunnittelu on jaettu kahteen osaan, jotka ovat perussuunnittelu ja valmistussuunnittelu. Perussuunnittelun on tarkoitus kestää muutamia kuukausia, riippuen laivatyyppistä ja valmistussuunnittelu alkaa välittömästi perussuunnittelun valmistuttua.

Eri järjestelmille on olemassa vastuuhenkilöt, jotka tarkastavat suunnittelijan tekemät suunnittelukuvat ja tämän lisäksi kuvat hyväksytetään vielä aliprojektin projektipäälliköllä, joka on vastuussa suunniteltavasta laivasta. Tällä tavoin varmistetaan, että kaikille kuville on nimetty tekijä ja vastuuhenkilö, jotka vastaavat kuvien ajoissa valmistumisesta.

ta sekä oikeellisuudesta ennen kuin ne lähetetään osastolta eteenpäin. (Kosola, 2000, 35-1)

### **3.1.1 Perussuunnittelu**

Perussuunnittelun pohjana toimii laivan sopimusaineisto (itse sopimus ja erittely liitteineen). Suunnittelu alkaa laivasopimuksesta ja tämän kanssa samaan aikaan tilaajalla, viranomaisilla ja luokituslaitoksella hyväksytetään laivan yleisjärjestelyjen, järjestelmien sekä tilojen ja rungon suunnittelu. Edellisten lisäksi myös materiaalit ja laitteet hyväksytetään.

Perussuunnittelun tuotoksena syntyvät kaaviot, laskelmat, luokituspiirrokset, hyväksytyt järjestelmäpiirustukset sekä komponenttien tekniset määrittelyt ja tilaukset. (Kosola, 2000, 35-1)

### **3.1.2 Valmistussuunnittelu**

Valmistussuunnittelun lähtötietoina toimii perussuunnittelussa syntyvä materiaali. Valmistussuunnittelun tuotoksena syntyvät työpiirustukset ja osaluettelot, hankintaimpulssit niistä materiaaleista, joita ei ole hankittu perussuunnitteluvaiheessa, sekä päivitetty perussuunnitteluaineisto ja luovutuspiirustukset.

Valmistussuunnittelu on joskus tarpeellista aloittaa jo ennen kuin kaikki perussuunnittelun materiaalit ovat saaneet lopullisen hyväksynnän. (Kosola, 2000, 36-1)

## **3.2 Factory Acceptance Test**

FAT (factory acceptance test) -testien eli käyttöönottotarkastuksien tarkoituksena on varmistaa, että automaatiojärjestelmä toimii sille määritettyjen vaatimusten mukaisesti ja tämän lisäksi testit toimivat opetustilaisuutena järjestelmän käyttäjille ja ylläpitäjille. Käyttöönottotestit suoritetaan ennen kuin järjestelmä toimitetaan asennuskohteeseen. (Automaatiosuunnittelun prosessimalli, s.16)

Laitevalmistaja järjestää käyttöönottilaisuuden tilaajalle, telakalle ja luokituslaitokselle. Tilaisuudessa esitellään järjestelmä, suoritetaan testauksia ja lopussa osallistujat hyväksyvät järjestelmän.

Käyttöönototarkastuksien aikana on tärkeää esittää miten automaatiojärjestelmät on liitetty tosiinsa. Tilaisuuden aikana esitetään myös eri hälytyksien toimintaa ja laitteista tarkistetaan, että kaikki tarvittava löytyy ja on kunnossa. Tarkastettavia asioita ovat esimerkiksi maadoitukset, merkinnät ja liitännät. Tilaisuuden lopussa on loppupalaveri, jossa esitetään ja listataan huomautuksia, hyväksytään järjestetyt testit sekä osallistujat allekirjoittavat hyväksyvänsä järjestelmän. (Saarnio, haastattelu, 1.2.2016)

### **3.3 Käyttöönotto ja kokeet**

Järjestelmien käyttöönotto pyritään aloittamaan yleensä välittömästi vesillelaskun jälkeen. Osana käyttöönottoa varustamon henkilökunnalle opetetaan järjestelmän käyttöä laivan myöhemmän operoinnin varmistamiseksi. Käyttöönottovaiheessa määritetään luovutusohjelma, joka päättyy merikoeajoihin. (Jaatinen, 2000, 41-3)

Käyttöönotto sisältää järjestelmän asentamisen laivaan, sekä järjestelmälle suoritettavat testaukset eli esimerkiksi tarkastetaan, että kaikki järjestelmän I/O-pisteet ovat kunnossa. Järjestelmän käyttöönottaja tarkastaa laitteen ennen käynnistystä ja tarkastajana toimii laitevalmistaja. (Järvinen, haastattelu, 3.3.2016)

Ennen laivan luovutusta telakan tulee tehdä erittelyssä määritetty koematka, jossa todetaan aluksen suorituskyky. Matkan jälkeen tilaaja antaa kirjallisen hyväksynnän aluksesta ja ilmoittaa mahdollisista puutteista. Laiva voidaan luovuttaa puutteista huolimatta, mikäli ne ovat laadultaan ja määrältään vähäisiä ja telakka sitoutuu korjaamaan puutteet omalla kustannuksella. (Gräsbeck, 2000, 32-2)

Tavoitteena on tarkastaa mahdollisimman laajasti järjestelmän toiminta varustelulaiturissa. Järjestelmien toimiessa satamaolosuhteissa vaaditulla tavalla siirrytään merikokeeseen. Merikokeessa suoritetaan luovutuskoeohjelman mittaukset ja simuloinnit, joita ei ole mahdollista suorittaa laiturissa. Koneistojärjestelmien säätöjen jälkeen siirrytään



suorituskykykokeisiin, joissa selvitetään laivan ohjailukykyä sekä varmistetaan virheetön toiminta jatkuvalla huippukuormituksella. (Jaatinen, 2000, 41-4)

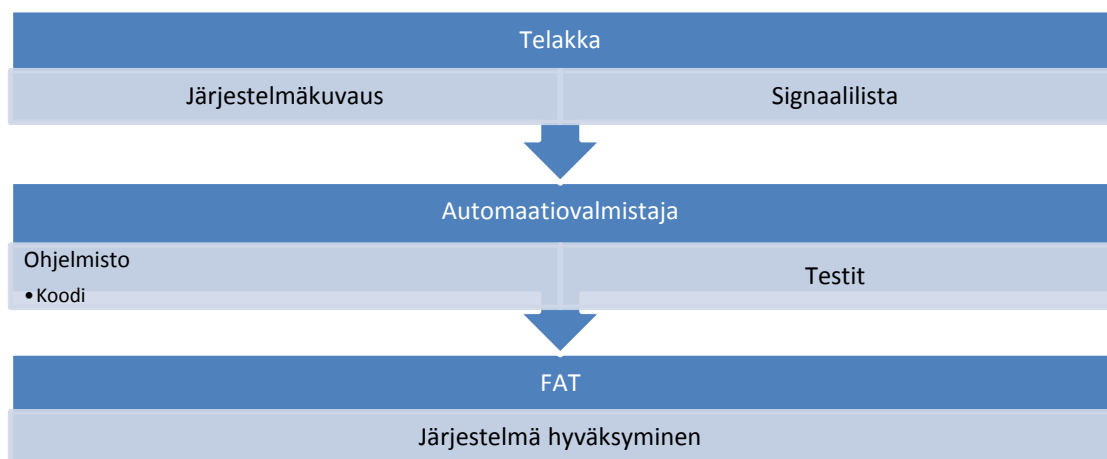
Merikokeen aikana tärkeimpiä suoritettavia testejä ovat blackout-testi sekä SRTP (Safe Return To Port), jolloin toinen konehuoneista pimennetään ja laivaa ajetaan ainoastaan käytössä olevilla koneilla. Viimeiset FAT huomautukset pyritään saamaan suljetuiksi kokeiden aikana. (Järvinen, haastattelu, 3.3.2016)

