

Ilpo Hämäläinen

# Fenoli- ja aromaattitehtaan OSBL-alueen I/O- selvitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

13.2.2017

Tekijä(t) Otsikko	Ilpo Hämäläinen Fenoli- ja aromaattitehtaan OSBL-alueen I/O-sevitys
Sivumäärä Aika	31 sivua 13.2.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Markku Inkinen Työsuunnittelija Sami Lulu
<p>Tämä insinööri työ tehtiin Borealis Polymers Oy:lle, joka tuottaa Kilpilahden teollisuusalueella kemikaaleja ja polymeerejä teollisuuden tarpeisiin. Insinööri työnsä tarkoituksena on kartoittaa fenoli- ja aromaattitehtaan ulkosäiliöalueen I/O-pisteet, joista ei ole pidetty yllä ajantasaista listausta. Kartoituksella pohjustetaan tulevia projekteja, joissa uudistetaan säiliöalueen kytkentöjä ja automaatiojärjestelmää.</p> <p>Fenoli- ja aromaattitehtaat sijaitsevat Borealoksen petrokemianlaitoksilla, joihin kuuluu myös olefiinitehtaat. Borealoksen prosessialueet ovat kokonaisuudessaan ATEX-luokiteltuja johtuen tuotteiden räjähdysalttiista luonteesta.</p> <p>Kartoituksella pohjustettavat projektit helpottavat säiliöalueen operointia seisokkitöiden aikana. Seisokki on yhden tai useamman laitoksen suunniteltu huoltopysäytys, jossa toteutetaan huoltotoimenpiteitä, määräaikaistarkistuksia ja käyttöönottoja prosessialueella.</p> <p>Kartoituksen tavoitteena on selvittää positioiden määrät ja sijainnit automaatiojärjestelmässä, turvalogiikassa ja releistyksessä. Borealoksen aromaattitehtailla on käytössä Metso DNA -automaatiojärjestelmä. Positioiden signaalien kulku jäljitetään kenttäkoteloilta järjestelmään. Kartoitukseen merkitään signaalin reitillä olevat ristikytkentäkaapit.</p> <p>Kartoitetut positiot listattiin Excel-taulukkoon, josta positioita voi lajitella sijainnin, tunnuksen, tyyppin tai kytkentöjen perusteella. Kartoituksella saatiin hyvä kuva tulevien päivitysten työmäärästä ja laajuudesta. Kartoitusta tehdessä kävi käytännössä ilmi tiettyjen järjestelmien vanhentuminen ja päivityksen tarve.</p>	
Avainsanat	Kemianteollisuus, kunnossapito, instrumentointi

Author(s) Title	Ilpo Hämäläinen I/O-mapping of the Phenol and Aromatic Plant
Number of Pages Date	31 pages 13 February 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Markku Inkinen, Senior Lecturer Sami Lalu, Work Planner
<p>This study was carried out for Borealis Polymers Oy which produces base chemicals and polymers at the Kilpilahti industrial area. The aim of the study was to map the I/O of the product storage area in the phenol and aromatic plant. A listing of the I/O has not been kept up to date. The mapping lays foundation for future projects concerning the storage area.</p> <p>Phenol and aromatic plant is located in the Borealis petrochemical facilities that also houses the olefin plant. All of the process area at the Borealis petrochemical factory is ATEX-certified due to the explosive nature of the products.</p> <p>The projects enabled by this study make turn-around operation of the storage area easier. Turn-around is a planned shutdown of one or multiple plants for maintenance, periodic inspections and implementation of systems and instruments.</p> <p>The aim of the mapping was to find out how many instruments are located in the I/O of the storage area automation systems, relays and safety automation systems. Borealis phenol and aromatic plant utilizes Metso DNA distributed control system. The signal of each instrument was traced through the cross-connection cabinets from the field to the control room. The signal's route was marked in the mapping table.</p> <p>The mapped I/Os were marked in an Excel spreadsheet where the positions can be sorted by their identifier, type, location or wiring. The mapping gave useful insight into the amount of work in future updates. The problems concerning some out-of-date systems became apparent during the mapping.</p>	
Keywords	Chemical industry, Maintenance, Instrumentation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Borealis	2
2.1	Borealis Polymers Oy	3
2.1.1	Petrokemian laitokset	4
2.1.2	Fenoli- ja aromaattituotannon prosessi	6
2.1.3	Olefiinituotannon prosessi	7
2.1.4	OSBL-alue	8
2.1.5	ATEX-luokitus ja sen tuomat vaatimukset	10
3	Seisokki	11
3.1	Seisokkien luokittelu	12
3.2	Seisokin vaiheet	13
3.2.1	Käynnistys	13
3.2.2	Suunnittelu	14
3.2.3	Toteutus	15
3.2.4	Lopetus	16
3.3	Seisokki säiliöalueella	17
3.4	Seisokki 2010	19
4	Kartoituksen tarve ja tavoitteet	21
5	Säiliöalueen kartoitus	22
5.1	Automaatiojärjestelmä	25
5.2	Relelogiikka	27
5.3	Turvalogiikka	28
6	Lopputulos	30
	Lähteet	32

