

Hannu Karvonen

# Instrumentointisuunnittelu osana tehdaslaajennusta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

15.1.2014

Tekijä(t) Otsikko	Hannu Karvonen Instrumentointisuunnittelu osana tehdaslaajennusta
Sivumäärä Aika	31 sivua + 11 liitettä 15.1.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio
Ohjaaja(t)	Suunnitteluinsinööri Juha Kilpi Lehtori Timo Tuominen
<p>Insinööriytyössä oli tavoitteena suunnitella ja dokumentoida tuotteen siirtokompressorin instrumentointi aina kenttälaitteista prosessiasemalle saakka. Suunnitteluprojekti oli osa isompaa kokonaisprojektia, jonka pääasiallisena tarkoituksena oli nostaa Polypropeenilaitoksen kapasiteettia sekä lopputuotteen laadullisia ominaisuuksia. Työ tehtiin Borealis Polymers Oy:lle, ja sen tekemiseen käytettiin Borealixsen lähdemateriaalia, kirjallisuutta sekä verkkomateriaalia.</p> <p>Insinööriytyössä tarkasteltiin suunnitteluprosessin vaiheita instrumenttisuunnittelijan näkökulmasta, laitetoimittajan valintaan vaikuttavia kriteerejä sekä pakettitoimitustavan hyviä ja huonoja puolia. Työssä käytiin läpi myös eri suunnitteludokumenttien valmistumisvaiheita, sähköistä tietojärjestelmää sekä dokumenttien elinkaarta yleisellä tasolla. Työssä käytiin läpi myös instrumentointisuunnitteluun vaikuttavia turvallisuusmääräyksiä, standardeja, direktiivejä sekä niitä sääteleviä organisaatioita.</p> <p>Työn lopputuloksena luotiin AutoCAD suunnitteluohjelmistolla instrumentointisuunnittelun dokumentit sekä laadittiin työmäärittelyt tuotteen siirtokompressorin tulevaa toteutusta varten. Projektin kokemukset osoittivat, että instrumenttisuunnittelija työskentelee useiden suunnitteluun liittyvien osapuolien kanssa, jolloin yhdeksi tärkeimmäksi tekijäksi nousi yhteinen käsitys suunniteltavasta kohteesta.</p>	
Avainsanat	Instrumentointisuunnittelu, AutoCAD, ATEX

Author(s) Title	Hannu Karvonen Instrumentation Design as a part of the factory extension
Number of Pages Date	31 pages + 11 appendices 15 January 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Process Automation
Instructor(s)	Juha Kilpi, Planning Engineer Timo Tuominen, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to design and document the product conveying system's instrumentation between field instruments and the process station. The design project was part of a larger overall project whose main purpose was to increase the capacity of poly-propylene plants as well as qualitative properties of the final product. This thesis was made for Borealis Polymers Ltd., and the sources used were Borealis corporate information, instrumentation literature and various online material.</p> <p>The thesis project examined specific stages of the design process including a designer's perspective on total design, supplier selection criterion and the pros and cons of a ready-made unit within a completely new product conveyor system. The thesis project also studied various document readiness stages, corporate data software systems and document life cycles in general.</p> <p>The project was affected by safety regulations, standards, directives, as well as governing organizations, all of which ultimately limited the design of the actual instrumentation. The final instrumentation design document for this thesis was created using AutoCAD documentation software. In addition, job definitions of the product conveying system were drafted for future implementation.</p> <p>Project experience indicates that instrument designers collaborate between several parties and, most importantly, must have a clear understanding of the common target.</p>	
Keywords	Instrumentation Design, AutoCAD, ATEX

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Borealis Polymers Oy	2
1.2	Polypropeenilaitos	3
2	Suunnitteluprosessi	3
3	Instrumentointisuunnitteluun osallistuvat osapuolet	5
4	Pakettitoimitus	6
5	Pakettitoimittajan kilpailutus ja valinta	7
6	Pakettitoimittaja	8
7	Suunnittelun lähtötiedot	8
8	Laitemäärittelyt	9
9	Siirtokompressorin toiminnallinen kuvaus	9
10	PI-kaavio	10
11	Instrumentoinnin tunnuskirjainten käyttö	11
12	Autocad	13
13	Dokumentointi	14
13.1	Dokumenttien kommentointi sekä valmiusasteet	15
13.2	SAP/R3	16
14	Dokumentit	17
14.1	Instrumentoinnin piirustuskartta	17
14.2	Virtapiirikaavio	18
14.3	Kaapeliluettelo	18
14.4	Instrumenttipiiriluettelo	18
14.5	Kojeluettelo	18
14.6	Runkokaapelointi	19
14.7	Ristikytkentäkaappien kytkentä	19

14.8	Instrumentoinnin sijoitus	19
14.9	Kenttäkoteloiden kytkentä	19
14.10	Järjestelmän I/O-kaappien kytkentälistat	20
14.11	Työmäärittely	20
15	Standardit	20
15.1	IEC	21
15.2	CENELEC	22
15.3	SESKO	22
15.4	SFS standardit	22
16	Direktiivit	23
16.1	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto(Tukes)	23
16.2	ATEX-direktiivi	24
16.3	Ex-laitteet	25
16.4	Konedirektiivi	25
16.5	Koneturvallisuuden standardien hierarkia	26
17	Työn kulku	27
18	Yhteenveto	28
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Instrumentoinnin piirustuskartta	
	Liite 2. Virtapiirikaavio	
	Liite 3. Kaapeliluettelo	
	Liite 4. Instrumenttipiiriluettelo	
	Liite 5. Kojeluettelo	
	Liite 6. Runkokaapelointi	
	Liite 7. Ristikytkentäkaappien kytkentä	
	Liite 8. Instrumentoinnin sijoitus	
	Liite 9. Kenttäkoteloiden kytkentä	
	Liite 10. Järjestelmän I/O-kaappien kytkentälistat	
	Liite 11. Työmäärittely	

## Lyhenteet

AFC	Approved For Construction. Hyväksytty valmistusta varten.
AFD	Approved For Design. Hyväksytty suunnittelua varten.
ATEX	Atmospheres Explosibles. Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet.
CAD	Computer-Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
CE	Conformite Europeene. Valmistaja vakuutus.
CENELEC	European Committee For Electrotechnical Standardization. Eurooppalainen standardointijärjestö.
FC	For Comments. Kommentointia varten.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen standardointijärjestö.
ISO	International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardointijärjestö.
PED	Pressure Equipment Directive. Painelaitedirektiivi.
SAP	Systems Applications and Products in Data Processing. Tietojenkäsittelyn järjestelmät, sovellukset ja tuotteet.
SESKO	Suomen Sähköteknillinen Standardisoimisyhdistys.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto.
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

## 1 Johdanto

Työn tarkoituksena on suunnitella ja dokumentoida tuotteen siirtokompressorin instrumentointi kenttälaitteista prosessiasemalle saakka. Uuden tuotteensiirtokompressorin sijoitus tulee olemaan Polypropeenitehtaan Blender alueella, jossa tällä hetkellä sijaitsevat nykyisessä käytössä olevat tuotteensiirtokompressorit (kuva 1). Laajennusprojektin alkuvaiheessa tullaan poistamaan vanhat tuotteensiirtokompressorit ja korvaamaan ne uusilla tuotteensiirtokompressoreilla, joita tässä insinöörityössä tullaan käsittelemään. Insinöörityössä ei tulla käsittelemään tuotteensiirtokompressorien purkuvaihetta. Työ on osa isompaa kokonaisprojektia, jossa nostetaan tehtaan kapasiteettiä sekä lopputuotteen laadullisia ominaisuuksia. Projekti on kokonaisarvoltaan noin 10 miljoonaa euroa. Työssä luodaan tarvittavat dokumentit sekä käsitellään suunnittelun eri vaiheita, ongelmia ja ratkaisuja.



Kuva 1. Nykyiset tuotteensiirtokompressorit

Laitteiston toimitustapa on pakettitoimitus, ja työssä käsitellään toimitustavan hyötyjä ja haittoja. Työpiirustukset toteutetaan AutoCad-ohjelmistolla, jolla luodaan työpiirustukset. Työn tilaajana toimii Borealis Polymers Oy Kilpilahdesta. Työ toteutetaan syksyn 2013 ja tammikuun 2014 välisenä aikana.

## 1.1 Borealis Polymers Oy

Borealis Polymers Oy sijaitsee Porvoon Kilpilahdessa (kuva 2). Tuotanto jakautuu kahden päälinjaan, petrokemian tuotteisiin (eteeni, propeeni, butadieeni, fenoli ja aseton) sekä polyolefiinimuoveihin (polyeteeni, polypropeeni ja polypropeenikompaundit). Tehtaalla on kymmenen laitosta, joista ensimmäinen on käynnistetty jo vuonna 1971 (eteeni) ja viimeisin vuonna 1995 (pe2). Yritys työllistää Suomessa noin 900 henkilöä, ja vuoden 2011 liikevaihto oli 185,7 miljoonaa euroa. Polyolefiinituotannosta noin 70 % menee vientiin. [1.]



Kuva 2. Borealisen muovitehtaat [2]



## 1.2 Polypropeenilaitos

Polypropeenilaitos (käynnistetty 1988) sijaitsee Borealiksen muovituotannon puolella, jonka päätuotteita ovat homopolymeerit, random-kopolymeerit sekä block-kopolymeerit, joita käytetään putki-, pakkaus-, korkki- ja levytuotteissa. Laitos työllistää suoraan 45 henkilöä, ja kokonaistyöllistävä vaikutus on noin 100 henkilöä. Tuotannon kapasiteetti on 220.000 tonnia/vuosi kokonaisarvoltaan 130 miljoonaa euroa.[1.]

## 2 Suunnitteluprosessi

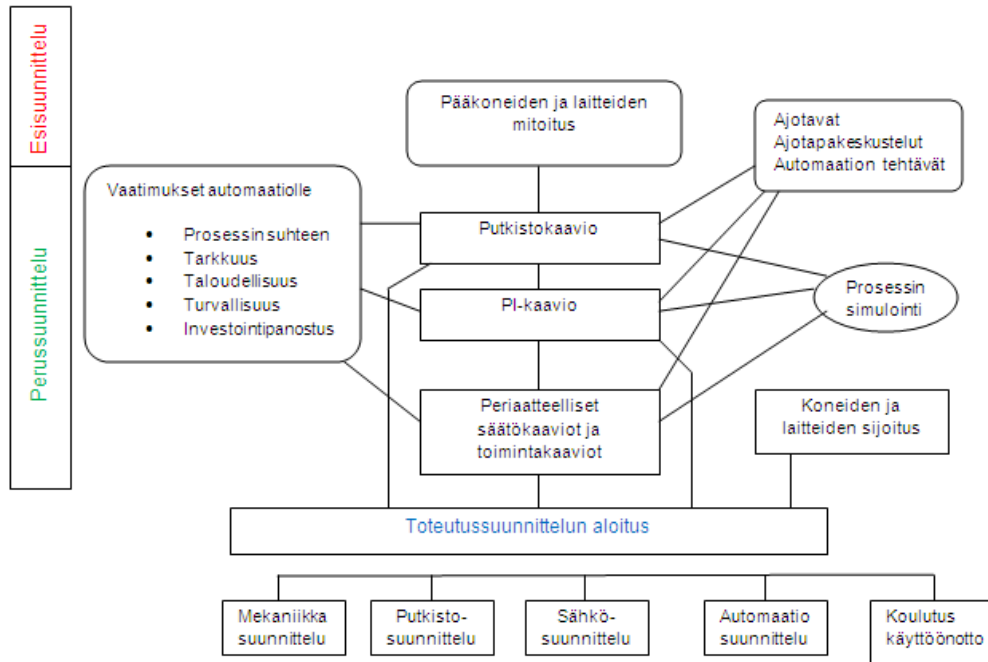
Suunnitteluprosessi lähtee tavallisesti liikkeelle tehdaslaajennuksen tavoitteista sekä teknis-taloudellisista selvityksistä. Yleensä tehdaslaajennuksien tarkoitus on kapasiteetin nosto sekä mahdollisesti laadun parantaminen. Suunnittelussa on pidettävä kirkaana mielessä, mitä halutaan ja miten halutut tavoitteet voidaan parhaiten teknisesti ja taloudellisesti toteuttaa.

Instrumentointisuunnittelun mahdollistamiseksi tarvitaan lähtötiedot muilta suunnittelu-aloilta, prosessista sekä olemassa olevista laitteista. Tämä tiedonhankinnan osuus onkin merkittävä osa koko suunnittelutyötä. Näiden tietojen perusteella suunnitellaan tehtävään parhaiten soveltuva laite/laitteisto, joka täyttää halutut vaatimustasot sekä tarpeet. Suunnitteluun osallistuu suunnittelijoita useilta eri osa-alueilta, joten kaikilla on oltava yhteinen käsitys suunniteltavasta kohteesta sekä suunnittelun kulusta. Tämän vuoksi tarvitaan yleistä terminologiaa ja täsmällisiä työtapoja.

Instrumentointisuunnittelun osa-alueisiin kuuluu esi-, perus- ja toteutussuunnittelu. Esi-suunnitteluvaiheessa selvitetään tuotantolaitoksen laajennuksen tarve ja mitkä ovat laajennuksen asettamat vaatimukset automaatiolle. Esi-suunnittelun perusteella tarkentuu laajennusprojektihankkeen muoto ja sisältö, jolloin voidaan tehdä joko investointipäätös tai jatkosuunnittelupäätös.

Esi-suunnitteluvaiheessa selvitetään laajennushankkeen perusrakenne ja käytettävät laitetekniset päätökset sekä laaditaan automaation kuvaus ja automaation ja instrumentoinnin kustannusarviot. Esi-suunnittelussa selvitetään projektin vastuu- ja toimitusraajat sekä alustavat automaatiojärjestelmän tilavaraukset. Esi-suunnitteluvaiheessa määritellään myös suunnitteluohjeet ja standardit.

Esisuunnittelun muodostama karkea kustannusarvio on instrumentointiprojektista tarkkuusluokkaa noin +/- 15 % tai +/-5 % riippuen projektin tarpeesta ja lähtötiedoista. Esisuunnitteluvaiheessa myös tuotetaan yksinkertainen piiriluettelo, massaluettelo sekä kustannusarvio. Kuvassa 3 nähdään kokonaisuudessaan suunnitteluun liittyvät vaiheet sekä vaatimukset.