## 4 SIGNAALILISTA

Signaalilistan on tarkoitus toimia automaatiovalmistajan ja suunnittelijan välisenä sopimuksena. Automaatiokaapin valmistaja pystyy muun muassa rakentamaan signaalilistan perusteella oikean kokoisen I/O-kaapin. Signaalilista on Excel-taulukkopohjaan rakennettu lista, joka sisältää laivan kaikki signaalit ja signaaleihin liittyvän tärkeän informaation. Signaalilista toimii Excel-taulukon ensimmäisenä sivuna ja muilla välilehdillä on listan kannalta tarpeellista tietoa, kuten minkä tyyppisiä kortteja I/O-kaapeissa on käytössä. Tämän opinnäytetyöprosessin aikana tehdyssä kehitystyössä oli tavoitteena laajentaa merkittävästi välilehtien sisältämää informaatiota.

### 4.1 Signaalilista osana laivasuunnittelua

Signaalilista on keskeisessä osassa laivan automaatio suunnittelua. Signaalilista on osa automaatiojärjestelmän perussuunnittelua ja listan täyttäminen aloitetaan suunnittelun alkuvaiheessa. Tavoitteena on saada lista valmiiksi noin vuosi ennen laivan valmistamista, jotta sen sisältämää informaatiota päästään käyttämään muuttumattomana. Muutoksia ei saa enää tapahtua sen jälkeen, kun listan informaatio on toimitettu esimerkiksi ohjelman tekijöille. Ohjelman rakentamisen lisäksi signaalilistan informaatiota tarvitaan suunnittelun monissa dokumenteissa, kuten laitteiden signaalilistoissa sekä kaapelilistoissa. Kuvassa 5 on esitetty vuokaaviona, miten signaalilista liittyy automaatio suunnitteluun.



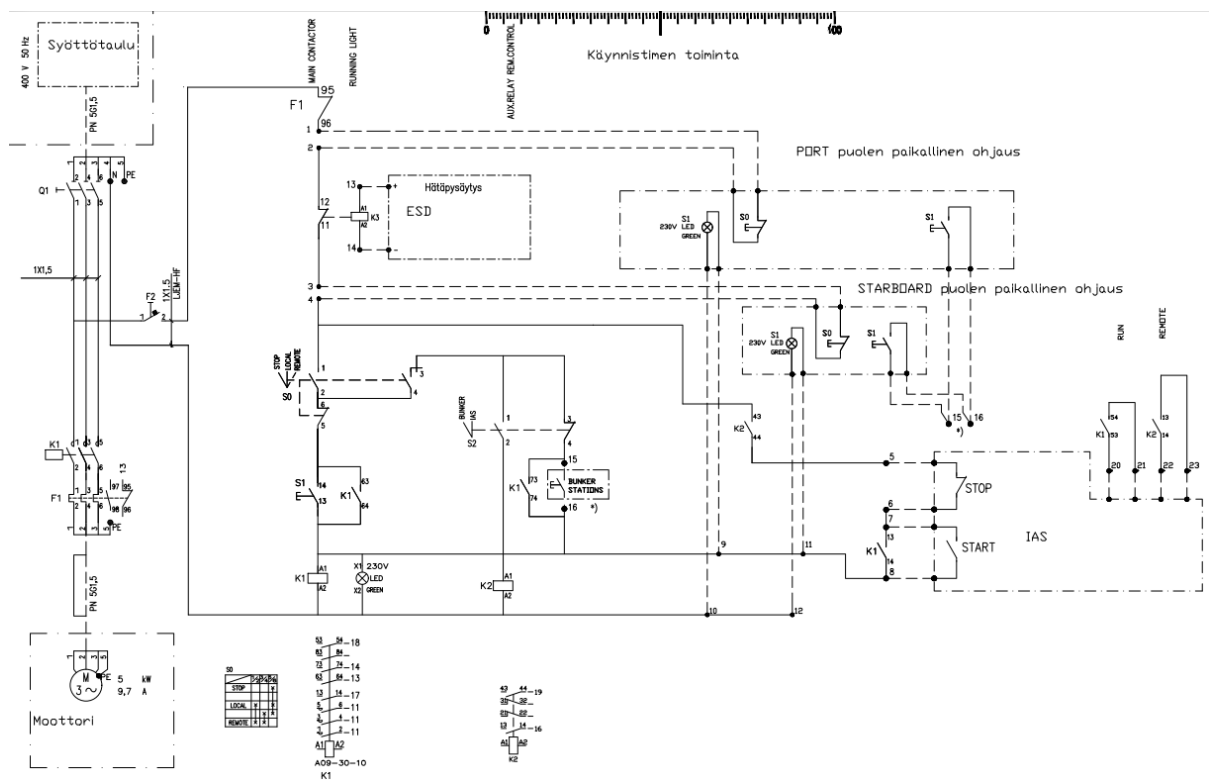
Kuva 5. Signaalilista osana automaatio suunnittelua

Signaalilistan lisäksi automaatio suunnittelun alkuvaiheessa tehdään myös järjestelmäkuvausta, jossa on esitelty laivaan suunniteltava automaatiojärjestelmä. Järjestelmän kuvaus on tekstidokumentti, joka sisältää tiedot valitun järjestelmän ratkaisusta ja siinä käsitellään mitä järjestelmä sisältää sekä kerrotaan mahdollisista ohjauksista ja kytkennöistä.

Signaalilistan valmistuttua sen informaatiota saadaan käytettyä hyödyksi ja automaatiovalmistaja voi aloittaa ohjelman rakentamisen listan pohjalta. Järjestelmän valmistuksen jälkeen automaatiovalmistaja järjestää FAT eli käyttöönottoilaisuuden. Käyttöönottoilaisuus on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.2.

#### 4.1.1 IAS -järjestelmä osana itsenäistä käyttöä

IAS -järjestelmä kerää itsenäisinä toimivien järjestelmien tietoja vaikka ohjausta ei suoritettaisikaan IAS -järjestelmästä. Seuraavassa kuvassa 6 on esitetty kuinka IAS -järjestelmä toimii osana moottorin ohjausta, jossa on käynnistin.



Kuva 6. IAS osana järjestelmää

Kuvassa on esitetty käynnistimen toiminta piirikaaviona ja piirikaaviosta nähdään kuinka IAS toimii osana itsenäistä järjestelmään. Kytkimellä S0 saadaan valittua ohjataanko järjestelmää paikallisesti vai etäohjauksella. Mahdolliset etäohjaukset voidaan suorittaa port- tai starboard-puolien ohjauspaikoilta tai ohjaus voidaan suorittaa IAS -ohjauksella ja tämä valinta tehdään S2 -kytkimellä.

Signaalilistaan kerätään itsenäisistä järjestelmistä kaikki ne signaalit, jotka liittyvät IAS -järjestelmään. Kuvassa 7 on esitetty, mitä signaaleja signaalilistaan tuodaan kuvan 6 mukaisesta käynnistimellä toimivasta järjestelmästä. Lisäksi kuvasta nähdään kuinka listan perusteella tiedetään kyseessä olevan käynnistinkäyttö.