## Lyhenteet

AFC, ASB	Approved for construction, As built, dokumenttirevisioiden nimikkeitä
ESD, ESDR	Emergency Shutdown System, Emergency Shutdown Relay System eli turva-automaatiojärjestelmä
HSE	Health, Safety & Environment eli työterveys, -turvallisuus ja ympäristö
I/O	Input/Output, ohjelma, toiminto tai laite joka lähettää ja vastaanottaa dataa
OSBL	Ulkosäiliöalue
Positio	Instrumentti I/O:ssa, esimerkiksi TIA-15001: Lämpötilan ilmaisin ja hälytys, numeroltaan 15001.
Seisokki	Huoltopysäytys, jossa huolletaan yhtä tai useampaa järjestelmää
SIS	Safety Instrumented Systems, turva-automaatiojärjestelmä
T/A	Turn-around eli seisokki

## 1 Johdanto

Tämä insinööryö tehdään Borealis Polymers Oy:n toimeksiannosta. Yrityksen fenoli- ja aromaattitehtaalla on syntynyt tarve erottaa säiliöalueen ISBL- ja OSBL-alueet automaatiojärjestelmässä omiksi kokonaisuuksiksi tulevia projekteja, etenkin seisokkeja, varten. Lisäksi on myös tarve päivittää vanhat releistyksellä toteutetut järjestelmät uusiin automaatiojärjestelmiin. Tätä varten tarvitaan kattava kartoitus säiliöalueella olevista instrumenteista. Kartoitusta käytetään apuna sopivia kokonaisuuksia suunnitellessa, sillä kaikkia projekteja ei ole mahdollista toteuttaa yhtäaikaaisesti.

Työn ensimmäisessä osassa esitellään Borealis-konsernia, Borealis Polymers Oy:tä, Kilpilahden teollisuusalueella olevia petrokemian laitoksia ja muovitehtaita sekä ulkosäiliöalueen toimintoja osana prosessia. Lopuksi käsitellään ATEX-luokituksen tuomia haasteita.

Huoltopysäytyksiin, eli seisokkeihin, keskitytään toisessa osassa. Seisokki on erittäin suuri prosessi, joka vaatii huomattavan määrän suunnittelua ja ulkoista työvoimaa. Seisokit jaetaan eri vaiheisiin, joissa jokaisella osastolla on omat vastualueensa. Seisokki on haasteellinen säiliöalueen operoinnin kannalta. Säiliöalueen pysyy toiminnassa seisokkien aikana, koska tuotelaivaukset ja -kuljetukset eivät lakkaa seisokin aikana.