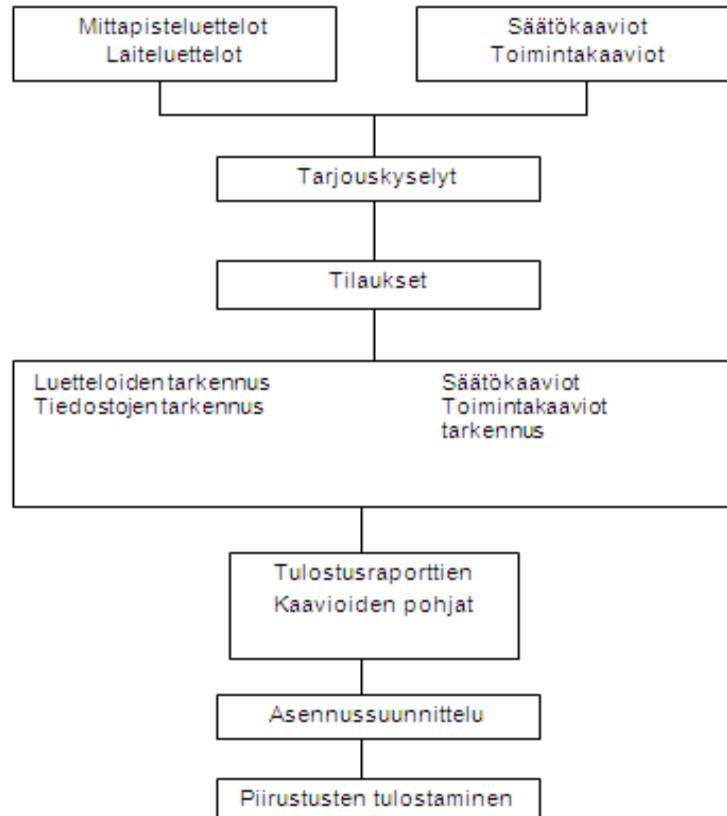


Kuva 3. Suunnittelun vaiheet [3]

Perussuunnitteluvaiheessa täydennetään esisuunnittelusta muodostettua aineistoa. Perussuunnittelu tehdään instrumentoinnin hankinnan määrittelyä varten. Perussuunnittelussa tapahtuu myös tarjouskyselyiden teko ja niiden lähettäminen laitetoimittajalle. Tässä suunnitteluvaiheessa on yleensä saatu jo piiriluetteloon tarkennettuja positiioita, piirien nimiä, prosessiarvoja, mitta-alueita sekä laitemitoituksia.

Toteutussuunnitteluvaiheessa lähtöaineistoina on jo aikaisemmin tehdyt esi- ja perussuunnittelu aineisto. Toteutussuunnittelu on suunnitteluosuus, joka tehdään asentamista, käyttöönottoa ja lopullista käyttöä varten. Toteutussuunnittelu voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, jotka ovat: järjestelmän ohjelmointi, virtapiirisuunnittelu ja asennussuunnittelu. Toteutussuunnittelussa tuotetaan automaation ja instrumentoinnin valmis-

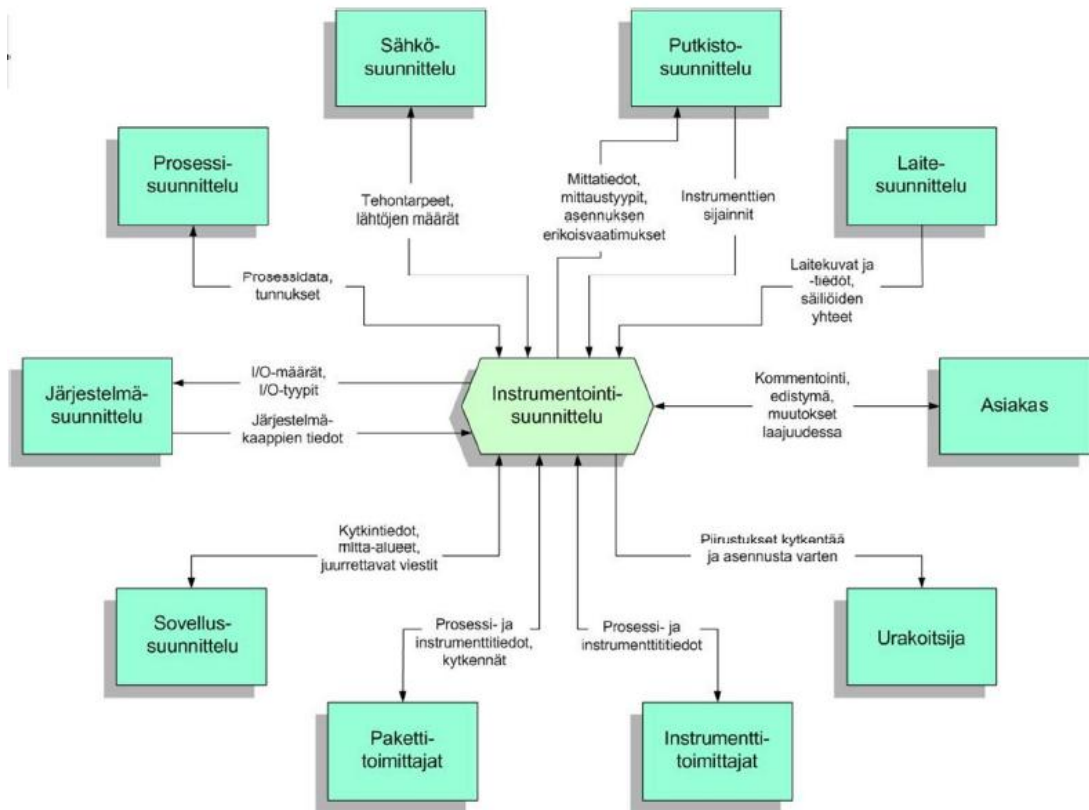
tus- ja asennusdokumentit sekä käyttöönotto- ja käyttöohjeet. Kuvassa 4 nähdään toteutussuunnittelun etenemismalli.



Kuva 4. Toteutussuunnittelun eteneminen [3]

### 3 Instrumentointisuunnitteluun osallistuvat osapuolet

Automaatio ja instrumentointisuunnittelu ovat osa tuotantolaitoksen laajennuksen suunnitteluprojektia. Automaatio ja instrumentointisuunnittelun osuus tehdaslaajennussuunnittelussa edustaa vain 5–10 %:n osuutta koko teollisuuslaitoksen laajennusinvestoinnista. Kuitenkin sen vaikutus on merkittävä investointiprojektin onnistumisen kannalta, koska automaatio on se väline, joka kokoaa tuotantoprosessin toimivaksi kokonaisuudeksi. Tämän takia automaatio- ja instrumentointisuunnittelu on hyvin kiinteässä vaikutussuhteessa muuhun suunnitteluun ja joutuu ottamaan huomioon muiden suunnittelualojen vaatimukset ja rajoitukset. Kuvassa 5 nähdään instrumentointisuunnitteluun vaikuttavia eri osapuolia.



Kuva 5. Instrumentointisuunnittelun mallikaavio[4]

## 4 Pakettitoimitus

Tuotteen siirtokompressori tilataan niin sanottuna pakettitoimituksena, jolloin sen suunnitteluun ei tarvitse panostaa voimavaroja. Yleisesti ottaen laitetoimittajia löytyy runsaasti ja tehtaat koostuvat erilaisista laitteistoryhmistä riippumatta valmistajasta, joten on turhaa ja kallista alkaa suunnitella yksittäisiä laitteita kokonaisuudessaan.

Pakettitoimituksissa on paljon hyviä sekä myös huonoja puolia. Hyviin puoliin kuuluu juuri tuo suunnitteluun vähäisyys verrattuna siihen, jos suunniteltaisiin koko laitteisto alusta. Laitetoimittajilla on parempi kokemus omista laitteistoistaan, joten tuotekehityksestä johtuen mitoitus ja laitevalinnat ovat yleensä kohdallaan.

Pakettitoimittajan instrumenttivalinnat kuuluvat niihin huonoihin puoliin, koska varaosien kanssa tulee yleensä ongelmia, jos laitetoimittaja ehdottaa eri valmistajan instru-

mentteja kuin mitä yleensä käytetään tehtaalla. Olisi edullisempaa varastoida yhden tyyppin instrumenttia varastossa, jolloin se käy useampaan kohteeseen.

Tässäkin tapauksessa hankintamäärittelyissä oli määritelty toimitus vaatimuksiin instrumenteiksi Emersonin Rosemount mittalaitteet. Kilpailutuksen voittanut laitetoimittaja oli kuitenkin ehdottanut laitteistoonsa Huba Controlin valmistamia mittalaitteita. Laitetoimittajilla on usein omat valintakriteerit instrumenteille, ja niiden vaihtaminen on yleensä työlästä ja hankalaa, joten on helpompaa hyväksyä laitetoimittajan ehdottamat instrumentit pakettitoimitukseen.

Hyvänä puolena voidaan kuitenkin pitää valmistajan standardisoituja kenttäinstrumenttilaitteita, jolloin esimerkiksi instrumenttien kierteet ovat samat, riippumatta valmistajasta. Yhteisten standardien johdosta, voidaan tulevaisuudessa vaihtaa, edellä mainitut Emersonin mittalaitteet.

Pakettitoimitus pitää kuitenkin sovittaa jo olemassa olevaan järjestelmään, joten vaatii sekin suunnittelua ja järjestelmävarauksia. Laitetoimittajalla on käytössään PI-kaavio, jonka perusteella, laitetoimittaja saa käsityksen tilaajan vaatimista mittauksista sekä ohjauksista. Laitetoimittajasta riippuen laitevalmistajilla on yleensä laitteistoistaan perusversioita, joissa ei välttämättä ole kaikkia tilaajan vaatimia mittauksia, ja ohjauksia. Näitä perusversioita laitetoimittajat helposti ehdottavat ensimmäiseksi, jolloin tilaajan näkökulmasta riippuen, alkaa laitteistopakettin täydentäminen tulevaan toimitukseen.

Vaatimuksien täyttymisen jälkeen voidaan alkaa suunnitella laitteistoa järjestelmään. Laitetoimittaja suunnittelee laitteistonsa instrumenttipisteet yhteen laitekoteloon jolloin sen liittäminen tehtaan järjestelmään on helpompaa. Instrumenttisuunnittelija kuitenkin tuottaa piirikaaviot mittapisteille saakka, jolloin yhtenäinen dokumentointi säilyy.

## **5 Pakettitoimittajan kilpailutus ja valinta**

Pakettitoimittajaa valittaessa ensisijaisena ehtona voidaan pitää sitä, voivatko kyseiset laitetoimittajat toimittaa halutun laitteiston halutuilla valintakriteereillä ja laadulla. Myöhemmässä vaiheessa olisi varsin ikävää huomata, että laitetoimittajan laadulliset vaatimukset eivät ole yhteneväiset tilaajan kannalta, koska investoinnit ovat kalliita ja laitteiston käyttöiän oletetaan olevan mahdollisimman pitkä.

Yhtiöillä on yleensä kilpailutukseen liittyviä sisäisiä ohjeita. Borealiksen kilpailutusohjeiden mukaan mahdolliset tarjouskyselyt tulee lähettää kolmelle laitetoimittajalle yli 50 000 euroa maksavissa laitteistokokonaisuuksissa. Joissakin tapauksissa on tietenkin mahdotonta löytää laitteistolle kolmea toimittajaa, esimerkiksi automaatiojärjestelmän laajennuksissa on vain yksi mahdollinen laitetoimittaja. Näissä tapauksissa tehdään poikkeamihakemus kilpailutussäädökseen, joka käsitellään yhtiön sisällä ja johon yleensä saadaan hyväksyntä.

Tarjouskyselyyn valikoiduista kolmesta yhtiöstä eniten tunnettavuutta oli Coperionilla, joka on toimittanut useampia laitekoonpanoja Borealikselle. Kahden muun yhtiön tunnettavuus tehtaalla oli huomattavasti heikompaa.

Kilpailutuksen valintaperusteina yleensä pidetään hintaan ja laatuun vaikuttavia tekijöitä. Näiltä kyseisiltä yhtiöiltä saatujen tarjouksien pohjalta laitetoimittajaksi valittiin Coperion, joka oli tarjoukseltaan hieman halvempi, kuin edellä mainitut laitetoimittajat, mutta myös laadullisesti kilpailukykyisin vaihtoehto.

## **6 Pakettitoimittaja**

Coperion on markkina- ja teknologiajohtaja sekoite-, materiaalinkäsittely- ja puristuslaitteiden valmistajana. Yhtiö on asentanut maailmanlaajuisesti yli 10 000 sekoitejärjestelmää sekä yli 8 000 materiaalinkäsittelyjärjestelmää. Valmistajan asiakasryhminä ovat muovi-, kemikaali-, elintarvike- sekä alumiiniteollisuus. Yhtiöllä on 29 toimipistettä ympäri maailmaa, maailmanlaajuisesti työntekijöitä yhtiöllä on noin 1900. [5.]

## **7 Suunnittelun lähtötiedot**

Instrumentointisuunnittelijan kannalta tärkeimmät lähtötiedot löytyvät PI-kaaviosta, joiden pohjalta koko suunnittelu tehdään. Muita tärkeitä dokumentteja ovat mittapisteluettelo, laitoksen layout- ja putkistopiirustukset. Tietojen oikeellisuus nousee tärkeään asemaan, koska virheet lähtötiedoissa aiheuttavat turhaa työtä sekä viivästymisiä.

## **8 Laitemäärittelyt**

Laitemäärittelyissä oli yleisenä vaatimuksena tuotteen siirtokompressorin laitteiden täyttävän hankintamäärittelyihin laaditut standardit sekä painelaite- ja kemikaaliturvallisuuksäädökset. Lisäksi tuotteen siirtokompressorin instrumenttien tulee täyttää myös ATEX-laitedirektiivin (94/9/EY) asettamat vaatimukset ja määräykset. Erityisvaatimuksena oli muutamien kenttäinstrumenttien oltava tiettyjen valmistajien tuotteita. Paketti-toimittajalla on kuitenkin oikeus tarjota valmistamaansa tuotetta niillä instrumenteilla, jotka on laitteistoon jo tehtaalla suunniteltu ja asennettu. Yleisellä tasolla laitetoimittajat toimittavat laitteistot juuri tilaajan vaatimilla komponenteilla, mutta joissain tapauksissa on mahdollista, ettei kyseisiin laitteisiin jostain syystä saada tilaajan vaatimia komponentteja.

## **9 Siirtokompressorin toiminnallinen kuvaus**

Siirtokompressori on pyörivätyyppinen kaksiroottorinen ruuvikompressori. Sen toiminta perustuu eri kulmanopeudella vastakkaisiin suuntiin pyöriviin ensiö- ja toisioroottoreihin. Ilma imeytyy pyörivien roottoreiden väliin muodostuvaan tyhjiin tilaan. Eri kulmanopeuksien seurauksena muodostunut tila sulkeutuu ja pienenee jatkuvasti, jolloin ilma puristuu. Roottorin välinen tiiveys saadaan aikaan jatkuvalla öljyruiskutuksella. Siirtokompressorin jälkeinen ilma sisältää runsaasti erilaisia epäpuhtauksia, kuten vesihöyryä, öljyä sekä erityyppisiä hiukkasia. Siirtokompressorissa ilman käsittely toteutetaan imuilman esisuodatuksella, voitelu/tiivistysöljyn kierrätyksellä sekä nesteiden erotuksella.[6.]