Header_device	Component_No.	Component_Description	IAS / ESD	Description
6411K201	6411.001K	ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	IAS	ME 1 MDO FEED PUMP REMOTE
6411K201	6411.001K	ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	IAS	ME 1 MDO FEED PUMP RUN
6411K201	6411.001K	ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	IAS	ME 1 MDO FEED PUMP STOP COMMAND
6411K201	6411.001K	ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	IAS	ME 1 MDO FEED PUMP RUN HOURS
6411K201	6411.001K	ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	IAS	ME 1 MDO FEED PUMP START COMMAND
6411K201	6411.001K	ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	ESD	ME 1 MDO FEED PUMP EMERGENCY STOP

Kuva 7. Laitteen signaalit

Signaalilistaan tuodaan moottorin käyntitieto, pysäytys- ja käynnistyskäskyt, moottorin käyntiaika, mahdollinen hätäpysäytys sekä tieto moottorin ollessa etäohjauksella. Komponenttinumeron kirjain K sekä komponenttikuvauksesta nähdään, että järjestelmä sisältää käynnistimen.

## 5 KEHITETTY SIGNAALILISTA

Signaalilistan kehitysprojektin tarkoituksena oli yksinkertaistaa ja nopeuttaa listan täyttämistä. Listan täyttämistä pyrittiin tekemään melko automatisoitua kehittämällä listaan erilaisia työkaluja, joiden avulla saadaan tuotua esimerkiksi tietyn laitteen tarvitsemat signaalit samanaikaisesti listaan, eikä näitä tarvitse lisätä yksi kerrallaan. Listan täytön automatisoinnin tarkoituksena on nopeuttamisen lisäksi myös välttää näppäilyä johtuvista virheistä, sillä lista hakee tiedon suoraan signaalilistan muilta välilehdiltä. Muut välilehdet sisältävät muun muassa tietoa, jota tuodaan muista suunnittelutietokannoista. Lisäksi signaalilistan tietoa saadaan siirrettyä suoraan esimerkiksi AutoCAD -kuviin ja sieltä signaalilistaan kehitetyn DB export -työkalun avulla, joka on tarkemmin esitelty kappaleessa 5.3.5.

### 5.1 Signaalilista

Ensimmäinen välilehti eli signaalilista on listan pääsivu. Sivulla esitetään kaikki tarpeellinen tieto signaaleista ja kappaleissa 5.1.1 – 5.1.5 on esitetty tarkemmin osia pääsivun sisältämästä informaatiosta. Tietoa pääsivulle kerätään muilta välilehdiltä kehitystyön tuloksena syntyneiden täyttöä helpottavien toimintojen avulla. Kuvassa 8 on esitetty mitä tietoa tuodaan signaalilistaan välilehdiltä.

Signaalilista				
<b>Laitteen tiedot</b> • Mars-välilehti	<b>Sijaintitiedot</b> • Mars-välilehti • Cadmatic-välilehti	<b>Piirustustiedot</b> • Reference-välilehti • Kpi-report	<b>Korttitiedot</b> • I/O-kortti välilehti	<b>Signaalipaketit</b> • Käynnistintyytit - välilehti • Katkaisijatyytit - välilehti

Kuva 8. Välilehdiltä signaalilistaan tuotava tieto

Välilehtien materiaaleista laitteen tietoja sekä sijainti- ja piirustustietoja käytetään signaalilistan pääsivun paikkaansa pitävyyden tarkastamiseen. Korttitieto- ja signaalipaketivälilehtien tarkoituksena on toimia listan automaattiseen täyttöön kehitettyjen työkalujen materiaalina.

Kehitetystä signaalilistasta voidaan nähdä tietyn laitteen, taulun tai yksittäisen toiminnon kaikki tarpeellinen tieto selkeästi ja nopeasti. Tiettyä laitetta tarkasteltaessa nähdään onko laite liitetty taajuusmuuttajaan tai käynnistimeen sekä laitteen sijainti laivassa. Listasta nähdään lisäksi kuuluko laite IAS- vai ESD -järjestelmään ja nähdään mihin I/O-kaappiin laite on kytketty sekä laitteelle valitun I/O-kaapin sijainti laivassa. Lista sisältää myös paljon muuta informaatiota, kuten kaapeli- ja korttitiedot, signaalintyypit, sekä laitteisiin liittyvien suunnittelukuvien kuvanumerot.

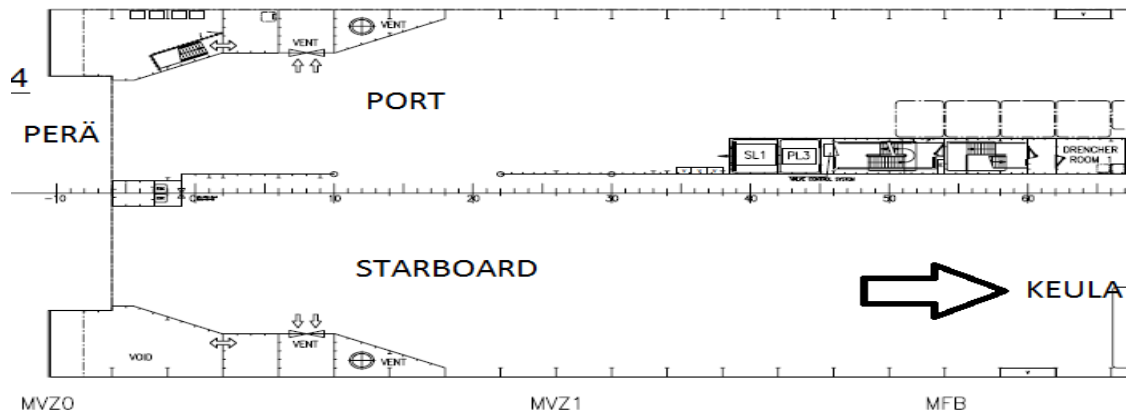
### 5.1.1 Laitteen tiedot

Signaalilistasta nähdään laitteen tiedot eli litteranumero, mahdollisen käynnistimen tai taajuusmuuttajan tunnus sekä laitteen kuvaus. Litteranumeron avulla on eritelty eri järjestelmät ja näihin kuuluvat laitteet toisistaan. Komponenttinumero kertoo mihin kaapeli tuodaan kaapilta eli se voi olla esimerkiksi katkaisija tai käynnistin ja etulaite on komponentti, johon kaapeli viedään eteenpäin mahdolliselta katkaisijalta tai käynnistimeltä eli se voi esimerkiksi olla jokin laite tai yksikkö. Kuvassa 9 on esitetty, mitä kaikkia laitteen tietoja esitetään signaalilistassa.