Kartoituksen pohjalta suunnitellaan tulevien projektien aikataulutusta ja prioriteettiä. Kartoitusta tullaan käyttämään pohjana laskettaessa kustannuksia ja kannattavuutta sekä rahoituksen hankkimisessa.

## 2 Borealis

Borealis on maailmanlaajuinen polymeerien, peruskemikaalien ja lannoitteiden tuottaja. Borealis on Euroopan markkinoilla toiseksi suurin polymeerituottaja ja maailman kolmanneksi suurin lannoitetuottaja. Borealoksen liikevaihto oli 7,7 miljardia euroa ja liikevoitto 988 miljoonaa euroa vuonna 2015. Työntekijöitä on noin 6500 ja asiakkaita 120:ssa maassa. Pääkonttori sijaitsee Itävallassa. [1.]

Borealis sai alkunsa vuonna 1994 Nesteen ja norjalaisen valtionyhtiö Statoilin yhteistyönä. Neste myi omistuksensa itävaltalaiselle OMV:lle ja abudhabilaiselle IPIC:lle. Myöhemmin, vuonna 2005, myös Statoil luopui omistuksestaan. Nykyiset omistussuhteet ovat OMV 36 % ja IPIC 64 %. Borealiksella on tuotantolaitoksia Belgiassa, Itävallassa, Saksassa, Ruotsissa ja Suomessa. Logistiikkalaitoksia on näiden lisäksi Brasiliassa, Italiassa ja Yhdysvalloissa. [1.]

Borealoksen tuottamia polyetyyleeniä ja polypropyleeniä käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa muoviosissa korvaamassa metallia, kuluttajatuotteiden pakkauksissa, kaapelien pinnoitteissa, teollisuuden korroosionestossa, viemäröinnissä ja kodinkoneissa. [1.]

Borealoksen tuottamat peruskemikaalit menevät suurimmaksi osaksi teollisuuden käyttöön jatkojalostettavaksi. Näitä ovat esimerkiksi fenoli, asetoni, etyleeni, propyleeni, butadieeni, butyleeni ja melamiini. Melamiini on Borealoksen valikoimissa uusi tuote, jota käytetään pinnoitteena puulaminaateissa, paperin laminoinnissa ja puuperäisissä koriste-pinnoissa. [1.]

## 2.1 Borealis Polymers Oy

Borealis Polymers Oy on Borealixen Suomessa toimiva osasto, jonka laitokset sijaitsevat Kilpilahden teollisuusalueella Porvoossa. Kilpilahdessa sijaitsee Borealixen kaksi tehdasaluetta, muovitehtaat ja petrokemian laitokset sekä innovaatiokeskus ja konttori. Muovitehtaat valmistavat polyeteeni- ja polypropeenimuovirakeita ja petrokemian laitokset valmistavat peruskemikaaleja

- fenolia
- asetonia
- eteeniä
- propeenina
- butadieenia. [2.]

Borealixella on Suomessa noin 900 työntekijää, joista 500 on päivä- ja 420 vuorotöissä. Borealixen Kilpilahden innovaatiokeskuksessa on töissä näistä 120 henkeä laboratorioissa, koetehtaissa sekä muissa toiminnoissa. Innovaatiokeskuksessa tärkeimmät toiminta-alueet ovat

- katalyytti- ja prosessitutkimus
- katalyytti- ja Borstar-polymerointikoetehdastoiminta
- patentointi ja immateriaalioikeudet
- teknologiasiirto ja katalyyttiliiketoiminta
- PO-liiketoiminnan tuki. [2.]