Siirtokompressorin voimanlähteenä käytetään 3-vaiheoikosulkumoottoria, jonka kunnonvalvontaa toteutetaan seuraamalla oikosulkumoottorin värähtelymittausten tuloksia sekä mittaamalla laakereiden ja käämien lämpötilaa. Siirtokompressorissa muita mittauspisteitä ovat imupaine ennen kompressoria, lähtöpaine kompressorin jälkeen, voiteluöljyn paine, lähtölämpötila sekä voiteluöljyn lämpötila. Siirtokompressorin sijainti ulkona, joten sen rakenne on suunniteltu Suomen olosuhteisiin soveltuvaksi. Siirtokompressorin on rakennettu kiinteästi eristettyyn suojaan, jossa on lämmitys sekä jäähdytys, ja joiden toiminta riippuu kompressorin käynnin mukaan.

Siirtokompressorin tehtävä on siirtää valmistusprosessista syntyviä muovipellettejä, ilman tilavuusvirran sekä paineen avulla Blender-alueelta elutriaattorille. Josta virtaavaa ilmaa käytetään erikokoisten muovipellettien erottamiseen. Pystysuorissa elutriaattoreissa muovipelletit, joiden terminaalinopeus on pienempi kuin ilman vertikaalinen nopeus, erottuvat ja kulkeutuvat ulos elutriaattorista. Edellä mainitussa vaiheessa tuotepellettien joukosta poistetaan siirron aikana syntyvä pellettipöly sekä epäkelvolliset pelletit. Puhdistusvaiheen jälkeen tasalaatuiset muovipelletit siirtyvät varastointisiiloihin. [7.]

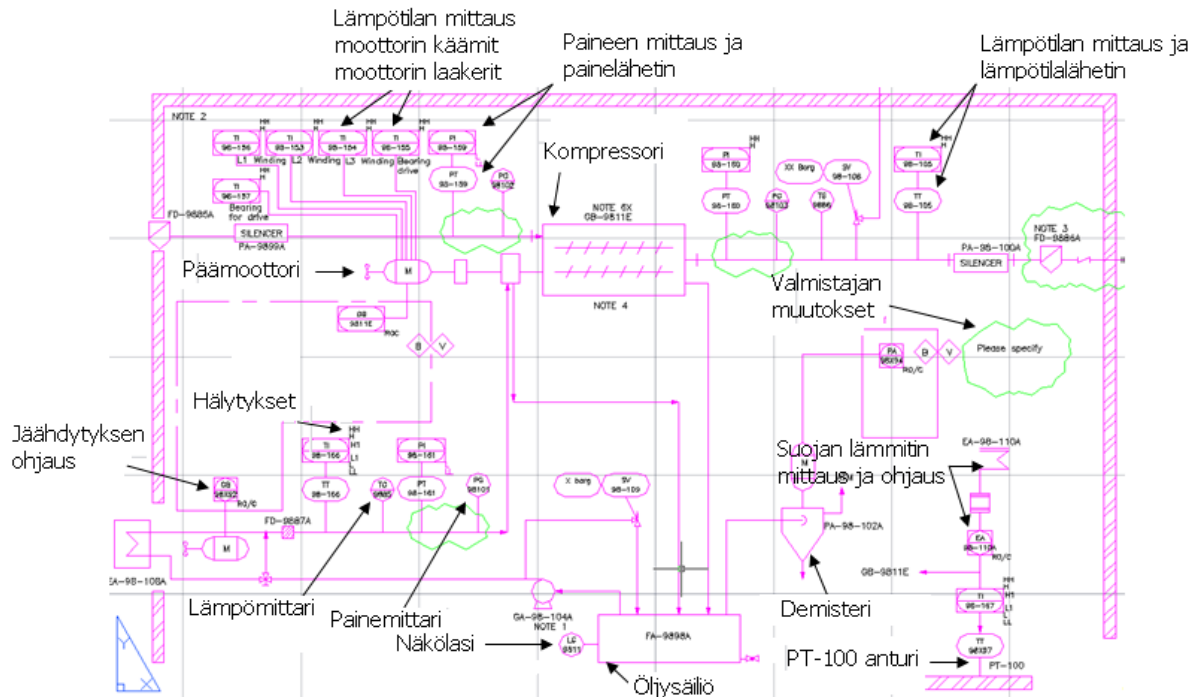
## 10 PI-kaavio

PI-kaavio on monimuotoinen dokumentti, jossa näkyy koko prosessin yksityiskohtainen kulku ja toiminta. Pi-kaaviossa esitetään prosessiin kuuluvat instrumentit, putket, laitteet, venttiilit, varusteet, eristykset sekä mahdolliset lämpösaatot. Kaaviota käyttävät lähes kaikki suunnitteluun osallistuvat osapuolet, joten sen merkitys suunnittelussa on suuri, ja virheet PI-kaaviossa ovat yleensä erittäin vahingollisia suunnittelun ja toteutuksen kannalta.

Instrumentointisuunnittelijan näkökulmasta kaaviosta käy nopeasti ilmi mittauspisteiden määrä, tyyppi sekä niiden sijainti prosessissa. Lisäksi kaaviosta käy ilmi automaatiojärjestelmäsuunnittelijalle mittaustietojen lisäksi tärkeitä tietoja kuten hälytys, säätö sekä mahdolliset lukitukset.



Kuvassa 6 näkyy laitetoimittajan osalta kommentoitu PI-kaavio, johon on tullut hankintavaiheen kuvaan verrattuna muutamia lisäyksiä päämoottorin mittauspisteisiin sekä laitetoimittajan osalta muutamien pisteiden poistoja koskien lähinnä mekaanisia laitteita, kuten venttiilejä ja mittareita. Lisäksi laitetoimittaja on halunnut muutamia kohtiin täydennyksiä laitetietoihin sekä toimintoihin.



Kuva 6. PI-kaavio ja piirrosmerkkien selityksiä

## 11 Instrumentoinnin tunnuskirjainten käyttö

Tässä luvussa esitellään instrumentointitunnusten kirjainten ja merkkien tarkoitusta. Kuvassa 7 on tyypillinen PI-kaaviossa esiintyvä instrumentointi tunnus, jossa tunnuksen ensimmäinen kirjain tarkoittaa prosessisuuretta F virtaus. Tässä tapauksessa apukirjain F viittaa edelliseen kirjaimeen, eli FF on virtauksien suhde, ja esimerkiksi PD tarkoittaa paine-eroa. Seuraavana kirjaimena tarkoitetaan laitetta tai toimintaa kuten I, joka on osoitus.



Kuva 7. Instrumentointi tunnus [3]

Yllä olevan merkin halki kulkeva vaakaviiva tarkoittaa, että instrumentti sijaitsee valvomossa ja on operaattorin käytettävissä, ilman kuvassa 7 näkyvää vaakaviivaa instrumentti sijaitsee kentällä. Alhaalla oleva numerosarja on juokseva numerointi, ja yleensä siinä ilmoitetaan esimerkiksi mittauksen tunnus. Kuvassa 8 nähdään luettelo muiden eri kirjaintunnusten merkityksestä. H ja L, ylä- ja alaviitteet tarkoittavat ylä- ja alarajoja, joissa hälytys tai lukitus tehdään. [3]

Kirjaintunnus	Mittausuure tai sen alkuperä	Lisämäärite	Toiminta
A			Hälytys
B			Eri tilojen näyttö
C			Ohjaus
D	Tiheys	Ero	
E	Sähkösuureet		Anturitoiminta
F	Virtaama	Suhde, murtoluku	
G	Suhde, asento, pituus		Tarkastelu
H	Käsiohjaus		
I			Osoitus
J	Voima	Pyyhkäisy, jaksottainen toiminta	
K	Aika	Muutosnopeus	
L	Pinnan korkeus		
M	Kosteus	Hetkellisesti	
N	Käyttäjän valittavissa		Käyttäjän valittavissa
O	Käyttäjän valittavissa		
P	Paine, alipaine		Testauskohdan yhteys
Q	Laatu	Yhtenäinen, kokonainen	Yhdistäminen, summaaminen
R	Säteily		Rekisteröinti, tallennus
S	Nopeus, taajuus		Kytkenä
T	Lämpötila		Lähtettäminen
U	Monimuuttuja		Monitoiminta
V	Käyttäjän valittavissa		Vaikutaminen prosessiin venttiilillä, pumpulla, jne.
W	Paino, voima	Kertominen	
X	Määrittelemätön		Määrittelemätön
Y	Käyttäjän valittavissa		Muuntaminen, laskenta
Z	Tapahtumien lukumäärä, määrä		Hätä- tai turvatoiminta

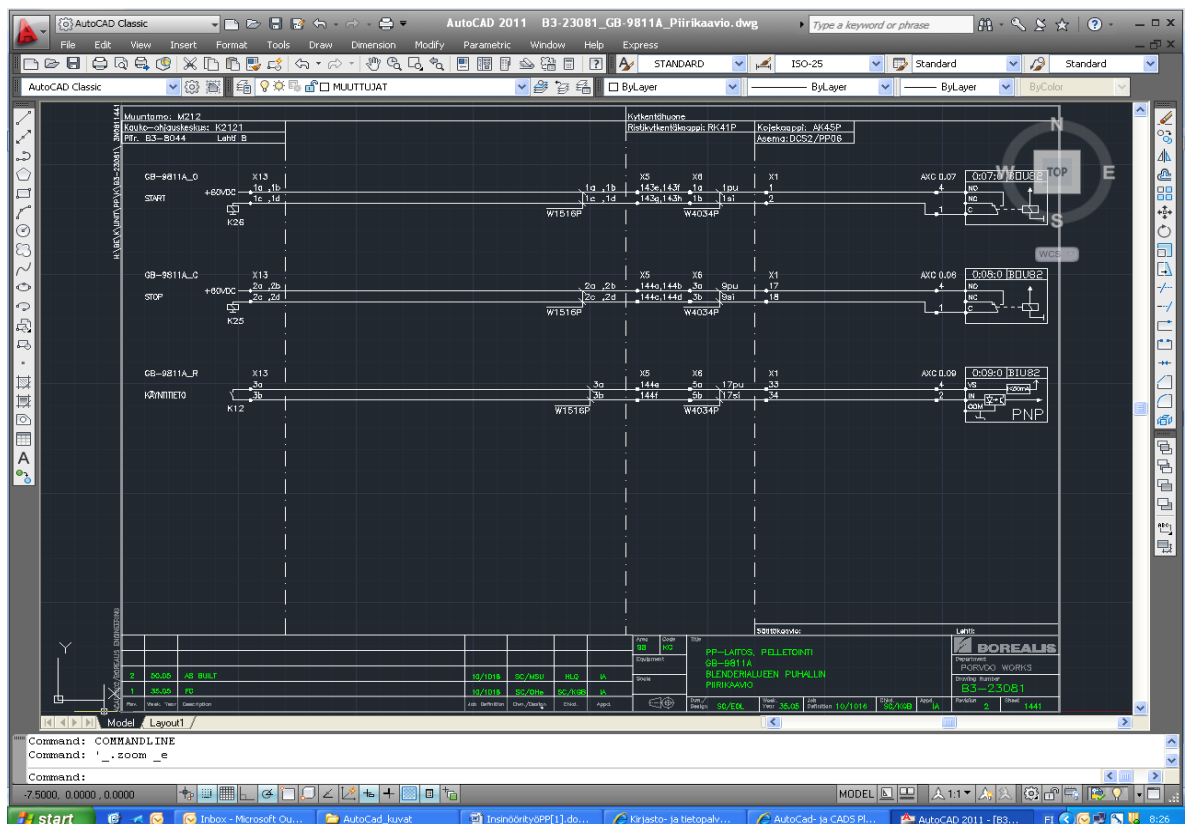
Kuva 8. Instrumentoinnin kirjaintunnukset [3]

## 12 Autocad

Autocad on tietokoneavusteinen vektorigrafiikkaan perustuva suunnitteluohjelma, joka on Autodesk Inc. -yhtiön kehittämä. Vektorigrafiikka perustuu koordinaatistoon sidottuihin objekteihin, ympyröihin, kaariin, suoriin viivoihin ja teksteihin. Suunnitteluohjelmisto toimii useilla rajapinnoilla sekä siihen voidaan luoda uusia toimintoja eri ohjelmointikieliä käyttäen. Tämän takia AutoCad on suosittu ohjelmistoalusta.

Ensimmäinen AutoCAD-versio julkistettiin jo vuonna 1982 Yhdysvalloissa. Vuonna 1985 markkinoille tuli ensimmäinen 3D Level-versio, jolla pystyi jo tekemään kolmiulotteisia lanka- ja pintamalleja. Borealiksi käytössä oleva versio on AutoCAD 2011, josta löytyy myös sovelluksia Applen tuotteilla.

Ammatillisten ohjelmien käyttäjiä yhtiöllä on yli 12 miljoonaa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Californiassa, ja työntekijöitä maailmanlaajuisesti on noin 7300. Vuoden 2013 liikevaihto oli 2,31 miljardia dollaria. [8.] Kuvassa 9 nähdään AutoCAD suunnitteluympäristö.



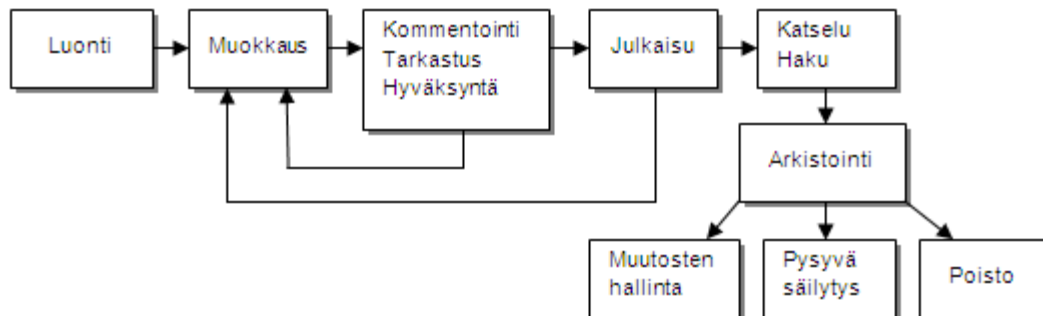
Kuva 9. AutoCad suunnitteluympäristö

### 13 Dokumentointi

Instrumentointisuunnittelussa syntyy suuri määrä erilaisia dokumentteja. Näitä varten tehtaista löytyy tekninen arkisto, johon hyväksytyt ja valmiit piirustukset toimitetaan. Arkisto on tärkeä myös suunnittelussa, kun haetaan jo olemassa olevien laitteiden dokumentteja suunnittelun tueksi.