A	B	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Header_device	Component_No.	Component_Description	Area	Deck	Frame	Dist	Location_code	grp	I-CODE	IAS_/ESD	I/O_CABINE	C_Area	C_Deck	C_Frame	C_Dist	C_Location_code	Theoretical_cable_le
5221.001	5221.001K	GREY WATER DISCHARG	013Z	1	129	P8	136P8D01	AEQ		IAS	9311A22	013Z	1	118	P1	118P1D01	28.5

Kuva 9. Laitteesta esitettävä tieto

Komponentin sijaintitiedoissa on esitetty alue sekä kansi, missä komponentti sijaitsee. Tarkempi sijainti saadaan esitettyä kaariasteikon ja port- tai starboard-määrityksien avulla. Laivan yleisjärjestelykuvissa kulkee kaariasteikko keskellä laivaa aina laivan perästä keulaan asti. Laiva on jaettu kaariasteikosta port-puoleksi eli perästä katsottuna laivan vasenpuoli sekä starboard-puoleksi, joka vastaavasti on laivan oikeapuoli perästä katsottuna. Kuvassa 10 on esitetty kaariasteikko sekä laivan jako port- ja starboard-puoliksi. Laiva on myös jaettu useampaan paloalueeseen kuvassa 10 esitetyllä tavalla, kuvassa näkyvät paloalueet MVZ0 ja MVZ1.



Kuva 10. Sijaintiasteikko

Laivan tietyn komponentin sijainti saadaan esitettyä täsmällisesti sijaintikoodin avulla. Esimerkiksi sijaintitiedon 135P8D01 ensimmäinen luku 135 on komponentin sijainti kaariasteikolla, P kertoo komponentin sijaitsevan laivan vasemmalla puolella perästä katsottuna ja numero 8 kertoo etäisyyden metreinä keskiviivasta. Viimeinen osa D01 kertoo millä kannella komponentti sijaitsee.

### 5.1.2 Tunniste

Tunnistekoodilla yksilöidään kaikki signaalilistan automaattisignaalit. Tunnisteen tarkoitus on yksilöinnin lisäksi esittää tarpeellinen tieto signaalista. Seuraavassa kuvassa 11 on esitetty esimerkki käytössä olevasta tunnisteesta ja sen muodostumisesta.

V	W	X	Y	Z
Tag_Target	Tag_Letter	Category	Tag_Number	Description
5221	M	5200	5221M001.1	GREY WATER DISCHARGE PUMP 1 REMOTE

Kuva 11. Tunnisteen muodostuminen

Tunnisteen ensimmäinen osa on tag target eli komponentin tai mahdollisen etulaitteen koodi eli numerosarja, erittelee järjestelmät toisistaan. Tunnisteen seuraava osa on tag letter eli kirjain, jonka perusteella tiedetään minkä tyyppinen signaali on kyseessä. Tunnisteen loppuosa kertoo kuinka mones kyseinen komponentti on kategoriassa ja pisteen jälkeinen osa ilmoittaa minkä toiminnon signaali sisältää. Keltaisella pohjalla olevassa kuvauksessa on selitetty, mikä signaali on kyseessä eli nähdään mille järjestelmälle sig-

naali kuuluu sekä minkä toiminnon signaali sisältää. Kuvassa 11 esitettyssä signaalissa tag target on 5221, joka kertoo signaalin litteran kuuluvan vedenkäsittely järjestelmää, tag letter M kertoo signaalin kuuluvan käynnistimelle ja category 5200 kertoo, että signaalin kuuluu laitteelle, joka on osa jäte- ja juomavesi kategoriaa. Tag number muodostuu aiemmin esitetystä tiedoista ja lisäksi M001.1 kertoo kuinka mones laite on kyseisessä kategoriassa ja pisteen jälkeinen numero kertoo signaalin sisältävän remote-tiedon eli laitetta ohjataan etäohjauksella.

Tunnisteen täyttöön kehitettiin toiminto, joka luo tunnistenumeron automaattisesti ja näin voidaan varmistua siitä, ettei lista sisällä kahta samanlaista tunnistetta. Toiminto varmistaa, että numerointi on selkeä ja yhtenäinen. Tunnisteesta on tarkoitus nähdä nopeasti kaikki tarpeellinen tieto signaalista. Listaan täytetään tarvittavat tiedot ja toiminto kokoaa tietojen perusteella signaalille seuraavan vapaan yksilöllisen tunnisteen.

### 5.1.3 Kortti- ja kaapelitiedot

Signaalilistan kortti- ja kaapelitieto kohtaan täytetään kaikki AutoCAD -kuvissa vaadittava tieto, jotta signaalilistan tietoa voidaan suoraan siirtää AutoCAD -ohjelmaan kehitetyn työkalun avulla. Kuvassa 12 on esitetty korteista ja kaapeleista esitettävät tiedot.

AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM			
Board type	Board	Channel	Tag_status	Cable_number	Old_cable_number	X=To_routine	Cable_Type	Cable_group	S RTP	Terminalboard			
DO16P	BO-1	0		5221.001-4		X	PN 5X1,5	CP		80RO16-1			
AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA
Core1	Term.1	Conn.1	Core2	Term.2	Conn.2	Core3	Term.3	Conn.3	Core4	Term.4	Conn.4	Shield	b_Shield
1	X1	5	2	X1	6								

Kuva 12. Kortti- ja kaapelitiedot

Korteista ilmoitetaan korttityyppi ja mihin kanavaan signaali liitetään kortissa. Kaapeleista ilmoitetaan kaapelin numero, tyyppi ja erikseen merkitään kirjaimella X kaapeli, joka menee reititykseen. Korttitiedot täyttyvät listaan automaatiomäärittelytoiminnon avulla. Liitteessä 1 on esitetty kortti- ja kaapelitietojen täyttöön kehitetty automaatiomäärittelytyökalu, jonka avulla voidaan myös siirtää tietoa eri ohjelmien välillä.



### 5.1.4 Signaalityyppi

Signaaleista esitettävä tieto riippuu siitä, minkä tyyppisestä signaalista on kyse ja mihin tarkoitukseen signaalia tarvitaan. Kuvassa 13 on esitetty, mitä kaikkea tietoa signaaleista voidaan esittää.

SIGN_T YPE	Need_Barrier_is olator_or_equal	Barrier_type	Modbus_a ddress	Modbus_Data_bit	SIGN_ UNIT	Contact_direction_w hen_Description_is_ true	Type	Range	Range_uni t	
SL14			40028	9	AI		Indication			
SL14			40031		AI		Indication	-160-160	rpm	
Modbus_Data_Multiplier	Setp	limit_HH	limit_LL	Delay	C/G	Alarm_group	Mimic	Supr_group	ESD_groups	Info
										10 = 1 rpm, ( 0 = 0rpm)

Kuva 13. Signaalin tiedot

Signaalilistassa on tärkeää esittää minkä tyyppinen signaali on, mahdollinen väylänoite, signaalin mahdolliset rajat sekä tarpeelliset lisätiedot, jotka liittyvät signaaliin. Signaaleista täytettävää tietoa käytetään signaalin määrittelyyn, informaatiolähteenä ohjelman tekijälle sekä automaattiseen kuvanpiirtoon, joka onnistuu kehitetyn toiminnon avulla. Osa signaalien tiedoista tarvitaan näihin kaikkiin, mutta osa tiedoista käyttää ainoastaan esimerkiksi ohjelman tekijä eli signaaleista täytettävän tiedon määrä voi poiketa eri signaaleilla.