### 2.1.1 Petrokemian laitokset

Borealikesen petrokemian laitoksiin kuuluvat fenoli- ja aromaattituotanto sekä olefiinituotanto. Fenoli- ja aromaattituotannossa on bentseeni-, kumeeni- ja fenoliyksikkö.(kuva1)



**Kuva 1 Fenoli- ja aromaattituotanto [2]**

Fenoli- ja aromaattituotannon tuotantomäärät ovat [REDACTED] t/a bentseeniä, [REDACTED] t/a kumeenia, [REDACTED] t/a fenolia ja [REDACTED] t/a asetonia. Edellä mainituista fenoli ja asetoni ovat kaupallisia tuotteita, joita käytetään raaka-aineina esimerkiksi erikoismuovien ja liimojen tuotannossa[2]. Fenoli- ja aromaattituotanto työllistää yhteensä noin 130 henkilöä.

Fenolituotannon prosessiyksiköiden käynnistysvuodet ovat seuraavat:

- Bentseeniyksikkö käynnistyi vuonna 1978 ja uudistettiin vuonna 1993.
- Kumeeniyksikkö käynnistyi vuonna 1981 ja uudistettiin vuosina 1987 ja -97.
- Fenoliyksikkö käynnistyi vuonna 1981 ja uudistettiin vuosina 1985, -87, -90, -97 ja 2007

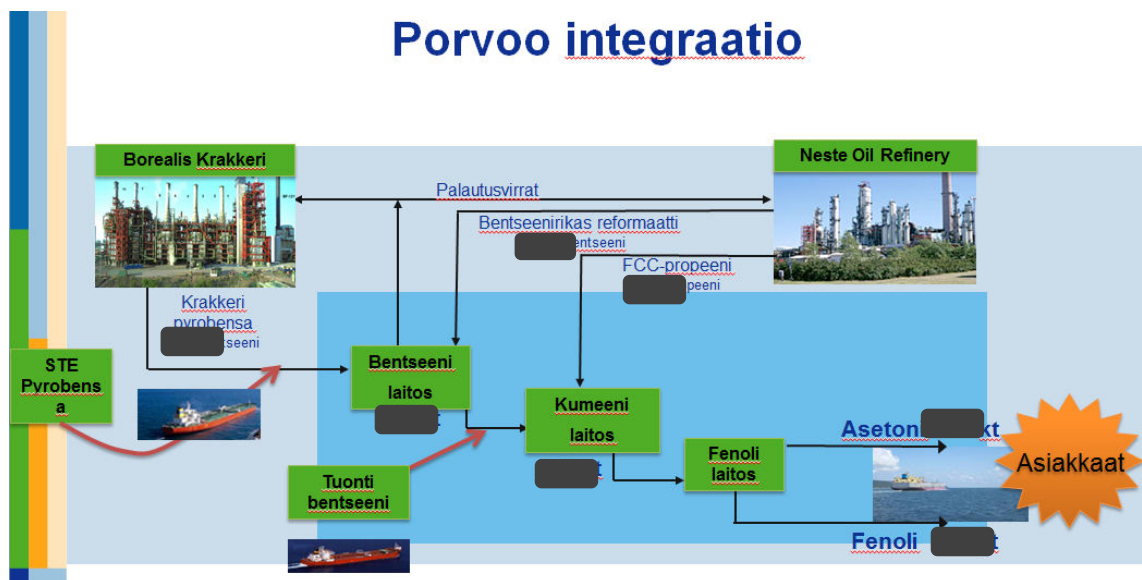
Olefiinituotannon osastot ovat eteenilaitos, butadieenilaitos ja propeenilaitos, jotka tuottavat [REDACTED] t/a eteeniä, [REDACTED] t/a propeenina sekä [REDACTED] t/a butadieenia. Laitoksen tuottamat aineet ovat raaka-aineita polyeteenin, polypropeenin ja styreenibutadieenilateksin tuotannossa. Olefiinituotannossa työskentelee noin 130 henkilöä, joista 100 tuotannossa, 10 kehityksessä, 10 kunnossapidossa ja 10 liiketoiminnassa. [2.]

Olefiinituotannon laitoksien käynnistysvuodet ovat seuraavat:

- Eteenilaitos käynnistyi vuonna 1971 ja uudistui vuosina 1997, 2002 ja 2007.
- Propeenilaitos käynnistyi vuonna 1977 ja uudistui vuonna 1998.
- Butadieenilaitos käynnistyi vuonna 1973.