Lisäksi nykyisin tarvitaan lähes kaikki dokumentit sähköisessä muodossa, ja niiden säilyttämiseen tarvitaan sähköistä tietojärjestelmää. Borealis-konsernin yhteisessä käytössä olevana tietojärjestelmänä käytetään SAP/R3-toiminnanohjausjärjestelmää, jota käytetään yrityksessä laajemmassa mittakaavassa.

Järjestelmästä suunnittelijat hakevat tarvittavia dokumentteja omalle koneelleen muokattavaksi, tutkittavaksi tai tarkastettavaksi. Suuremmissa projekteissa arkiston henkilökunta kokoaa dokumentit paketeiksi ja lähettää suunnittelijalle käsiteltäväksi sähköpostin välityksellä. Henkilökunta hoitaa kuvien päivityksen, jolloin järjestelmä pysyy paremmin hallinnassa. Kuvassa 10 nähdään dokumenttien elinkaari.



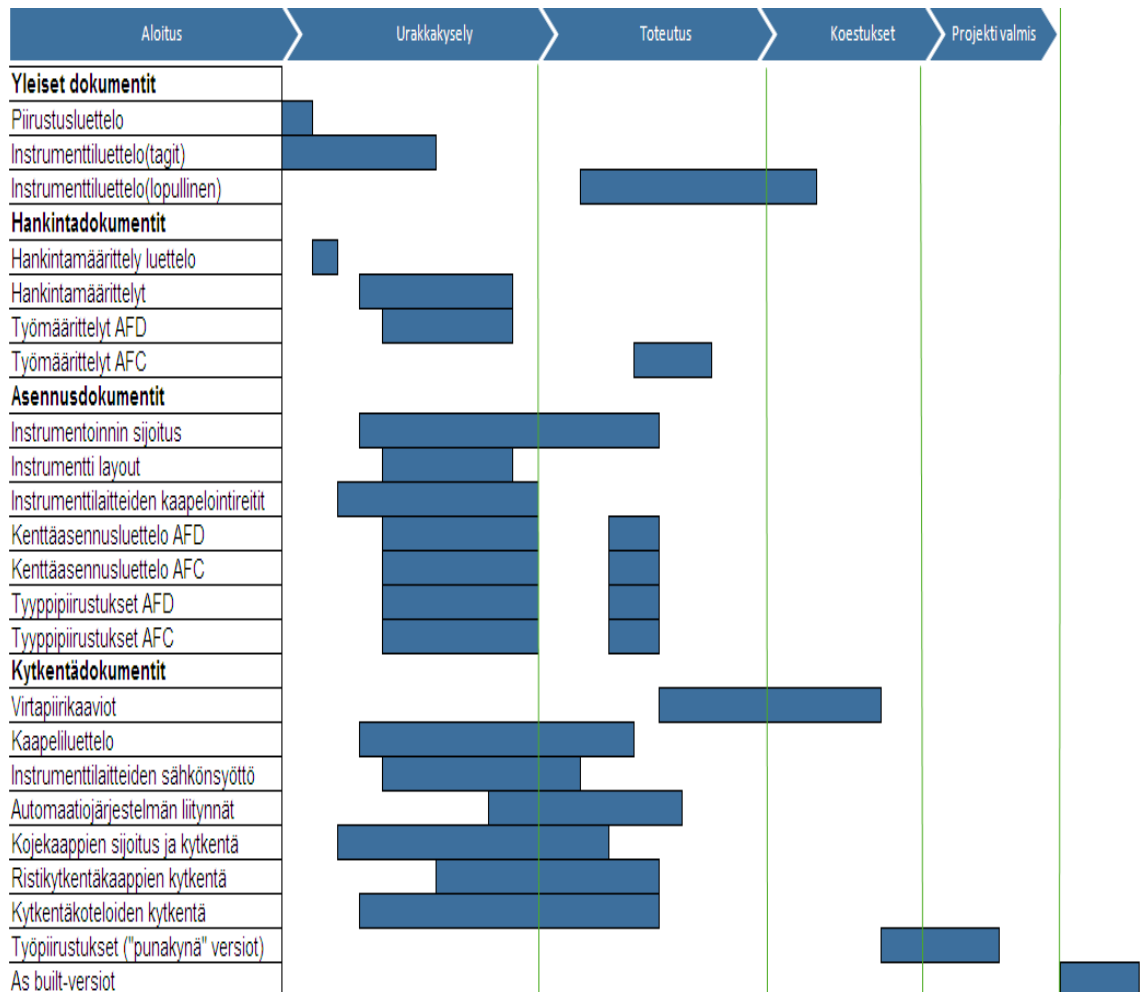
Kuva 10. Dokumentin elinkaari [9]

### 13.1 Dokumenttien kommentointi sekä valmiusasteet

Instrumenttisuunnittelussa dokumentteja annetaan kommentoitavaksi eri suunnitteluosastoille, jolloin saadaan kaikkien osapuolten näkemykset ja varmistutaan siitä, että suunnitteludokumentit vastaavat yhteistä näkemystä suunnittelukohteesta. Suunnittelijan kannalta on erittäin tärkeää, minkä tason dokumenteista on kulloinkin kyse, ja tästä syystä dokumentteihin merkitään, lukijaa helpottaakseen, kyseisen dokumentin valmiusaste.

- FC (For Comments) on tarkoitettu eri suunnitteluosapuolien kommentoitavaksi mahdollisia muutoksia sekä oman ammatillisen osa-alueen parannus ehdotuksia varten.
- AFD (Approved for Design) on tarkoitettu suunniteltuvaiheen lähtötietodokumentiksi ja sitä voidaan käyttää jatkosuunnittelussa
- AFC (Approved for Construction) on tarkoitettu toteutusvaiheen käyttöön ja on jo lähes lopullinen versio suunnittelun dokumenteista.
- AS Built-dokumentti on lopullinen ja tehdään toteutusvaiheen jälkeen, jolloin siihen päivitetään kaikki ne muutokset, joita on mahdollisesti syntynyt rakentamisen aikana.

Kuvassa 11 nähdään kaikki instrumentointisuunnitteludokumentit sekä niiden valmistumisvaiheet projektin edetessä.

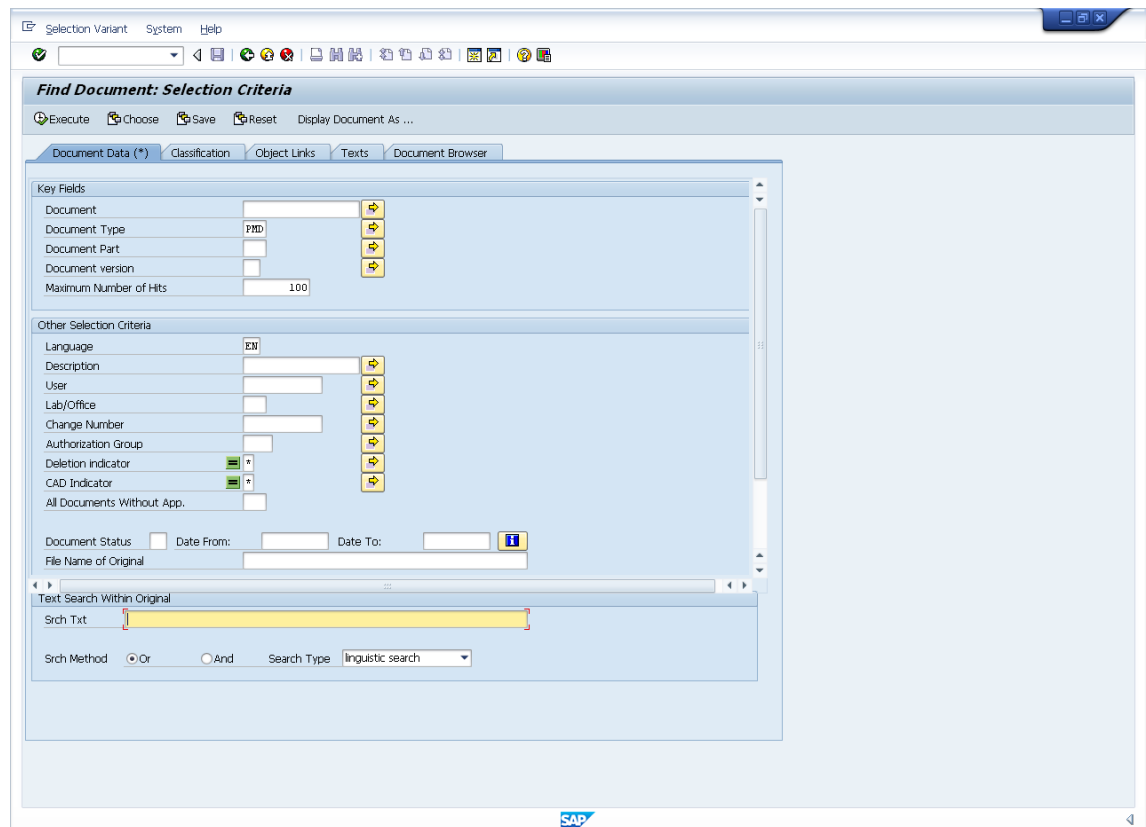


Kuva 11. Dokumenttien vaiheistus [4]

## 13.2 SAP/R3

SAP-toiminnanohjausjärjestelmä on kokonaisvaltainen integroitu tietojärjestelmä, jossa yhden suuren tietokannan päälle rakennettu sovellus ohjaa yrityksen materiaali-, henkilö-, raha- ja tietovirtoja. Järjestelmään syötetään tieto kerran, jonka jälkeen se on kaikkien käytettävissä. Järjestelmä koostuu eri moduuleista, jotka kaikki sisältävät eri toimintoja. Tarvittavat moduulit valitaan yrityksen tarpeen mukaan, ja ne integroidaan tietokannan kautta. Modulaarisuuden ansiosta järjestelmää voidaan helposti laajentaa myöhemmässä vaiheessa. Kuvassa 12 nähdään dokumenttien hallinnan käyttöliittymä.

SAP toimii yli 120 maassa, asiakkainaan yli 92 000 käyttäjää. SAP on johtava integroitujen liiketoimintaratkaisujen toimittaja, jonka liikevaihto vuonna 2010 oli 2,5 miljardia euroa. Yhtiö on perustettu vuonna 1972, ja sen pääkonttori sijaitsee Saksassa. [10.]



Kuva 12. Dokumenttien haku

## 14 Dokumentit

### 14.1 Instrumentoinnin piirustuskartta

Instrumentoinnin piirustuskartat Borealiksella on jaettu alueittain ja jokaiselle alueelle on oma piirustuskarttansa (liite 1). Kartasta ilmenee yhdellä dokumentilla kaikki ne dokumentit, jotka liittyvät instrumentointiin kyseisellä alueella. Kartasta ilmenee helposti eri dokumenttien keskeinen vaikutus toisiinsa, näin ollen instrumenttisuunnittelijan on helppo kartoittaa tarvitsemansa dokumentit kulloinkin menevään projektiin. Dokumenttiin on merkitty eri dokumenttien tyypit sekä piirustusnumerot helpottamaan tulevaa dokumentin etsintää teknisestä arkistosta.

## 14.2 Virtapiirikaavio

Piirikaavioon (liite 2) merkitään kaikki kyseiseen piiriin tai piirinosaan kuuluvat laitteet, liittimet, kaapelit, kotelot tai tilat, joissa piiri sijaitsee. Kaaviossa ei välttämättä esitetä laitteiden sisäisiä kytkentöjä, vaan ne esitetään laatikoina. Piirikaaviossa esitetään myös pala prosessikaaviota, johon kaavio liittyy sekä piirin laiteluettelo ja prosessiarvot. Tällä helpotetaan mahdollista vianetsintää, koska koko piirin tiedot näkyvät yhdessä kaaviossa.

## 14.3 Kaapeliluettelo

Kaapeliluettelot (liite 3) ovat Borealiksella jaettu alueittain. Ne sisältävät kaapeleiden numerot, tyypit, koot, pituudet sekä tiedon siitä, mistä kaapeli tulee ja mihin se menee. Lisäksi luettelosta löytyy kohta, johon voi merkitä kaapeliin kuuluvaa erityistietoa tai tarkennusta. Luetteloon merkitään myös revisiot.

## 14.4 Instrumenttipiiriluettelo

Instrumenttipiiriluettelosta (liite 4) varataan kaikille uusille instrumenttipiireille positionumerot. Instrumenttipiiriluettelosta löytyy myös revisio, PI-kaavion piirustusnumero, johon instrumenttipiiri viittaa, piirin tunnus, instrumenttipiirin tiedot, kohteen piirustusnumero sekä osio, johon voidaan esimerkiksi merkata, jos piiri on poistettu käytöstä. Instrumenttipiiriluettelo löytyy arkistosta kirjallisena sekä Excel-versiona, johon kaikki varaukset tehdään, jolloin instrumenttipiiriluettelo pysyy reaaliaikaisesti päivitettyinä.

## 14.5 Kojeluettelo

Kojeluettelosta (liite 5) löytyy instrumenttikojoiden tunnusnumerot, kohteen yksilöintitiedot, kuten kohteen toimintaa kuvaava nimi, viittaus PI-kaavioon, putki/laitenumero, piirikaavion piirustusnumero sekä säätö/logiikkakaavion piirustusnumero. Luettelosta käy ilmi myös tietoja prosessista, kuten virtaava aine, käyttölämpötila, käyttöpaine, tukkiva aine, saattotyyppi/lämpötila, suunniteltu lämpötila/-paine sekä PED-luokka. Kojeluetteloon on merkitty myös lähettimen sijainti, mittauselementti, prosessiliitäntä, materiaalit,



rakennepiirustus, paineenvälitin/kapillaari, mittausalue, viritys, lähtöviesti, syöttöjännite, IP-luokka, valmistaja, malli sekä hankintamäärittelyn yksilöintitiedot. Lisäksi kojeluettelosta löytyy tiedot järjestelmästä, kuten prosessiaseman tunnus, I/O-asema, tulokortin tyyppi, lähtökortin tyyppi, asteikko sekä piirin toiminnot.

#### 14.6 Runkokaapelointi

Runkokaapelointi (liite 6) dokumentissa ilmenee yhdessä kartassa kunkin alueen runkokaapeleiden kaapelinumero, mistä mihin kaapelit menee, kaapeleiden tyypit, koot sekä korkeustieto, millä korkeudella pisteet sijaitsevat. Lisäksi runkokaapelikartta on jaettu alueisiin, joten instrumentointisuunnittelija näkee nopeasti, mikä runkokaapeli menee kullekin alueelle.

#### 14.7 Ristikytkentäkaappien kytkentä

Ristikytkentäkaapin (liite 7) kytkentäpiirustuksesta ilmenee ristikytkentäkaapista lähtevän runkokaapelin osoite, kaapelinumero sekä kaapelin tyyppi, koko sekä johdin pari. Dokumentista ilmenee myös ristikytkentäkaapin riviliitin tunnus, ristikytkentä sekä kenttälaitteen tunnus.