### 5.1.5 Kuvanumerot

Listassa esitettyihin signaaleihin liittyy aina kolme erilaista kuvaa, jotka ovat järjestelmän kuvaus, kaapelointikuva sekä laitteen signaalilista PDF -muodossa. Kuvat löytyvät Kronodoc-järjestelmästä, joka on esitelty tarkemmin kappaleessa 5.2.1. Signaalilistasta löytyvää kuvattunusta painamalla kuva avautuu Kronodoc-järjestelmässä. Lisäksi listasta nähdään signaalin versionumero, jonka avulla voidaan todeta listan olevan ajan tasalla. Versionumeroa verrataan Kronodoc-järjestelmän viimeisimpänä julkaistuun kuvaan. Versionumeron jälkeen esitetään kuka on vastuussa signaalin lisäämisestä ja milloin signaali on lisätty listaan. Jos signaalia muutetaan ensimmäisen lisäyksen jälkeen, päivitetään versio seuraavaksi kirjaimeksi, merkitään kuka on tehnyt kyseisen

muutoksen listaan, mitä on muutettu ja päivämäärä jolloin muutos on lisätty listaan. Kuvassa 14 on esitetty mitä tietoja signaalilistaan täytetään signaaliin liittyvistä kuvista.

BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD
System_Diagram	Connection_Drawing	IO_List_Drawing_Number	Version	Signal_Status	Responsible	Change_Note	Date
<a href="#">D.391.5220.701.001</a>	<a href="#">D.391.5221.906.004</a>	<a href="#">D.391.5220.909.001</a>	A		KimK	First issue	13.8.2015

Kuva 14. Suunnittelukuvista täytettävät tiedot

Kehitetyssä signaalilistassa merkittävin muutos signaaleihin liittyvien kuvien osalta oli linkin lisääminen kuvatunnukseen. Signaalilistan kuvatunnusta painamalla kuva avautuu Kronodoc-järjestelmässä. Lisäksi muutoksena vanhaan signaalilistaan verrattuna lisättiin signaaliin versionumero, jonka avulla voidaan varmistua signaalilistan ja signaaliin liittyvien kuvien olevan ajan tasalla.

## 5.2 Listan välilehdet

Listan ensimmäisellä sivulla eli pääsivulla on esitetyn signaalilistan lisäksi useita välilehtiä, joita käytetään listan automaattisessa täytössä sekä varmistamaan listan informaation paikkaansa pitävyyttä.

### 5.2.1 Kronodoc-järjestelmä

Kronodoc-järjestelmä on suunnittelukäytössä oleva dokumenttien hallintajärjestelmä. Signaalilistan KPI -report välilehdelle on kerätty Kronodoc-järjestelmän informaatio taulukkomuotoon eli välilehti sisältää tarpeellista tietoa laitteisiin liittyvistä suunnittelukuvista. Kronodoc-tiedoista verrataan kuvien versiotietoja signaalilistan versiotietoon ja tiedon poiketessa toisistaan signaalilistan versiosarakkeen pohja muuttuu punaiseksi. Toiminnon avulla voidaan olla varmoja, että signaalilistan tiedot ovat ajan tasalla Kronodoc-järjestelmän kuvien kanssa.

Kronodoc-järjestelmään lisätään kuvia usean ihmisen toimesta ja kuvat päivittyvät mahdollisesti suunnittelun aikana monta kertaa. Kuvista täytyy tehdä uusi versio aina, jos vanha kuva on ehditty hyväksyä. Signaalilistan KPI-report välilehti päivitetään päi-

vittäin, jolloin voidaan olla varmoja, että signaalilistaan verrattava Kronodoc-järjestelmän tieto on aina ajan tasalla. KPI -report välilehdeltä löytyy työkalu, joka hakee Kronodoc-järjestelmän uusimman tiedon ja muotoilee tämän taulukko muotoon ja taulukon tiedot siirretään reference- välilehdelle, jossa yhden laitteen kaikki kuvat kerätään yhteen ja siirretään ja edelleen eteenpäin signaalilistaan.

### **5.2.2 Cadmatic**

Cadmatic on 3D -suunnitteluohjelma ja signaalilistan välilehdelle on lisätty 3D -suunnitteluun piirrettyjen komponenttien sijaintitieto taulukkomuodossa. Näiden listojen sijaintitietoja verrataan toisiinsa ja erotessaan toisistaan poikkeavan tiedon pohja muuttuu punaiseksi signaalilistassa.

### **5.2.3 Materiaalinhallintatyökalu**

Mars-järjestelmä on suunnittelussa käytettävä materiaalinhallintatyökalu, johon lisätään komponenttien sijaintitietoja ja Mars-järjestelmän materiaali löytyy taulukkomuodossa signaalilistan välilehdeltä. Signaalilistassa esiintyviä sijaintitietoja verrataan Mars-järjestelmä tietoihin, jotta nähdään mahdolliset muutokset ja saadaan pidettyä signaalilista ajan tasalla.

### **5.2.4 Käynnistimet ja katkaisimet**

Signaalien automaattista täyttöä varten koottiin valmiita signaalipaketteja listan välilehdelle. Signaalipaketteja koottiin erityyppisille käynnistimille ja katkaisijoille.

Eri taulutyypit tarvitsevat erilaisia signaalipaketteja ja näitä paketteja tehtiin keskijännitetaululle (PS), alajännitetaululle (MS) sekä hätätaululle (ES). Jokaisella taulutyypillä on vielä erilaisia käyttöjä, jotka tarvitsevat erilaisia signaaleja esimerkiksi keskijännitetaulun propulsio- ja muuntajakäyttöjen signaalipaketit eroavat toisistaan.

Myös käynnistimien signaalipaketteja tehtiin eri tarkoituksiin. Laitteet, jotka vaativat taajuusmuuttajan toimiakseen vaativat eri signaaleja kuin käytöt, jotka tarvitsevat ainoastaan peruskäynnistimen.

### **5.2.5 I/O-tiedot**

I/O-tietoja, joiden avulla pysytään ajan tasalla I/O pisteiden määrästä, löytyy usealta välilehdeltä. I/O kaapit -välilehdelle on listattu kaikki mahdolliset IAS -kaapit, ESD -kaapit sekä venttiilien valvontakaapit. Listasta nähdään kaapin sijainti, sekä kaappiin asennettujen signaalien määrä ja tyyppi. Lisäksi listasta nähdään kuinka paljon ja minkä tyyppisiä signaaleja kaappiin mahtuu. Tämän tiedon perusteella pystytään suunnittelemaan tarkasti kaapelien vedot ja valitsemaan laitteille paras mahdollinen kaappi.

## **5.3 Toiminnot**

Signaalilistaan kehitettiin erilaisia toimintoja sen täytön helpottamiseksi sekä listan oikeellisuuden tarkastamiseen. Välilehdille kerättyjä informaatioita käytetään hyväksi kehitetyissä toiminnoissa.

### **5.3.1 Signaalilista ajan tasalla**

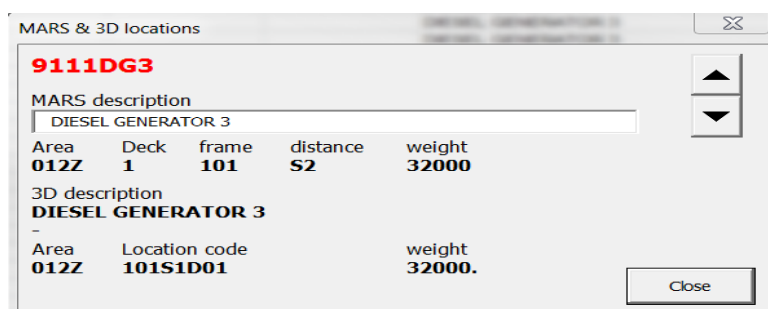
Signaalilistaan kehitettiin toiminto, joka kertoo listan poikkeavuuden vertailtaessa muiden järjestelmien tietoihin, jotka löytyvät listan välilehdiltä. Signaalilistan merkitsee vanhentuneen tiedon punaisella pohjalla. Listan tiedon vanhentuminen voi esimerkiksi johtua siitä, kun 3D suunnittelussa on muutettu jonkin komponentinpaikkaa ja uutta sijaintitietoa ei ole päivitetty signaalilistaan. Sen lisäksi, että lista esittää päivittämättömän tiedon se myös ehdottaa päivitettyä tietoa vanhentuneen tilalle. Hyväksymällä listan ehdottaman päivitetyn tiedon, käyttämällä tähän tarkoitukseen kehitettyä makro näppäinyhdistelmää, muuttuu punainen pohja vihreäksi merkinä siitä, että lista on taas ajan tasalla. Kuvassa 15 on esitetty ensin vanhentunut tieto ja seuraavana tilanne, jossa vanhentunut tieto on päivitetty makron avulla ajan tasalle.