## 2.1.2 Fenoli- ja aromaattituotannon prosessi

Fenoli- ja aromaattituotannon laitoksen prosessi alkaa bentseenilaitokselta, kun laitokselle tuodaan Nesteen jalostamolta 55 prosenttia bentseeniä sisältävää reformaattia ja Borealisen krakkerilta 30 prosenttia bentseeniä sisältävää pyrolyysibensiiniä. Näistä tuotetaan bentseenilaitoksella bentseeniä, joka ajetaan eteenpäin kumeenilaitokselle. Muut aineet ajetaan palautusvirtana joko Nesteen jalostamolle tai takaisin krakkerille. (kuva 2)



Kuva 2 Porvoon laitosten integraatio [2]

Kumeenilaitoksella tuotetaan bentseenilaitokselta ajetusta bentseenistä kumeenia. Oman tuotannon ollessa riittämätön bentseeniä laivataan muualta. Kumeenilaitokselle tuodaan reaktiota varten myös FCC-propeenia jalostamolta. Kumeenilaitoksella tehty kumeeni käytetään kokonaisuudessaan fenolilaitoksella. [3.]

Fenolilaitoksella kumeeni hapetetaan kumeenivetyperoksidiksi, joka väkevöidään. Väkevöity, noin 82-prosenttinen kumeeniperoksidi hajotetaan rikkihapolla. Hajotustuotteina syntyy fenolia, asetonia, kumeenia, sivutuotteita ja epäpuhtauksia. Fenoli ja asetoni tislataan ja varastoidaan, jonka jälkeen ne laivataan asiakkaille. Prosessista syntynyt kumeeni ajetaan takaisin fenoliprosessin alkuun. [3.]

Fenolia käytetään fenolihartsien, polykarbonaattien, nailonin ja epoksihartsien valmistukseen. Polykarbonaattien tärkein ominaisuus on iskunkestävyys. Niistä valmistetaan muun muassa CD-levyjä, iskunkestävää läpinäkyvää muovia, kypäriä, kännyköiden näyttöjä ja suojalasien linsejä. Monessa lääketeollisuuden tuotteessa, kuten aspiriinissa, käytetään fenolijalosteita lisäaineina. [3.]

Asetonia käytetään liuottimissa, polykarbonaateissa ja polyakryyleissa. Polymetyylimetaakrylaatti eli puhekielessä akryyli on hyvin valoa läpäisevä polymeeri, jota käytetään esimerkiksi valomainoksissa ja akvaarioissa. Erikoisikkunoiden ja kaiteiden rakennusmateriaalina käytetään akryyliä. Akryyliä käytetään myös maaleissa, akrylaattiteksteissä, ja biomateriaalina esimerkiksi tekohampaissa. [3.]