#### 14.8 Instrumentoinnin sijoitus

Instrumentoinnin sijoituspiirustuksesta (liite 8) ilmenee instrumentoinnin sijainti kentällä, instrumentoinnin piiritunnus, korkeustieto, millä korkeudella pisteet sijaitsevat, kytkentäkotelot, instrumenttisuojakaapit sekä muut instrumentteihin liittyvät laitteet.

#### 14.9 Kenttäkoteloiden kytkentä

Kenttäkoteloiden kytkentäpiirustuksesta (liite 9) ilmenee kytkentäkotelosta lähtevän runkokaapelin osoite, kaapelinumero, sekä kaapelin tyyppi, koko sekä johdin pari. Dokumentista ilmenee myös kytkentäkotelon riviliitin tunnus, kenttälaitteen kaapeli tyyppi, koko, johtimien värit sekä kenttälaitteen tunnus.

#### 14.10 Järjestelmän I/O-kaappien kytkentälistat

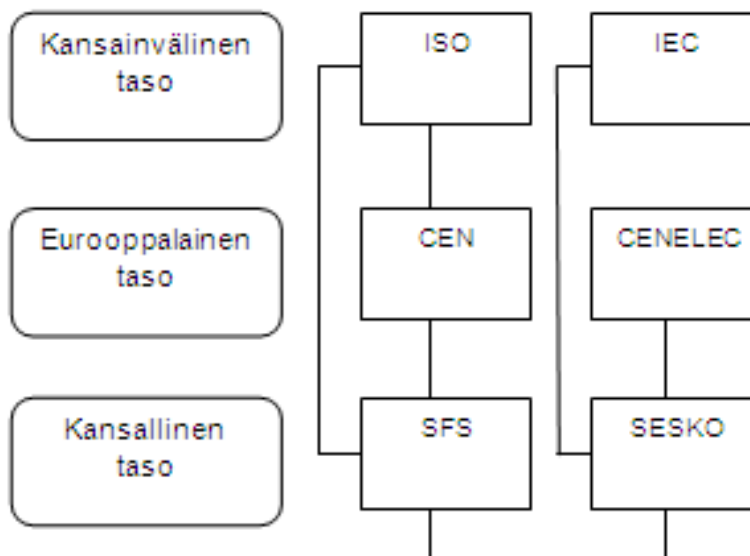
I/O kaappien kytkentälistoista (liite 10) ilmenee Järjestelmäkaappitunnus, prosesiasema sekä siihen liittyvät korttikehikko, korttipaikka, korttityyppi/liitinryhmä, kanava, AXN-liitin, sulake/maadoitus sekä X-liitinrima ja liitin. Lisäksi kytkentälistoista ilmenee järjestelmäkaapin sekä ristikytkentäkaapin välisen kaapelin tunnuksiset, johtimet, X-liitinrima/liitin, kenttäinstrumentin tunnus sekä merkintä, onko kortti passiivinen tai potentiaalivapaalla kytkimellä varustettu.

#### 14.11 Työmäärittely

Työmäärittelystä (liite 11) ilmenevät työkohteen yksilöintitiedot, työn toteuttamisajan kohta, suunnittelijan sekä muiden projektiin liittyvien yhteystiedot. Lisäksi työmäärittelystä ilmenevät asennukseen liittyvät työvaiheet, materiaalien hankintaan, työn laajuuteen sekä rajaukseen liittyviä seikkoja. Työmäärittelystä ilmenevät myös kaikki kyseiseen työhön liittyvät dokumentit. Yleensä työmäärittelyihin määritellään myös koestukseen liittyviä tarkennuksia.

### 15 Standardit

Lainsäädännössä ei ole tarkoituksenmukaista kirjata kaikkia turvallisuuteen ja teknisiin vaatimuksiin liittyviä säädöksiä lakiin, joten yleensä niissä viitataan standardeihin. Standardit ovat vapaaehtoisia ja niillä pyritään varmistamaan tuotteiden turvallisuus, laatu ja tekninen yhteensopivuus. Standardisomisjärjestöjen tehtävä on laatia säännöt ja helpottaa viranomaisten, elinkeinoelämän ja kuluttajien toimintaa. Kuvassa 13 nähdään standardisointiin liittyvät tasot.



Kuva 13. Standardisoinnin tasot

Prosessiteollisuudessa toimitaan painelaite- ja kemikaaliturvallisuuksäädösten alaisuudessa. Säädösten peruslähtökohtana on, ettei prosessilaitoksista ja niihin liittyvistä laitteista ja järjestelmistä saa aiheutua henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkoja koko sen elinkaaren aikana. Tässä luvussa esitellään standardisoiimisjärjestelmiä sekä standardeja, jotka liittyvät oleellisesti instrumenttisunnitteluun, prosessiteollisuuteen sekä laitteistokokoonpanoihin. [11.]

### 15.1 IEC

International Electrotechnical Commission on kansainvälinen standardisoiimisjärjestö, joka on perustettu vuonna 1906. Järjestöön kuuluu 82 jäsenmaata (60 täysjäsentä ja 22 liitännäisjäsentä), muun muassa Suomi kuuluu täysjäseniin. IEC julkaisee kansainvälisiä sähkö- ja elektroniikka-alan IEC-standardeja (noin 6000 kappaletta), teknillisiä spesifikaatioita ja vastaavia julkaisuja.[12.]

## 15.2 CENELEC

European Committee For Electrotechnical Standardization on eurooppalainen sähköalan standardisointijärjestö, joka on perustettu vuonna 1973. CENELEC julkaisee EN-standardeja, joilla määritellään vaatimukset sähköteknisille tuotteille ja palveluille Euroopassa. Järjestön tarkoituksena on luoda EU- ja ETA-maiden sähköteollisuudelle yhtenäinen markkina-alue. Jäsenmaita järjestöllä on 33 kappaletta ja liitännäisiä 13 kappaletta. [13.]

## 15.3 SESKO

SESKO on suomalainen järjestö, joka toimii Suomen edustajana kansainvälisissä järjestöissä IEC:ssä ja CENELEC:issä. Järjestö on Suomen Standardisointiliiton SFS ry:n jäsen ja toimialayhteisö, joten se myös laatii tarvittaessa SFS-standardeja. SESKO myös välittää IEC- ja CENELEC-standardeja. [14.]

## 15.4 SFS standardit

Seuraavassa luettelossa esiintyy muutamia SFS standardeja, jotka liittyvät oleellisesti tuotteen siirtokompressorin instrumentointisuunnitteluun.

- SFS-ISO 14617-6 käsittää kaaviossa estettävien mittaus- ja ohjaustoimintojen piirrosmerkit.
- SFS-ISO 10628 määrittelee yleiset ohjeet prosessikaavioiden laatimiselle.
- SFS-EN 605293 standardissa esitetään sähkölaitteiden kotelointiluokitusjärjestelmä.
- SFS-EN 60079-10 luokittelee räjähdysvaaralliset tilat (kaasu ja höyry) ja määrittelee laitteiden oikean valinnan sekä asennuksen.
- SFS-EN 60079-14 käsittää erityisvaatimukset sähköasennuksien suunnitteluun ja laitevalintaan räjähdysvaarallisiin tiloihin.
- SFS-EN 50281-1-2 standardissa annetaan sähkölaitteiden valinta-, asennus- ja huolto-ohjeet.

- SFS-EN 61241-10 luokittelee räjähdysvaaralliset tilat (pöly ja ilma) ja määrittelee laitteiden oikean valinnan sekä vaatimukset.
- SFS-EN 1127-1 määrittelee menetelmät sekä luo ohjeet räjähdysvaarallisiin johtavien vaaratilanteiden tunnistamiseksi ja arvioimiseksi.
- SFS-EN 13463-1 määrittelee räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettujen mekaanisten laitteiden suunnittelua ja rakennetta. [15.]

Kirjainyhdistelmät (SFS, EN ja ISO) standardin edessä viittaavat siihen, että missä kyseinen standardi on vahvistettu. Esimerkiksi tunnusyhdistelmä SFS-EN tarkoittaa, että sama standardi on voimassa sekä Suomessa että Euroopassa. Tunnusyhdistelmä SFS-ISO tarkoittaa, että standardi on voimassa Suomessa ja ISO:ssa, mutta ei ole vahvistettu CEN:issä.[16.]

## 16 Direktiivit

### 16.1 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

Turvallisuus- ja kemikaaliviraston pääasiallinen tavoite on valvoa ja edistää toimialojensa teknistä turvallisuutta sekä vaatimuksenmukaisuutta. Virasto myös toimeenpanee toimialoihinsa liittyvää lainsäädäntöä. Tukesin hallinnollisesta ohjauksesta ja valvonnasta vastaa työ- ja elinkeinoministeriö. Tukesin organisaatiossa on neljä erillistä yksikköä jotka ovat:

- Kemikaalituotevalvonta
- Laitos- ja kaivostuotevalvonta
- Tuote- ja laitteistovalvonta
- Tuki- ja kehityspalvelut: [17.]

Viraston päätoimipisteet sijaitsevat Helsingissä, Tampereella ja Rovaniemellä. Henkilökuntaa virastolla on noin 200.

## 16.2 ATEX-direktiivi

ATEX-laitedirektiivi (94/9/EY) koskee räjähdysvaarallisiin tiloihin käytettäväksi suunniteltuja laitteita, joissa on syttymislähde. Räjähdysvaarallisiksi tiloiksi luokitellaan tilat, joissa mahdollisesti esiintyy muun muassa palavaa kaasua, sumua, höyryä tai pölyä yhdessä ilman kanssa normaali-ilmanpaineisessa ilmaseoksessa. Direktiivi koskee myös laitteita ja laitteistoja, jotka fyysisesti sijaitsevat räjähdysvaarallisten tilojen ulkopuolella, mutta ovat tarpeellisia ATEX-laitteiden ja suojausjärjestelmien kannalta, näihin kuuluvat sähkölaitteet että mekaaniset laitteet sekä turva-, säätö- ja ohjauslaitteet. ATEX-direktiivissä ryhmitellään laitteet kahteen pääryhmään riippuen niiden tulevan käyttöpaikan mukaan. Ryhmän I laitteet on tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdysvaara perustuu kaivoskaasuun ja/tai pölyyn. Ryhmän II laitteet kuuluvat muihin räjähdysvaarallisiin tiloihin.

Ryhmät ovat jaoteltu laiteluokkiin, jotka ovat ryhmä I (M1 ja M2) sekä ryhmä II (1,2 ja 3). Luokitukset määrittelevät laitteelta vaadittavan turvallisuustason sekä vaatimuksenmukaisuuden vaatiman arviointimenettelyntason ennen kuin laiteelle voidaan myöntää CE-merkintä. Kuvassa 14 nähdään standardoidut suojausmenetelmät, laiteluokat sekä niihin liittyvät koodaukset.[18.]

	Koodi	EN-standardi	Laiteluokka				
			1	2	3	M1	M2
Yleiset vaatimukset		EN-60079-0					
Räjähdyspaineen kestävä	d	EN-60079-1		*			*
Paineistettu	p	EN-60079-2		*	*		
Hiekkatäytteinen	q	EN-60079-5		*			
Öljytäytteinen	o	EN-60079-6		*			
Varmennettu rakenne	e	EN-60079-7		*			*
Luonnostaan vaaraton	i	EN-60079-11	*	*	*	*	
Suojausrakenne "n"	n	EN-60079-15			*		
Massaan valettu	m	EN-60078-18	*	*	*		
Laiteluokka 1G		EN-60079-26	*				
Pölytilojen laitteet	t	EN-61241-1	*	*	*		

Kuva 14. Sähkölaitteiden standardoidut suojausmenetelmät [18]

Laitteesta tulee löytyä myös räjähdysuojauksen erityismerkintä, joka sisältää Ex-merkin sekä laitteen ryhmän, laiteluokan ja tarkoitetun käyttöympäristön osoittavat merkinnät. Kuvassa 15 nähdään edellä mainitut laitteen kilpitiedot.

ATEX lyhenne tulee sanoista atmospheres explosibles. [19.]



Kuva 15. Laitteen kilpitiedot [20]

### 16.3 Ex-laitteet

Ex-laitteiksi luetaan sellaiset koneet ja laitteet, jotka ovat tarkoitettu käytettäväksi Ex-tiloissa. Ex-laitteiden tulee täyttää olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset, jotka yleensä täyttyvät, kun noudatetaan yhdenmukaisissa standardeissa kuvattavia suunnittelu- ja rakenneperiaatteita sekä testausmenetelmiä.

Ex-tiloihin tarkoitettuihin laitteisiin ja suojausjärjestelmiin, valmistus- ja myyntitarkoitukseen tarvitaan ATEX-laitesäädösten vaatimukset 1.7.2003 lähtien. [21.]

### 16.4 Konedirektiivi

Konedirektiivillä (2006/42/EY) asetetaan koneen valmistajalle turvallisuuslainsäädännön velvoitteita ja vastuita, jonka valvonnan hoitaa ja siitä vastaa koneen valmistaja itse. Mahdollisissa ongelmatapauksissa viranomaiset voivat vaatia valmistajalta rakennetiedostoa, josta ilmenee suunnittelun ja valmistuksen lainmukaisuus.

Konedirektiivissä koneen valmistajan tehtävät ovat:

- Arvioida koneen riskit
- Selvittää konetta koskevat vaatimukset
- Laatia käyttöohjeet ja varustaa kone tarvittavilla merkinnöillä
- Valmistaa ja suunnitella kone turvallisuusvaatimusten mukaisesti
- Ylläpitää koneen teknistä tiedostoa
- Suorittaa vaatimuksenmukainen arviointimenettely
- Laatia ja allekirjoittaa EY-vaatimustenmukaisuustodistus
- Kiinnittää koneeseen CE-merkintä

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen täytyessä valmistaja merkitsee koneen CE-merkinnällä.

#### 16.5 Koneturvallisuuden standardien hierarkia

Konedirektiiviin liittyvät turvallisuusstandardit jaotellaan kolmeen hierarkia tasoon A-, B- ja C-tyyppin standardeihin. A-tyyppin standardit käsittävät koneturvallisuuden perusfilosofian, kuten perusterminologian, turvallisuussuunnittelun periaatteet sekä riskin arvioinnin periaatteet.

B-tyyppin standardit käsittävät suunnittelijoiden tarvitsemaa perustietoa, kuten melun ja värinän hallintaa, mittaamista, ergonomiaa, turvalaitteita, suojuksia, kulkuteitä ja turvetaisyyksiä. C-tyyppin standardit käsittelevät yksityiskohtaisempaa tietoa yksittäisten koneiden tai koneryhmien turvallisuusvaatimuksia, jotka osittain toteutetaan viittaamalla A- tai B-tyyppin standardeihin. [22.] Kuvassa 16 nähdään edellä mainitut standardien kattamat aihealueet.