Area	Deck	Frame	Dist	Location_code	grp	I-CODE	IAS / ESD	I/O_CABINE	C_Area	C_Deck	C_Frame	C_Dist	C_Location_code
022S	2	62	S12	62S11D02+400	MEQ		IAS	9311A13	022S	2	64	S15	68S7D02+400
022S	2	62	S12	62S11D02	MEQ		IAS	9311A13	022S	2	67	S7	67S7D02

Kuva 15. Listan vanhentunut sekä kehitetyllä työkalulla päivitetty tieto

### 5.3.2 Sijaintitietovalikko

Signaalilistan sijaintitietojen paikkaansa pitävyyttä vertaillaan muilla välilehdillä esitettyyn informaatioon, kuten kappaleessa 5.3.1 on esitetty. Sijaintitietojen poikkeavuuden tarkastamiseen on myös kehitetty työkalu, joka avaa kuvassa 16 esitetyn valikon.



Kuva 16. Sijaintitieto valikko

Valikossa on esitetty komponentin sijaintitiedot Mars-järjestelmässä sekä 3D -suunnitteluohjelmassa. Valikon avulla nähdään minkä lähteen tieto poikkeaa toisista ja osataan päivittää poikkeavan järjestelmän tieto ajan tasalle.

### 5.3.3 Järjestelmien signaalilistat

Kronodoc-järjestelmässä jokaiselle automaatiojärjestelmän laitteille on olemassa myös oma signaalilista, jossa on esitetty laitteeseen kuuluvat signaalit. Signaalilistaan kehitettiin toiminto, joka muotoilee pääsivun, laitteiden signaalilistan vaatimalla tavalla eli piilottaa listasta ylimääräisen informaation. Kehitetystä työkaluvalikosta valitaan halutun laitteen kuvanumero ja toiminto muotoilee listan esittämään ainoastaan tutkittavan laitteen tarvitsemat signaalit.

### 5.3.4 Automaation määrittely

Automaation määrittelyyn on kehitetty työkalu, jolla nähdään kaikkien automaatiokaappien sisältämät kortit ja korttien kanaviin liitetyt signaalit. Työkalulla määritettävä tieto on automaatio suunnittelijoiden ja automaatiovalmistajan välinen sopimus siitä, mihin automaatiokaappiin ja kaapin kanavaan signaali liitetään. Liitteessä 1 on esitelty automaationmäärittelyn kehitetty työkaluvalikko.

### 5.3.5 DB export

Signaalilistaan kehitettiin toiminto, jonka avulla listan tuottamasta tiedosta automaatiokaappien AutoCAD -kuvat saadaan piirrettyä automaattisesti. Myös päivitetty tieto saadaan vietyä AutoCAD -kuviin tai vastaavasti sieltä signaalilistaan. Vaatimuksena on, että AutoCAD -kuva on piirretty käyttäen ”blokkeja”, joihin pystytään määrittämään erilaisia tietoja.

Excel-pohjaisen signaalilistan täytön ongelmana on, että listaa voi käyttää pääkäyttäjänä ainoastaan yksi kerrallaan eli henkilö, joka avaa listan ensimmäisenä. Muut samanaikaisesti listaa käyttävät ovat tarkastelutilassa eli pystyvät käyttämään listaa normaalisti, mutta eivät pysty tallentamaan muutoksia listaan. Ongelman ratkaisuksi kehitettiin DB export -työkaluun toimintoja, joiden avulla voidaan kanavien ja kaapeleiden muutokset lisätä jälkikäteen listaan. Tarkastelutilassa tehdyt muutokset tallennetaan omaan listaan ja lisätään yhteiseen listaan jälkikäteen kun päästään käyttämään sitä pääkäyttäjänä.

### 5.3.6 Tarkastukset

Signaalilistaan on kehitetty useita tarkastus toimintoja, jotka hyödyntävät tarkastuksessa muita suunnittelutietokantoja sekä aiemmin signaalilistaan syötettyä informaatiota. Tarkastus toiminnoista osa toimii automaattisesti ja osa käyttäjän toimesta. Tarkastus toimintojen avulla pyritään välttymään listan sisältämiltä virheiltilä.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli esitellä kehitystyön tuloksena valmistunutta automaatio-suunnittelussa keskeisessä osassa olevaa signaalilistaa. Työn mahdollistamiseksi osallistuttiin kehitysprojektiin ja opinnäytetyössä käsitellään kehitystyön tuloksena syntyneitä ratkaisuja.

Kehitystyön tavoitteena oli tehdä listan täyttämisestä ja tarkastamisesta yksinkertaisempaa sekä täytön automatisoinnin tarkoituksena oli välttyä näppäilyistä johtuvilta virheiltiltä. Lisäksi listaan kehitettiin toimintoja joiden avulla pystytään lähettämään ja vastaanottamaan tietoa signaalilistan ja muiden suunnittelussa käytössä olevien ohjelmien välillä. Kehitetyn toiminnon tarkoituksena on, että muuttunutta tietoa ei tarvitse käydä muuttamassa erikseen käsin esimerkiksi suunnittelukuviin, vaan ainoastaan signaalilistaa päivittämällä saadaan myös päivittynyt tieto vietyä AutoCAD -ohjelmaan. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada aikaan toimiva käyttöohjeistus signaalilistan käyttäjille ja selvittää miten kehitettyjä makro-työkaluja pystytään hyödyntämään signaalilistassa.

Ohjeistus kirjoitettiin englanninkielisenä, sillä tarkoituksena oli, että Meyer Turku Oy ottaa ohjeistuksen käyttöön yleisenä signaalilistan käyttöohjeena. Yrityksessä työskentelee paljon vieraskielisiä henkilöitä ja yhteistyö Meyer Werftin kanssa tiivistyy jatkuvasti, joten suomenkielisen ohjeistuksen hyöty olisi jäänyt vähäiseksi.

Signaalilistan kehitystyö jatkui koko opinnäytetyön ajan ja listan kehittämistä tullaan vielä jatkamaan tulevien laivaprojektien aikana. Osa toiminnoista ei toimi vielä halutulla tavalla ja uusia ideoita listan hyödyntämiseksi kehitetään koko ajan lisää.

## LÄHTEET

ABB AS Marine: Ådnanes, Alf Kåre. Marine Electrical Installations And Diesel Electric Propulsion. Oslo, 2003, s. 33

Automaatiosuunnittelun prosessimalli – Suomen automaatioseura ry:n verkkojulkaisu, 2007. Luettu 6.4.2016. <http://www.automaatioseura.fi/ANTI-2.pdf>

DNV GL. 2012. Part 6 Chapter 2. Newbuildings Special Equipment and Systems - Additional Class. Teoksessa Det Norske Veritas AS. Rules for Classification of Ships: Redundant Propulsion. 2012. Luettu 8.4.2016  
<https://exchange.dnv.com/servicedocuments/dnv>.