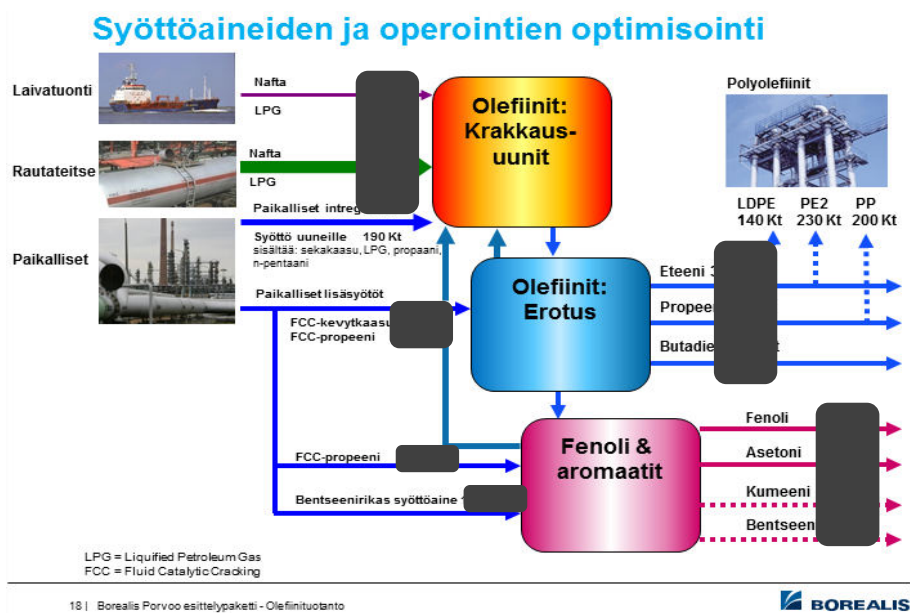
### 2.1.3 Olefiinituotannon prosessi

Olefiinituotannon ensimmäinen vaihe on krakkaus, jossa krakkausuneihin syötetään raskaita alkaaneja. Nämä alkaanit hajoavat krakkausunien korkeassa lämpötilassa kevyemmiksi hiilivedyiksi. Kuumennus johtaa hiili-hiili(C-C)- ja vety-hiili(C-H)-siteiden katkeamiseen. Molekyylien uudelleen järjestyessä tuloksena on sekoitus vetyä, metaania, alkeeneja, alkaaneja ja aromaattisia aineita. [4.]

Krakkauksen jälkeen kaasut viilennetään korkeapaineistetulla höyryllä, joka laskee kaasujen lämpötilan 850 °C:sta 350 °C:en. Viilennyksen jälkeen kaasut kuumatislataa, jolloin raskaimmat hiilivedyt poistetaan. Kevyemmät hiilivedyt jatkavat kaasuna jäähdystorniin, jossa tapahtuu bentseenirikkaan pyrolyysibensiinin tiivistyminen ja erottelu. [4.]

Jäähdytystornista syöttökaasut jatkavat vesi- ja lipeäpesuun, jossa erotellaan kaasuissa olevat happamat aineet, kuten hiilihappo ja rikkivety. Erottelun jälkeen kaasut jatkavat monivaiheiseen kompressointiin, joka toteutetaan höyryturbiinilla. Kompressointi mahdollistaa eri yhdisteiden erottelun syöttökaasusta. Kompressoinnin jälkeen kaasu kuivataan ja jäähdytetään. [4.]

Jäähdytetty kaasu kylmätislataan, jolloin kaasusta poistetaan metaani, etaani, propaani ja butaani. Tuloksena saadaan eteeniä, propeenii ja butadieeniä. (kuva 3)



**Kuva 3 Olefiiniprosessi [4]**

#### 2.1.4 OSBL-alue

OSBL-alueeseen kuuluvat petrokemian laitosten tuotevarastosäiliöt, päiväsäiliöt, sika-risäiliöt, bentseenilaitoksen soihutjärjestelmä, bentseenin savikäsittely ja autolastaus. (kuva 4) Fenolilta tulevat kemikaalit säilytetään päiväsäiliöissä, kunnes niiden laatu on varmistettu, jonka jälkeen ne siirretään T-säiliöihin odottamaan loppusijoitusta. Logistiikka OSBL-alueella käsittää autolastauksen satamapalvelun Nesteeltä.