A-tyypin standardi SFS- ISO 12100		
B-tyypin standardit	Materiaalit ja päästöt	Tulipalo ja räjähdys, hygienia
	Päästöjen hallinta ja mittaus	Melu, värinä, säteily, aineet
	Suojaustekniset laitteet	Suojukset, turvalaitteet
	Tehonsyöttöjärjestelmät	Sähkö, hydraulikka ja pneumatiikka
	Ohjausjärjestelmät	Rakenneperaatteet, odottamattoman käynnistämisen estäminen, hätäpysäytys
	Ihmisen ja koneen välinen vuorovaikutus	Ohjaus- ja näyttölaitteet, signaalit, merkinnät, ohjeet
	Ergonomia	Ihmisen henkiset kyvyt, fyysinen ympäristö, antropometria ja biomekaniikka
	Etäisyysuojauus	Turvaetäisyydet, puristussuojaetäisyydet
	Kulhutiet	Tasot, kaiteet, portaat, tikkaat

Kuva 16. A- ja B-tyypin standardien kattamat aihealueet [22]

## 17 Työn kulku

Suunnitteluprojekti aloitettiin PI-kaaviota tutkimalla ja selvittämällä, minkä tyyppisiä mittauksia sekä ohjauksia kyseisessä laitteistossa vaaditaan. Näin saatiin mittauksien sekä ohjauksien lukumäärät, jolloin voitiin alkaa suunnitella järjestelmää koskevia varauksia. Seuraavassa vaiheessa etsittiin instrumentoinnin piirustuskartasta kaikki työhön liittyvät dokumentit, jolloin nähtiin laadittavien dokumenttien määrät sekä saatiin jonkinlainen malli kyseisistä dokumenteista. Mallia tarvittiin myöhemmässä vaiheessa, koska kaikkien suunniteltavien dokumenttien on oltava yhteneviä kokonaiskuvaltaan.

Pääosin projektissa käytettiin dokumenttien luomisessa ja muokkaamisessa AutoCad-suunnitteluohjelmistoa, jolla luotiin muun muassa piirikaaviot, ristikytkentäkaappien, laitekoteloiden sekä kenttäkoteloiden kytkentäpiirustukset. Lisäksi projektissa päivitettiin myös muutamia luetteloita sekä listoja, joita olivat muun muassa kaapeliluettelon päivittäminen muutamalla kaapelilisyksellä sekä järjestelmän I/O-kaappien kytkentälistojen päivittäminen ajan tasalle.

Projektissa laadittiin myös työmääritys tulevaa tuotteensiirtokompressorin asennusta varten. Siinä määritellään asennukseen liittyviä työvaiheita, materiaalien hankintaan, työn laajuuteen sekä työn rajaukseen liittyviä tekijöitä. Työmäärityksestä ilmenee myös projektiin vaikuttavien henkilöiden yhteystiedot sekä kaikki kyseiseen työhön liittyvät dokumentit.

Työn edetessä suurimpana työvaiheena oli AutoCAD-suunnitteluohjelmistolla työskentely, koska dokumentteja oli useita ja yhden dokumentin luomiseen tarvittiin tietoja useasta muusta dokumentista. Näin ollen myös virheiden mahdollisuus kasvoi, tosin niiden korjaaminen oli kohtuullisen helppoa. Virheiden varalta dokumentteja käytiin läpi useaan otteeseen, jolloin varmistuttiin niiden virheettömyydestä.

## 18 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja dokumentoida tuotteen siirtokompressorin instrumentointi, kenttälaitteista prosessiasemalle saakka. Suunnittelutyö oli osa isompaa projektikonaisuutta, ja se toteutettiin muun kyseiseen projektiin liittyvän suunnittelun rinnalla. Insinööriyössä pyrittiin ottamaan huomioon instrumenttisuunnittelijan näkökulma osana laitosinvestointiprojektia.

Insinööriyön tuloksena luotiin kaikki tarvittavat instrumentointisuunnittelundokumentit ottaen huomioon suunnittelua koskevat standardit sekä prosessiteollisuuteen vaikuttavat painelaite- ja kemikaaliturvallisuuksäädökset, ATEX-laitedirektiivin (94/9/EY) asettamat vaatimukset ja määräykset. Myöhemmässä vaiheessa tulevaa tuotteensiirtokompressorin pakettitoimitusta varten päivitettiin kaikki kyseiseen projektiin liittyvät luettelot sekä kytkentälistat.

Lisäksi tuotteen siirtokompressorin tulevaa asennusta varten tuotettiin työmääritys, jossa rajataan sekä määritellään tuotteen siirtokompressorin instrumentointiasennuksiin liittyvät työt. Työmääritystä voidaankin pitää myös eräänlaisena yhteenvetona suunnitteluprojektissa, koska siitä selviää kyseiseen projektiin liittyvät työt ja dokumentit.

Ongelmakohtaksi projektin aikana nousi laitetoimittajan ehdotus laitteistokokoonpanosta. Tuotteen siirtokompressorin oli pakettitoimitus, ja hankintamääritysihin erityisvaatimuksena edellytettiin muutamien kenttäinstrumenttien olevan tiettyjen valmistajien tuotteita. Tässä tapauksessa tilaajan määrittämät Emersonin mittalaitteet oli korvattu Huba Controlin valmistamilla mittalaitteilla. Laitetoimittajan laitteistokokoonpanoa ei lähdetty muuttamaan, koska projektin toteutusaikataulu oli suhteellisen kireä ja kyse oli

vain muutamasta mittausinstrumentista. Pääosin laitteistokokoonpano oli sellainen kuin oli alun perin suunniteltu. Tulevaisuudessa mahdollisesti rikkoutuvien instrumenttien tilalle on helppo vaihtaa tehtaalla yleisessä käytössä olevat mittalaitteet yhteneväisten kierteiden ansiosta.

Projektityöskentelyn aikana tuli erittäin tutuksi AutoCAD-suunnitteluohjelmistolla työskentely ja erilaisten suunnitteludokumenttien luominen. Projektin kuluessa huomasin, kuinka useaan otteeseen suunnitteludokumentteja käydään läpi ja kuinka monien suunnitteluun osallistuvien osapuolien kanssa ollaan tekemisissä, jotta saataisiin laitosinvestointiprojekti onnistuneesti päätökseen. Useiden saman projektin parissa työskentelevien on erittäin tärkeää noudattaa yhteistä terminologiaa sekä täsmällisiä työtapoja, jolloin kaikki osapuolet ymmärtävät toisiaan, näin saadaan lopputuloksesta mahdollisimman hyvä. Varsinkin kun laitetoimittajan kanssa pidetyt keskustelut käydään suurimmilta osin sähköpostiviestein, kasvaa virheiden mahdollisuus huomattavasti, jos osapuolilla ei ole yhteistä kieltä käytettävänä.

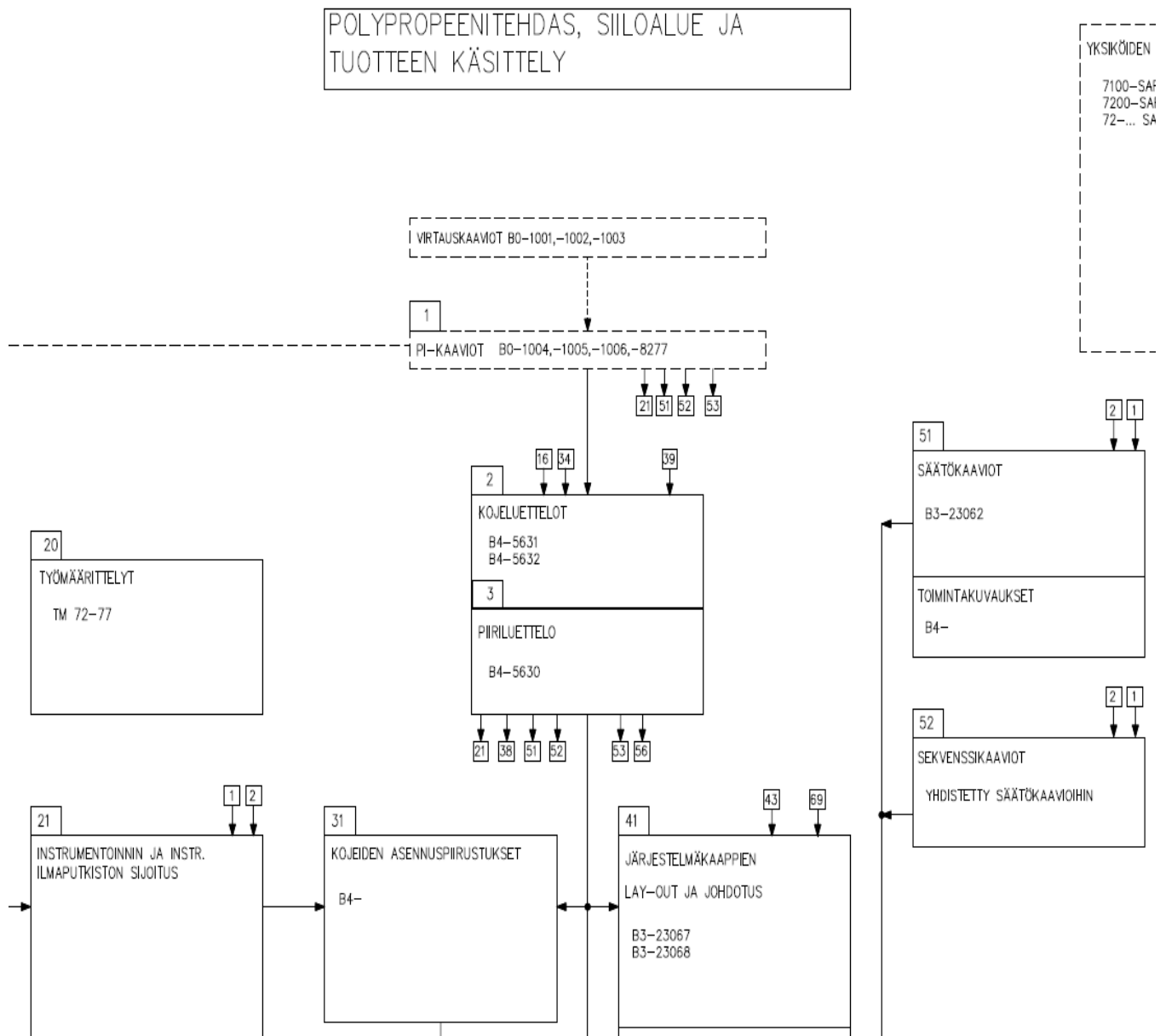
Vaikka projektityöhön oli varattu riittävästi aikaa, piti projektityöskentelyssä kuitenkin kiirehtiä, jotta saatiin kaikki dokumentit luotua ajallaan. Ongelmakohtia suunnitteluprojektissa oli muutamia liittyen lähinnä AutoCAD-suunnitteluohjelmiston käyttöön, mutta niistä selvittiin hyvien asiantuntijoiden avustuksella.

## Lähteet

- 1 Borealis infopaketti. Verkkodokumentti.  
<[www.borealisgroup.com/news-and-events/company-news/archive-2010/borealis-investment-porvoo](http://www.borealisgroup.com/news-and-events/company-news/archive-2010/borealis-investment-porvoo)>. Luettu: 2.10.2013
- 2 Borealis uutiset. Verkkodokumentti. <[www.borealisgroup.com/news-and-events/company-news/archive-2010/borealis-investment-porvoo](http://www.borealisgroup.com/news-and-events/company-news/archive-2010/borealis-investment-porvoo)>. Luettu: 8.11.2013
- 3 Sivonen Markku. 1995. Teollisuuden Instrumentointi. Helsinki. Painatuskeskus Oy.
- 4 Tuubi kurssimateriaali. Verkkodokumentti.  
<[www.tuubi.metropolia.fi/automaatiojainstrumentointi.pdf](http://www.tuubi.metropolia.fi/automaatiojainstrumentointi.pdf)>. Luettu: 15.10.2013
- 5 Coperion yritysesittely. Verkkodokumentti.  
<[www.coperion.com/en/coperion/facts-and-figures/](http://www.coperion.com/en/coperion/facts-and-figures/)>. Luettu: 9.10.2013
- 6 Diplomityö paineilma. Verkkodokumentti.  
<[www.motiva.fi/files/2329/Diplomityo\\_paineilma.pdf](http://www.motiva.fi/files/2329/Diplomityo_paineilma.pdf)>. Luettu: 28.11.2013
- 7 Diplomityö. Verkkodokumentti.  
<[www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77562/Diplomityo.pdf?sequence=1](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/77562/Diplomityo.pdf?sequence=1)>. Luettu: 28.11.2013
- 8 Autodesk yritysesittely. Verkkodokumentti.  
<[www.usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?siteID=123112&id=14224433](http://www.usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?siteID=123112&id=14224433)>. Luettu: 28.10.2013
- 9 Dokumenttien hallinta. Verkkodokumentti. <[www.iitc.fi/fi/page/221](http://www.iitc.fi/fi/page/221)>. Luettu: 12.10.2013
- 10 SAP yritysesittely. Verkkodokumentti. <[www.sap.com/finland/about/index.epx](http://www.sap.com/finland/about/index.epx)>. Luettu: 16.10.2013
- 11 Turva-automaatio. Verkkodokumentti.  
<[www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit\\_kaasu/Turva-automaatio\\_prosessiteollisuudessa.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf)>. Luettu: 11.10.2013
- 12 Standardointijärjestelmä IEC. Verkkodokumentti.  
<[www.sesko.fi/portal/fi/standardointijarjestelma/iec/](http://www.sesko.fi/portal/fi/standardointijarjestelma/iec/)>. Luettu: 11.10.2013
- 13 Standardointijärjestelmä Cenelec. Verkkodokumentti.  
<[www.sesko.fi/portal/fi/standardointijarjestelma/cenelec/](http://www.sesko.fi/portal/fi/standardointijarjestelma/cenelec/)> Luettu: 11.10.2013