EUR-Lex. Direktiivit. Konedirektiivi 2006/42/EY. Luettu 18.4.2016 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1460959228588&uri=CELEX:32006L0042>

Eriksson, H. järjestelmävastaava. Haastattelu 6.4.2016. Haastattelija Karlsson, K. Turku.

ESD system description, Meyer Turku. Luettu 8.4.2016.

Gräsbeck, J. 2000. Teoksessa P. Räisänen Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja, 2. painos, Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Haatainen, P. 2000. Perussuunnittelu. Teoksessa P. Räisänen Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja, 2. painos, Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Järvinen, J. järjestelmävastaava. Haastattelu 3.3.2016. Haastattelija Karlsson, K. Turku.

Kosola, P. 2000. Perussuunnittelu. Teoksessa P. Räisänen Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja, 2. painos, Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Lehto, P. 2014. Laiva-automaation suunnittelun ohjeistus. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Matusiak & Kanerva, 2000. Teoksessa P. Räisänen Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja, 2. painos, Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä.

Saarnio, H. järjestelmävastaava. Haastattelu 1.2.2016. Haastattelija Karlsson, K. Turku.

Sesko. 2011. Kotelointiluokkien standardit.14.9.2011. Luettu 7.4.2016.  
[http://www.sesko.fi/viestit\\_ja\\_vinkit/lisaa\\_uutisia/arkisto\\_2011/heina-syyskuu\\_2011/kotelointiluokkien\\_standardit.506.news](http://www.sesko.fi/viestit_ja_vinkit/lisaa_uutisia/arkisto_2011/heina-syyskuu_2011/kotelointiluokkien_standardit.506.news)

SFS Ry. 2011, ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokituksen standardit, SFS: Helsinki. Luettu 7.4.2016.  
<http://www.sfs.fi/files/60/atexesite.pdf>

Silfverberg, P 2007. Ideasta projektiksi: projektisuunnittelun käsikirja Oy Edita Ab Helsinki



LIITTEET

Liite 1. Automaatiomäärittelyn työkaluvalikko

Ship Overview

6344T16158 S THRUST BEARING AHEAD HIGH TEMPERATURE ALARM PT100 °C Cabinet: 9311A11 Board: PT100-3 Channel: Cable: 6344T1A16158: 1 / 2 / 3 /

Select channel

6344T16152 6344T1A16152: 1 / 2 / 3 / °C  
 ch0 6344T16153 S THRUST BEARING PLAIN HIGH TEMPERATURE ALARM PT100 °C  
 ch1 6344T16153 S SHAFT THR BRG LO UNIT HIGH TEMPERATURE ALARM PT100 °C  
 ch2 6344T16157 S THRUST BEARING ASTERN HIGH TEMPERATURE ALARM PT100 °C  
 ch3 6344T16158 S THRUST BEARING AHEAD HIGH TEMPERATURE ALARM PT100 °C

9311A1M	BE-1	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A11	BE-2	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A12	BE-3	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A13	BE-4	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A14	BE-5	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A21	BE-6	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A22	BE-7	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A23	BE-8	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A24	BE-9	DI16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A25	BE-1	DI8M	0	1	2													
9311A1R	BO-1	DO16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A2M	BO-2	DO16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9311A2R	BO-3	DO16P	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9424A1M																		
9424A11																		
9424A1R																		
9424A12	AL-1	AI16C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9424A21	AL-2	AI16C	0	1	2													
9424A22																		
9424A23	AO-1	A08C	0	1	2	3	4	5	6									
9343VCC11	AO-2	A08C	0															
9343VCC12																		
9343VCC21	PE100-1	TI4W3	0	1	2													
9343VCC22	PE100-2	TI4W3	0	1	2	3												
9343VCC23	PE100-3	TI4W3	0	1	2	3												
	PE100-4	TI4W3	0	1	2	3												
	PE100-5	TI4W3	0	1	2	3												
	PE100-6	TI4W3	0	1	2	3												
	PE100-7	TI4W3	0	1	2	3												

THRUST BEARING S  
 THRUST BEARING S  
 S THRUST BEARING AHEAD HIGH TEMPERATURE ALARM

6341.002  
 6344T1A16158  
 6344T16158

Close

Print Form

Change Status

Add instrument connection by material

Add Terminalboards, make card slots, card terminals, define blocks

In precut.date In prod.date Annex\_Contractor Ready date DB structure export

Import DWG used blocks Import DWG cabledata Import status\_data Import channel\_data Import cabledata DB export

## Liite 2. Ohjeistus

### INSTRUCTIONS

This section is made as a guide for designer's. In these instructions is demonstrated how to use signal list functions and how the user must act if something has to be removed from the list.

#### 1. SHIFT + CTRL + L

With this key combination you can check which are the locations of components, header devices or cabinets. In figure 1 you can see the menu which opens with this key combination

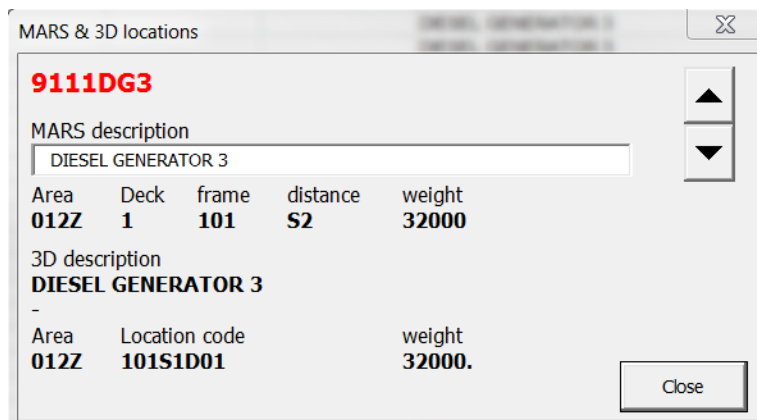


Figure 1. Locations

In the menu the location information from MARS description and 3D description is shown. You can easily compare the correctness of location information and you can also see the possible weight of component. This macro was made that the user can easily see if information is missing or system includes outdated information.

## 2. SHIFT + CTRL + O

The purpose of this tool which works with the above key combination is to update outdated information to the list. If signal list includes outdated information the list marks the wrong information with red background. When the info is updated at the same level with the other systems by using this tool the background color turns into green. The list proposes a new value when you click the column which is marked with the red background so you can check the values before you accept them. Altered info could be for example component which have moved in the 3D-model so its location and cable length are outdated in the signal list. The purpose of this tool is to make the inspection of the list easier with colors.

## 3. CTRL + Q

With this key combination signal list opens menu which is showed in the next figure 2. There are not specific points where you need to go before using this key combination so it's sufficient that you're in the main sheet. In the menu we have different sorts of function buttons which includes different kind of actions.

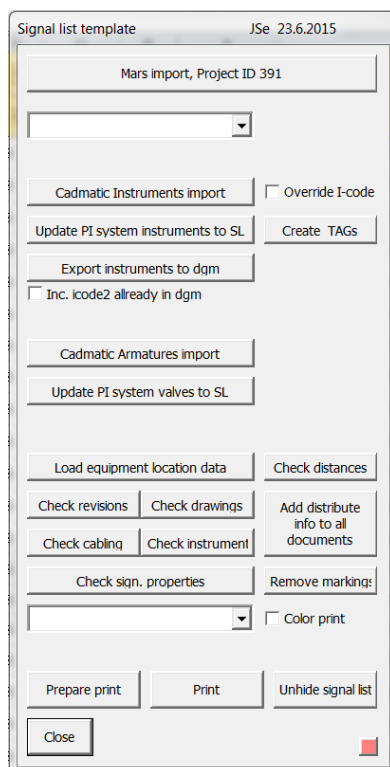


Figure 2. CTRL + Q

### 3.1 Signal list for device

Macro menu which opens with the key combination includes two different pull-down menus and by using the lower menu you can easily do signal list to each specific device.

- 1) At first you need to choose for which device signal list you want to do. You have to select right device number from the pull-down menu.
- 2) After the device number has been chosen you need to push prepare print- button which formulates the Excel list correctly and represents only information which is necessary on the signal list for device. If you need to check the information on the list before you print or save the list you need to push the red button on the right when the macro menu moves background and the list is accessible again. When you have found that the list is in order only thing you need to do is use the key combination again and the menu comes back. If you push close- button you lose formulation and you're back in the basic view.
- 3) Before printing the I/O list you can choose color print by choosing color print selection when the picture includes colors that are used in the list and if you don't make the selection signal list for device will be black and white when you save or print it.
- 4) Print button gives you the option to print or save the signal list for device as PDF.

### 4. SHIFT + CTRL + T

The most versatile key combination is SHIFT + CTRL + T. With this key combination you can for example open the ship overview menu where you can define for example all kind of information to the cables. You can also use the key combination to insert automatically new signals to the list because there are defined signal packets in the sheets of signal list where the macro brought the signals which are needed for the specific device in the main sheet. Also with the key combination you can insert various information to the signals.

## 4.1 Starter & breaker

One of the main goals in this development work was to make the fulfillment of the signal list easier and more accurate. Because of that there are predefined different kinds of signal packets for starter type and breaker type uses.

The only thing the user has to know is what kind of starter or breaker the component requires and with this information the list fulfils itself with all the signals which the device needs to function correctly.

- 1) Add the component number and possible header device.
- 2) Go to the tag number column and use the key combination which opens the macro menu.
- 3) Pick up the right category on the list.
- 4) Confirm the right group type.
- 5) Choose the correct breaker or starter type and possible requirements if needed, for example ESD emergency stop etc.

Now you should have all the signals which are needed and the list takes care that every signal has its own unique tag number. Before you use the tool you have to be sure that the list doesn't include any information about treated signal excluding header device and component number.

## 4.2 Location information

Location information of the device can be added to the signal list with the key combination. When adding component location to the list the component number of the device has to be defined in the list and user has to go somewhere in location column and there press key combination and the list will fulfil itself. When you need cabinet location you only have to add cabinet number and do the same as adding the component location and the list will fulfil location information of I/O cabinet. The list will also add component description when it is adding the location information.

### 4.3 Tag number

Key combination can also add or update tag number if needed. Before you can update the tag number automatically you need to know the tag target and the tag letter and after adding them you must go to the tag target column and press the key combination. From the menu, which opens when using the key combination, you simply need to select a category and the list creates an unique tag number to the selected category.

### 4.4 Ship overview

Ship overview menu will open when you press the key combination somewhere over cable or card column areas which are marked with orange color. Ship overview menu includes a list of automation cabinets. There you can easily see which kind of cards the inspected cabinet includes and which channels are available.

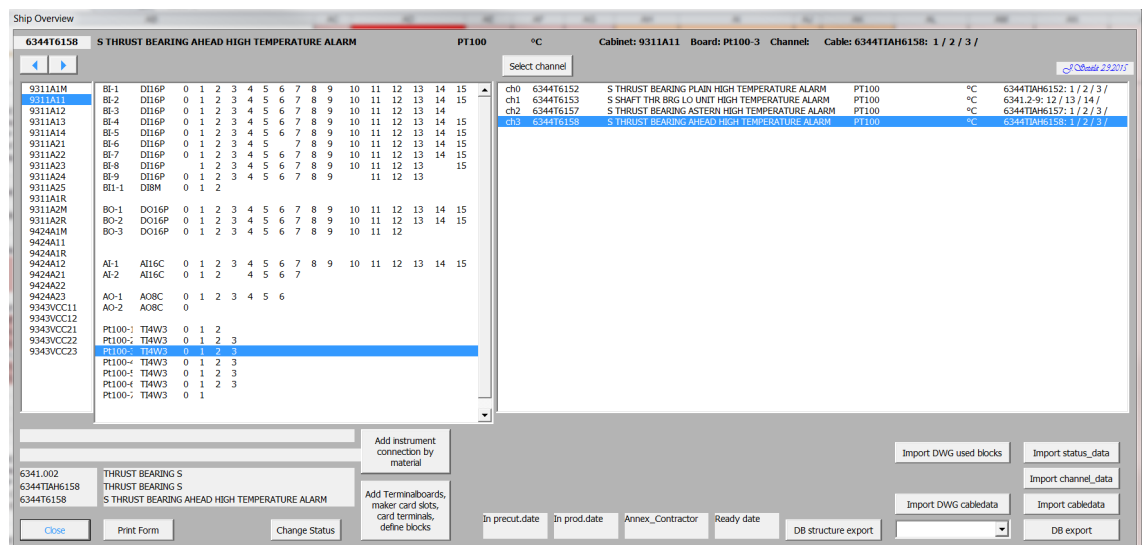


Figure 3. Ship overview menu

When adding signals to the cabinet you need to choose the right cabinet, needed card type from the cabinet and finally select the unfilled channel and the information will move automatically to the signal list.

#### **4.4.1 DB structure export**

In the ship overview menu, with the DB structure export button the I/O cabinet structure can easily be exported to be used in the AutoCAD program.

#### **4.4.2 DB export**

DB export button was developed to be the tool between signal list and the AutoCAD program. You can easily transfer cable and channel information from the signal list to the AutoCAD.

The problem with the fulfillment of the list is caused because only one person at the time can update the list. The person who opens the list first settles as an administrator and the others who open the list after the administrator can use it in read only mode so they can't update the list. In DB export tool was developed functions: import channel data and import cable data. With the functions user can transfer updated information afterwards to the master list.

- 1) Make your own copy of signal list master template on your own computer.
- 2) Do the necessary changes to your own copy of signal list.
- 3) Run the DB export in your own list.
- 4) Open the ship overview menu in the master list and transfer the changes with import- button from your own list to the master list.

### **5. REMOVED SIGNALS**

The signals which should be removed from the updated list are marked with grey background. Besides that the background color turns into grey and the user should also subscribe the info text DELETE in the signal status column. An Example for that is showed in figure 4.

	A	B	C	D	E	F	CH	CI	CJ	CK
1	Header_device	Component_No.	Instrument_I D_in_model	mark_for_cable_ Head_/Tail_che ck	mark_for_cable_t ype_check	Component_Description	Signal_Status	Responsible	Change_Note	Date
398	6411K201	6411.001K				ME 1 MDO FEED PUMP STARTER	DELETE	JSe	First issue	2.7.2015

Figure 4. Removed signals

The reason why you don't remove the signals from the signal list is that it's easier to see which signals are removed and which signals are changed. You can also see why the signals are removed which is not possible if signals are deleted.