- 14 Sesko yritysesittely. Verkkodokumentti. <[www.sesko.fi/portal/fi/sesko/](http://www.sesko.fi/portal/fi/sesko/)>. Luettu: 11.10.2013
- 15 SFS standardit. Verkkodokumentti. <[www.metropolia.fi/sfs/servlets/SFSContractServlet?action=userContracts](http://www.metropolia.fi/sfs/servlets/SFSContractServlet?action=userContracts)>. Luettu: 15.10.2013
- 16 Standardi tutuksi. Verkkodokumentti. <[www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi/sfs\\_en\\_iso](http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/sfs_en_iso)>. Luettu: 27.11.2013
- 17 Tietoa meistä. Verkkodokumentti. <[www.tukes.fi/fi/Tietoa-meista](http://www.tukes.fi/fi/Tietoa-meista)>. Luettu: 22.10.2013
- 18 ATEX-esite. Verkkodokumentti. <[www.labkotec-fi-bin.directo.fi/@Bin/5c3cff3cdfeda62d2106b7a6bd6e8b8a/1381485397/application/pdf/128411/Atex-esite.pdf](http://www.labkotec-fi-bin.directo.fi/@Bin/5c3cff3cdfeda62d2106b7a6bd6e8b8a/1381485397/application/pdf/128411/Atex-esite.pdf)>. Luettu: 11.10.2013
- 19 ATEX-direktiivi. Verkkodokumentti. <[www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/](http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/)>. Luettu: 11.10.2013
- 20 Esite Vtt. Verkkodokumentti. <[www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T112.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2013/T112.pdf)>. Luettu: 11.10.2013
- 21 ATEX opas. Verkkodokumentti. <[www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_opaat/ATEX\\_opas.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf)>. Luettu: 11.10.2013
- 22 Koneturvallisuuden esite. Verkkodokumentti. <[www.sfs.fi/files/63/sfs\\_koneturvallisuuden\\_esite\\_netti.pdf](http://www.sfs.fi/files/63/sfs_koneturvallisuuden_esite_netti.pdf)>. Luettu: 11.10.2013

## Instrumentoinnin piirustuskartta





## Kaapeliluettelo

KAAPELILUETTELO

BOREALIS POLYMERS  
PP-LAITOS  
SIILO-ALUE  
Ohjaamo- ja RK-tilojen kaapelit.B4-5635  
LEHTI 21  
ALUE 71,72  
TUNNUS KX

Numero	Tyyppi	Pituus/m	Mistä	Minne	Huom	Rev
W4001P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (1-12)	AK46P-X1 (1-96)		
W4002P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (13-24)	AK46P-X2 (1-96)		
W4003P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (25-36)	AK46P-X3 (1-96)		
W4004P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (37-48)	AK46P-X4 (1-96)		
W4005P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (49-51)	AK46P-X4 (97-120)		
W4006P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (52-63)	AK46P-X5 (1-96)		
W4007P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (64-75)	AK46P-X6 (1-96)		
W4008P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (76-78)	AK46P-X6 (97-120)		
W4009P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (79-90)	AK46P-X9 (1-96)		
W4010P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (91-102)	AK46P-X10 (1-96)		
W4011P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (103-105)	AK46P-X10 (97-120)		
W4012P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (106-117)	AK46P-X11 (1-96)		
W4013P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (118-129)	AK46P-X12 (1-96)		
W4014P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (130-132)	AK46P-X12 (97-120)		
W4015P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (133-144)	AK46P-X13 (1-96)		
W4016P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (145-156)	AK46P-X14 (1-96)		
W4017P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (157-159)	AK46P-X14 (97-120)		
W4018P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X2 (160-171)	AK46P-X15 (1-96)		
W4019P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (1-12)	AK45P-X2 (1-96)		
W4020P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (13-15)	AK45P-X2 (97-120)		
W4021P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (16-27)	AK45P-X3 (1-96)		
W4022P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (28-39)	AK45P-X5 (1-96)		
W4023P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (40-51)	AK45P-X6 (1-96)		
W4024P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (52-54)	AK45P-X6 (97-120)		
W4025P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (55-66)	AK45P-X13 (1-96)		
W4026P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (67-78)	AK45P-X14 (1-96)		
W4027P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (78-81)	AK45P-X14 (97-120)		
W4028P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (82-93)	AK45P-X15 (1-96)		
W4029P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (94-105)	AK45P-X16 (1-96)		
W4030P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (106-108)	AK45P-X16 (97-120)		
W4031P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (109-120)	AK46P-X7 (1-96)		
W4032P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (121-132)	AK46P-X8 (1-96)		
W4033P	KJAAM-OHJ 12*(2+1)*0.5	15	RK41P-X4 (133-135)	AK46P-X8 (97-120)		
W4034P	KJAAM-OHJ 48*(2+1)*0.5	15	RK41P-X6 (1-12)	AK45P-X1 (1-96)		


K:\UNIT\PPWKIB4-5635\45635001.XLS

Rev.2

24.9.2007



## Instrumenttipiiriluettelo 1/2

		INSTRUMENTTIPIIRILUETTELO			Numero No. B4-5630	
Laatija Systecon/Sari Lahti	Issued by IA	Tark. Check IA	Hyv. Appr. MXR	Pvm. Date 02.01.2006	Muutos Rev. 51	Lehti Sheet 1
Otsikko Subject BOREALIS POLYMERS POLYPROPEENILAITOS NUMEROSARJAT 90-, 91-, 92-, 93-, 94-, 95-, 96-, 97-, 98-, 71-, 72-					Alue Area 90	Tunnus Code KX
					Projektin/ työnumero Project/job Number 10/1016	

SARJA	ALUE	KOHDE
90-	90	PP-LAITOS YHTEISET
91-	91	POLYMEROINTI, LISÄAINEANNOSTELUT
92-	92	POLYMEROINTI, ESIPOLYMEROINTI JA LOOP-REAKTORIT
93-	93	POLYMEROINTI, SYÖTÖT, KAASUNPOISTO JA KIERTOKAASU
94-	94	POLYMEROINTI, KAASUFAASI
95-	95	POLYMEROINTI, KUIVAUS
96-	96	POLYMEROINTI, BLOW-DOWN JA JÄÄHDYTYK
97-	97	POLYMEROINTI, COS-POISTO, TUORESÖTÖN KUIVAIN, VETYKOMPR.
98-	98	SIIRROT, PELLETOINTI JA BLENDERIT
71-	71	TUOTEVARASTO 2 (PP)
72-	72	PP-SIILIALUE
14-	14	SÄILIÖALUE, UUDET NUMEROT LUETTELOSTA B4-5303
19-	19	SOIHTUALUE, UUDET NUMEROT LUETTELOSTA B4-5303
30-...37-	30..37	KÄYTTÖHYÖDYKKEET, UUDET NUMEROT LUETTELOSTA B4-5314

### HUOM.

Kaikille uusille PP:n instrumenttipiireille numerot otetaan tästä luettelosta.  
**Numerovaraukset tehdään Excel-listaan eikä arkiston paperikopioon!**  
Kaikki järjestelmään tulevat, uudet piirit numeroidaan uuteen, 9x-alkuiseen sarjaan.

Vanhoja paikallisia instrumentteja ei ole tässä listassa uudelleennumeroitu vaan numerot ovat alkuperäiset 4-numeroiset, mitkä niille Technimontin PI-kaavioissa on annettu.  
Uudet numerot paikallisillekin mittareille muodostetaan tyyliin 9x-yyy

Luetteloon on otettu kaikki ne positiot jotka ovat löytyneet PI-kaavioista tai Technimontin vanhasta Instrument Schedulesta. Numerointi niissä on hypynyt, mutta tähän luetteloon ei ole jätetty tyhjiä rivejä osoittamaan ei-käytössä olevia numeroja. Uusille instrumenteille voidaan ottaa kaikki ko. numerosarjaan välille käyttämättä jääneet numerot.

Alueiden 14, 19 ja 30-37 positiosta tässä luettelossa on vain ne piirit jotka menevät PP:n automaatiojärjestelmään. Uusien numerojen varaukset näillä alueilla yllämainituista piirilueteloista.

**Instrumenttipiirien kirjaintunnukset ohjeen NOS 2009-02 mukaan.**  
**Laitepositioiden tunnukset ohjeen ES.75.31.001.F mukaan.**

46	08.11/24.11	TALSJAH/MPE	TILLJAH/MPE	TILLJAH/MPE	VARAUKSIA JD12B (VI-94-001 → 004), HS-98-200, XI-98-067A, -067B
45	23.10	ATO	LOQ	HHH	VARAUKSIA JDBB, JDBC, JDBE
44	10.10	LOQ	HHH	HHH	VARAUKSIA JDBA
43	47.09	LOQ	ATQ	HHH	VARAUKSIA JDAZ
51	52.11	PN	BECS	TXL	POIST. FQ-98-088, LIS. FIQ-98-089, N10001814
50	10.12	MHA	ATO	HHH	VAR. KYLMÄKONEPROJEKTIIN JDBI
49	04.12	MTI	ATO	TAB	VAR. ANALYS. SUOJAN MITTAUKSIA, JDBF
47	35.11	MPE	MPE	MPE	MITTAUKSIA
48	48.11	LUQ			UUSI GC KESKEN
Rev.	Vko/Vuosi	Piiri./ Suunn.	Tark.	Hyv.	Selitys

Instrumenttipiiriluettelo 2/2

POLYPROPEENILAITOS  
INSTRUMENTTIPIIRILUETTELO

B4-5630/P/26

REV	PI_kaavio	PIIRIN_TUNNUS	KOHDE	KOL_No	HUOM.
	B0-9181	PIC-98-016	PAINE FA-9804 JALKEEN	B4-5628	
	B0-9181	PS-98-017	GB-9803A PAINEPUOLI	B4-5628	
	B0-9181	PS-98-018	GB-9803B PAINEPUOLI	B4-5628	
	B0-9181	PS-98-019	GB-9803A PAINEPUOLI	B4-5628	
	B0-9181	PS-98-020	GB-9803B PAINEPUOLI	B4-5628	
	B0-9180/1	PS-98-021	GB-9801A PAINE MATALA	B4-5628	
	B0-9180/1	PS-98-022	GB-9801B PAINE MATALA	B4-5628	
	B0-9180/1	PDI-98-023	FD-9814 PAINE-ERO	B4-5628	
	B0-9182	PCV-98-023A	HOVRY GD-9802A:LLE	B4-5628	
	B0-9183	PCV-98-023B	HOVRY GD-9802B:LLE	B4-5628	
		PS-98-027	KIERRATYSILMAPUHALLIN 3	B4-5628	
	B0-9183	PDS-98-028	FD-9806 PAINE-ERO	B4-5628	
	B0-9192	PS-98-031	GB-9808A:N PAINE	B4-5628	
	B0-9192	PS-98-032	GB-9808C:N PAINE	B4-5628	
	B0-9192	PS-98-033	GB-9808B:N PAINE	B4-5628	
	B0-9192	PI-98-034	A:N PELLETTISIIRTO	B4-5628	
	B0-9192	PDI-98-035	FD-9808A PAINE-ERO	B4-5628	
	B0-9192	PI-98-036	B:N PELLETTISIIRTO	B4-5628	
	B0-9192	PDI-98-037	FD-9808B PAINE-ERO	B4-5628	
	B0-9192	PS-98-038	GB-9808A:N PAINE	B4-5628	
	B0-9192	PS-98-039	GB-9808C:N PAINE	B4-5628	
	B0-9192	PS-98-040	GB-9808B:N PAINE	B4-5628	
	B0-9190	PDI-98-041	FD-9850 PAINE-ERO PPJAAHD.	B4-5628	
	B0-9190	PIC-98-042	TYPPI PP-JAAHDYTTIMELLE	B4-5628	
41					PI-98-043A POISTETTU
17	B0-9181	PI-98-044	GB-9801A IMUPAINE	B4-5628	
17	B0-9181	PI-98-045	GB-9801A LAHTOPAINE	B4-5628	
17	B0-9181	PI-98-046	GB-9801A VOITELUOLJYN PAINE	B4-5628	
17	B0-9181	PI-98-047	GB-9803A IMUPAINE	B4-5628	
17	B0-9181	PI-98-048	GB-9803A LAHTOPAINE	B4-5628	
17	B0-9181	PI-98-049	GB-9803A VOITELUOLJYN PAINE	B4-5628	
17	B0-9192	PI-98-050	GB-9808A IMUPAINE	B4-5628	
17	B0-9192	PI-98-051	GB-9808A LAHTOPAINE	B4-5628	
17	B0-9192	PI-98-052	GB-9808A VOITELUOLJYN PAINE	B4-5628	
17	B0-9192	PI-98-053	GB-9808B IMUPAINE	B4-5628	
17	B0-9192	PI-98-054	GB-9808B LAHTOPAINE	B4-5628	
17	B0-9192	PI-98-055	GB-9808B VOITELUOLJYN PAINE	B4-5628	
	B0-9193	PS-98-061A	VAIHDELAATIKON VOITELUOLJY	B4-5628	
	B0-9193	PS-98-061B	VAIHDELAATIKON VOITELUOLJY	B4-5628	
	B0-9193	PDS-98-063A	VOITELUOLJYSUODATIN	B4-5628	
	B0-9193	PDS-98-063B	VOITELUOLJYSUODATIN	B4-5628	
41					PS-98-064A POISTETTU
41					PS-98-064B POISTETTU

## Kojeluettelo



KOJELUETTELO

Número No.

B4-5628

PAINEKOJEET

Muutos Rev.  
4

Lehti Sheet  
P20

Tunnusnumero	PI-98-054	PI-98-055	
Kohde	GB-9808B:N LÄHTÖPAINE	GB-9808B:N ÖLJYN PAINE	
PI-kaavio	B0-9192/2	B0-9192/2	
Putki/ laitenumero	GB-9808B DISCHARGE	GB-9808B COOLING	
Piirikaavio	B3-23081	B3-23081	
Säätö/logikkakaavio	B3-23061/	B3-23061/	
PROSESSITIEDOT			
Aine	Air	Lube oil	
Käyttölämpötila °C			
Käyttöpaine min/norm/maks kPa	/1,11/	/2.5...3.0/	
Tukkiva aine			
Säätötyyppi/lämpöt. °C	/	/	
Suunn.lämpötila/ -paine °C/ kPa	./-	./-	
PED -luokka			
Huom.			
LAHETIN	PAINELAHETIN	PAINELAHETIN	
Sijainti	LP39P	LP39P	
Mittauselementti			
Prosessiitiantä	G1/2"	G1/2"	
Materiaalit	AISI 316 SST/HASTELLOY C-276	AISI 316 SST/HASTELLOY C-276	
Rakennepiiri/ As. tyyppiirustus	/-	/-	
Paineenvälitin/ kapillaari	/	/	
Mittausalue pe kPa	0-5 bar	0-5 bar	
Virtitys pe kPa	-	-	
Lähtöviesti	4-20 mA, HART	4-20 mA, HART	
Syöttöjännite	24 VDC	24 VDC	
IP-luokka/ Ex-suojausluokka	IP67/-	IP67/-	
Valmistaja	YOKOGAWA	YOKOGAWA	
Malli	EJX530A-EBS8N-019NN/M15	EJX530A-EBS8N-019NN/M15	
Hankintamäärittely	Pakettoim CWP	Pakettoim CWP	
Huom.			
JÄRJESTELMÄ			
Järjestelmä/ prosessiasema	/PP05	/PP05	
I/O-asema	AK36P	AK36P	
Tulokortin tyyppi	AIH8	AIH8	









## Järjestelmän I/O-kaappien kytkentälistat

Järjestelmäkaappi AK45P										Kaapeli/RK					
AK-kaappi	Pros. asema	Korttikahikko	Korttipaikka	Korttityyppi/Liitinyhmä	Kanava	AXC-liitin	Sulake/maadoitus	K-liitinmää ja liitin	Johdin	Kaapeli	RK-kaappi	K-liitinmää ja liitin	Kortti Passiivinen tai pot.vap. kytkin	Instrumenttilunnus	Revisio
AK45P	PP06	0	07	BOU82	0	4		X01.001	1pu	W4034P	RK41P	X6:1a	X	GB-9811A_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	0	1		X01.002	1si	W4034P	RK41P	X6:1b	X	GB-9811A_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	1	3		X01.003	2pu	W4034P	RK41P	X6:1c	X	GB-9811B_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	1	5		X01.004	2si	W4034P	RK41P	X6:1d	X	GB-9811B_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	2	10		X01.005	3pu	W4034P	RK41P	X6:1e	X	GB-9811C_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	2	7		X01.006	3si	W4034P	RK41P	X6:1f	X	GB-9811C_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	3	9		X01.007	4pu	W4034P	RK41P	X6:1g	X	GB-9811D_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	3	11		X01.008	4si	W4034P	RK41P	X6:1h	X	GB-9811D_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	4	16		X01.009	5pu	W4034P	RK41P	X6:2a	X		
AK45P	PP06	0	07	BOU82	4	13		X01.010	5si	W4034P	RK41P	X6:2b	X		
AK45P	PP06	0	07	BOU82	5	15		X01.011	6pu	W4034P	RK41P	X6:2c	X		
AK45P	PP06	0	07	BOU82	5	17		X01.012	6si	W4034P	RK41P	X6:2d	X		
AK45P	PP06	0	07	BOU82	6	22		X01.013	7pu	W4034P	RK41P	X6:2e	X	GB-98X30A_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	6	19		X01.014	7si	W4034P	RK41P	X6:2f	X	GB-98X30A_O	
AK45P	PP06	0	07	BOU82	7	21		X01.015	8pu	W4034P	RK41P	X6:2g	X		
AK45P	PP06	0	07	BOU82	7	23		X01.016	8si	W4034P	RK41P	X6:2h	X		
AK45P	PP06	0	08	BOU82	0	4		X01.017	9pu	W4034P	RK41P	X6:3a	X	GB-9811A_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	0	1		X01.018	9si	W4034P	RK41P	X6:3b	X	GB-9811A_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	1	3		X01.019	10pu	W4034P	RK41P	X6:3c	X	GB-9811B_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	1	5		X01.020	10si	W4034P	RK41P	X6:3d	X	GB-9811B_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	2	10		X01.021	11pu	W4034P	RK41P	X6:3e	X	GB-9811C_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	2	7		X01.022	11si	W4034P	RK41P	X6:3f	X	GB-9811C_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	3	9		X01.023	12pu	W4034P	RK41P	X6:3g	X	GB-9811D_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	3	11		X01.024	12si	W4034P	RK41P	X6:3h	X	GB-9811D_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	4	16		X01.025	13pu	W4034P	RK41P	X6:4a	X		
AK45P	PP06	0	08	BOU82	4	13		X01.026	13si	W4034P	RK41P	X6:4b	X		
AK45P	PP06	0	08	BOU82	5	15		X01.027	14pu	W4034P	RK41P	X6:4c	X		
AK45P	PP06	0	08	BOU82	5	17		X01.028	14si	W4034P	RK41P	X6:4d	X		
AK45P	PP06	0	08	BOU82	6	22		X01.029	15pu	W4034P	RK41P	X6:4e	X	GB-98X30A_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	6	19		X01.030	15si	W4034P	RK41P	X6:4f	X	GB-98X30A_C	
AK45P	PP06	0	08	BOU82	7	21		X01.031	16pu	W4034P	RK41P	X6:4g	X		
AK45P	PP06	0	08	BOU82	7	23		X01.032	16si	W4034P	RK41P	X6:4h	X		
AK45P	PP06	0	09	BIU82	0	4		X01.033	17pu	W4034P	RK41P	X6:5a		GB-9811A_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	0	2		X01.034	17si	W4034P	RK41P	X6:5b		GB-9811A_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	1	3		X01.035	18pu	W4034P	RK41P	X6:5c		GB-9811B_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	1	6		X01.036	18si	W4034P	RK41P	X6:5d		GB-9811B_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	2	10		X01.037	19pu	W4034P	RK41P	X6:5e		GB-9811C_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	2	8		X01.038	19si	W4034P	RK41P	X6:5f		GB-9811C_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	3	9		X01.039	20pu	W4034P	RK41P	X6:5g		GB-9811D_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	3	12		X01.040	20si	W4034P	RK41P	X6:5h		GB-9811D_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	4	16		X01.041	21pu	W4034P	RK41P	X6:6a			
AK45P	PP06	0	09	BIU82	4	14		X01.042	21si	W4034P	RK41P	X6:6b			
AK45P	PP06	0	09	BIU82	5	15		X01.043	22pu	W4034P	RK41P	X6:6c			
AK45P	PP06	0	09	BIU82	5	18		X01.044	22si	W4034P	RK41P	X6:6d			
AK45P	PP06	0	09	BIU82	6	22		X01.045	23pu	W4034P	RK41P	X6:6e		GB-98X30A_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	6	20		X01.046	23si	W4034P	RK41P	X6:6f		GB-98X30A_R	
AK45P	PP06	0	09	BIU82	7	21		X01.047	24pu	W4034P	RK41P	X6:6g			
AK45P	PP06	0	09	BIU82	7	24		X01.048	24si	W4034P	RK41P	X6:6h			
AK45P	PP06	0	10	AIH8	0	2		X01.049	25pu	W4034P	RK41P	X6:7a			
AK45P	PP06	0	10	AIH8	0	1		X01.050	25si	W4034P	RK41P	X6:7b			
AK45P	PP06	0	10	AIH8	1	6		X01.051	26pu	W4034P	RK41P	X6:7c			
AK45P	PP06	0	10	AIH8	1	5		X01.052	26si	W4034P	RK41P	X6:7d			



## Työmääritys 1/5



Issued by Hannu Karvonen	<b>Job Definition Työmääritys</b>	Number <b>98-50</b>	
	Date 8.11.2013	Revision 111111	Sheet 1 (5)
Subject <b>PORVOON TUOTANTOLAITOKSET PP-LAITOS Conveying Compressor in Blender area Instrumentoinnin asennukset</b>	Time Schedule 1.4 → 25.5.2014	Area 98	Code TM
	Job No. <b>(10/2151)</b>	Equipment No. GB-9811 E	

1	KOHDE .....	2
2	YLEISTÄ .....	2
3	TYÖT KENTÄLLÄ .....	2
3.1	TYÖT KENTTÄKOTELLOLLA KK447P .....	3
3.2	TYÖT KENTTÄKOTELLOLLA KK443P .....	3
4	TYÖT RISTIKYTKENTÄILOISSA .....	3
4.1	TYÖT RISTIKYTKENTÄKAAPISSA RK47P .....	3
4.2	TYÖT JÄRJESTELMÄKAAPISSA AK45P .....	4
4.3	TYÖT JÄRJESTELMÄKAAPISSA AK47P .....	4
5	NIMIKILVET .....	4
6	KOESTUKSET .....	4
7	MATERIAALIT .....	5
8	LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET .....	5

## Työmääritys 2/5



### Job Definition Työmääritys

Number <b>90-1654</b>	
Revision 1	Sheet 2 (5)

### 1 KOHDE

Tämä työmääritys sisältää Borealis Polymers Oy:n Polypropeeni laitoksen ristikytkentätiloissa, muuntamossa ja kentällä tehtävät kenttäinstrumentoinnin asennukset.

Yhteyshenkilö

Instrumentisuunnittelija

Hannu Karvonen

050 379 4996

### 2 YLEISTÄ

Työkohteet sijaitsevat POLYPROPEENI (PP) laitoksen ristikytkentätiloissa, muuntamossa, ja prosessialueella.

Tässä työssä noudatetaan urakkasopimuksen, työmäärityksen ja asennusvalvojan ohjeita.

Työ toteutetaan kevään seisokissa 2014 (1.4 – 25.5).

Tämä määrittely käsittää uuden tuotteensiirtokompressorin GB-9811E asennukseen liittyvät instrumentointi työt. Nykyisen tuotteensiirtokompressorin purkutöistä on oma työmääritys. Tuotteensiirtokompressorin toimitus on pakettitoimitus ja se sisältää koneikossa olevat instrumentit, kytkentäkotelot ja niiden väliset kaapeloinnit.

Ennen töihin ryhtymistä varmistetaan, että työhön liittyvät I/O:t ja muut kytkennät ovat jännitteettömiä.

### 3 TYÖT KENTÄLLÄ

Tuotteensiirtokompressorin GB-9811E on pakettitoimitus ja se sisältää koneikossa olevat instrumentit ja kytkentäkotelon KK447P sekä niiden väliset kaapeloinnit. Urakoitsija vetää uudet kaapelit pakettiin kuuluvalla uudella kotelolla, olemassa olevalle riviitinkotelolle KK443P.

Uusi tuotteensiirtokompressorin asennetaan nykyisen tuotteensiirtokompressorin paikalle Blender alueella. Mekaanisen asennuksen suorittaa Borealiksen oma mekaaninen kunnossapito.

## Työmääritys 3/5


**Job Definition**  
**Työmääritys**

Number

90- 1654

Revision

1 | | | | |

Sheet

3 (5)

Uudet vedettävät kenttäkaapelit:

Kaapeli	Mistä	Mihin	Tyyppi
W447P	KK447P	KK443P	MAVMU 15x4x0,8
W443P	KK443P	RK41P	MAVMU 15x4x0,8
W4124P	RK41P	AK47P	KJAAM-OHJ 48x(2+1)x0,5
W4125P	RK41P	AK47P	KJAAM-OHJ 12x(2+1)x0,5

### 3.1 TYÖT KENTTÄKOTELOLLA KK447P

Kotelosta KK447P vedetään ja kytketään uusi runkokaapeli kenttäkotelolle KK443P. Kaapelin tyyppi on MAVMU 15x4x0,8. Uuden runkokaapelin läpivientä varten täyttyy koteloon lisätä uusi holkkitiiviste. Urakoitsija hankkii ja asentaa uuden holkkitiivisteeseen.

Katso piirustus: B3-23092 L.1

### 3.2 TYÖT KENTTÄKOTELOLLA KK443P

Kotelosta KK443P vedetään ja kytketään uusi runkokaapeli ristikytentäkaappiin RK41P. Kaapelin tyyppi on MAVMU 15x4x0,8. Mahdolliset palokatkojen läpivientien puhkaisun ja paikkaamisen tekee urakoitsija. Uuden runkokaapelin läpivientä varten täyttyy koteloon lisätä uusi holkkitiiviste. Urakoitsija hankkii ja asentaa uuden holkkitiivisteeseen.

Katso piirustus: B3-23092 L.53

## 4 TYÖT RISTIKYTKENTÄILOISSA

### 4.1 TYÖT RISTIKYTKENTÄKAAPISSA RK47P

Ristikytentäkaappiin RK47P lisätään 36 ristikytentälankaa. Ristikytentälankana käytetään samanlaista parikierrettyä lankaa, kun kaapissa on käytetty aikaisemmin.

Katso piirustukset: B3-23089 L. 100, 103, 131, 121, 122 ja 123.

## Työmääritys 4/5



### Job Definition Työmääritys

Number	90- 1654
Revision	1
Sheet	4 (5)

#### 4.2 TYÖT JÄRJESTELMÄKAAPISSA AK45P

Järjestelmäkaapissa AK45P otetaan käyttöön olemassa olevat 11 I/O kanavaa. Urakoitsija tarkastaa ja tarvittaessa muuttaa analogiatulokorttien kanavat passiivisesta aktiiviseksi tai päinvastoin.

Katso piirustukset: B3-23081 L. 1000, 1005, 1007, 1009, 1011, 1021 ja 1031. B3-23074 L. 201. B3-23074 L. 1.

#### 4.3 TYÖT JÄRJESTELMÄKAAPISSA AK47P

Järjestelmäkaappiin AK47P tehdään I/O laajennus jolloin otetaan käyttöön uusi kortti-kehikko. Laajennuksesta otetaan käyttöön 8 I/O kanavaa. Tilaaja toimittaa kaikki I/O laajennukseen liittyvät materiaalit. Urakoitsija asentaa ja kytkee kaikki laajennukseen liittyvät työt.

Katso piirustukset: B3-23081 L. 1002, 1003 ja 1004. B3-23074 L. 203. B3-23074 L. 103 ja 104.

Järjestelmäkaapista AK47P vedetään 2 runkokaapelia W4124P ja W4125P ristikiyt-kentäkaappiin RK41P. Runkokaapeleiden tyypit ovat KJAAM-OHJ 48x(2+1)x0,5 ja KJAAM-OHJ 12x(2+1)x0,5. Mahdolliset palokatkojen läpivientien puhkaisun ja paikkaamisen tekee urakoitsija.

Katso piirustus: B3-5635 L. 24.

#### 5 NIMIKILVET

Uuden tuoteensiirtokompressorin toimittaja hankkii ja asentaa laitteiston nimikilvet.

Urakoitsija hankkii ja asentaa mahdolliset muut nimikilvet.

#### 6 KOESTUKSET

Asennusten jälkeen, urakoitsija koestaa piirit kunnossapidon kanssa yhteistyössä. Koestuksista laaditaan koestuspöytäkirja.

## Työmääritys 5/5



Job Definition  
Työmääritys

Number	90-1654	
Revision	1	Sheet
		5 (5)

### 7 MATERIAALIT

Urakoitsija hankkii tarvittavat kenttäkoteloiden läpivientiliittimet, mahdolliset kaapelihyllyt, suojaputket, kytkentälangat ja muut tarvittavat pienasennusmateriaalit.

Tilaja hankkii järjestelmää koskevat laitteet/laitteistot, kaapelit

### 8 LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET

Työpiirustukset:

B4-5635 L.24.	Kaapeliluettelo
B3-23081 L. 1000, 1002, 1003, 1004, 1005, 1007, 1009, 1011, 1021 ja 1031.	Piirikaaviot
B3-23092 L.1.	Kytkeäpiirustus KK447
B3-23092 L.53.	Kytkeäpiirustus KK443P
B3-23089 L. 100,103, 121, 122, 123 ja 131.	Kytkeäpiirustukset RK41P
B3-23074 L: 1.	I/O-kaapin kytkentä AK45P
B3-23074 L. 103 ja 104.	I/O-kaapin kytkentä AK47P
B3-23074 L. 201.	I/O-kaapin kortti layout AK45P
B3-23074 L. 203.	I/O-kaapin kortti layout AK47P