**Kuva 4 OSBL-alue [2]**

T-säiliöt ovat OSBL-alueen varsinaiset varastosäiliöt. T-säiliöitä ovat [REDACTED] [REDACTED]. T-108 on kumeenin varastosäiliö, johon ajetaan kumeeni päiväsäiliöiltä ja junavaunuista. Säiliöstä kumeeni pumpataan fenolilaitokselle syöttösäiliöön. [REDACTED] on pyrolyysibensiinin varastointia varten, josta pyrolyysibensiini pumpataan bentseenin talteenottoon. [REDACTED] ja [REDACTED] ovat fenolin varastosäiliöt, joista fenoli siirretään laiva- tai autolastaukseen. [REDACTED] ja [REDACTED] ovat asetonin vastaavat, joihin asetoni varastoidaan ennen laivausta. [REDACTED] toimii bentseenin varastosäiliönä. [REDACTED]:ään varastoidaan jalostamolta saatu bentseenirikas reformaatti. Reformaatista otetaan bentseeniprosessissa talteen kaikki mahdollinen bentseeni. Bentseenin palautusvirta kuljetetaan olefiinilaitoksen krakkerille ja Nesteen öljynjalostamolle.

Päiväsäiliöissä niihin varastoiduille aineille tehdään laadunvalvontaa ennen siirtoa varastosäiliöihin, jotta varastosäiliöissä oleva tuote ei pilaannu huonolaatuisesta erästä. [REDACTED] ovat kumeenin päiväsäiliöt, [REDACTED] ovat fenolin päiväsäiliöt ja [REDACTED] ovat asetonin päiväsäiliöt.

FA-säiliöt eli vaakasäiliöt ovat alueen pienimpiä säiliöitä. Niillä ei ole yhtä yhteistä tarkoitusta, vaan niissä säilötään erilaisia aineita eri käyttötarkoituksiin. [REDACTED] säiliöt ovat soihduissa poltettavien aineiden bufferit. [REDACTED] ovat nestekaasujen, propeenin ja propaanin, säilytystä varten. [REDACTED] ovat glykolisäiliöitä. [REDACTED] kerää valuma-altaista tulevat jäteaineet.

Säiliöalueen kaksi autolastauspaikkaa sijaitsevat säiliöalueen reunalla, asetonille ja fenolille omansa. Bentseenilaitoksen prosessiin kuuluu bentseenin savikäsittely, jossa bentseeni käsitellään ennen kumeeniprosessia.

### 2.1.5 ATEX-luokitus ja sen tuomat vaatimukset

ATEX, vanhalta nimeltään Ex-määräys, tarkoittaa räjähdysvaarallisiin tiloihin sijoitettujen laitteiden standardisointia ja niitä koskevaa lainsäädäntöä. EU-alueella ne perustuvat EU-direktiiveihin 94/9/EY laitteiden osalta ja 99/92/EC teetettävän työn osalta. [5.]

Kilpilahden kaikki prosessialueet ovat ATEX-luokitettuja. Prosessialueet on lajiteltu eri vaatimusluokkiin, jotka laitteiden tulee täyttää. Vaatimusluokkia ovat 0, 1, 2, 20, 21 ja 22. Luokat 0, 1 ja 2 ovat käytössä, kun syttyvä aine on kaasua tai höyryä ja 20, 21 ja 22 silloin, kun kyseessä on pöly. Luokat kuvaavat räjähtävän materiaalin esiintyvyyttä alueella, jolloin luokka 0 tarkoittaa jatkuvaa tai yleistä esiintyvyyttä ja 2 epätodennäköistä ja lyhytaikaista esiintyvyyttä. Luokan 0 saa yleisesti säiliöiden sisätilat ja venttiilien välitön läheisyys. Luokkaa 1 käytetään edellä mainittujen ympärillä ja luokkaa 2 yleisesti prosessialueella. [5; 6.]

Petrokemian tehtailla vaatimuksena on laitteen koteloinnilla pääasiassa joko Exd- tai Exi-luokitus. Luokka d tarkoittaa räjähdystä kestävästä rakennetta, joka estää räjähdysten tai palon leviämisen laitteen koteloinnin ulkopuolelle. Palokaasut ehtivät jäähtyä ennen kuin tulevat ulos kotelosta. Luokan d laitteita ovat moottorit, sulakkeet, vaihteet ja muut korkeajännitteiset laitteet. Luokalla i varustettu laite on luonteeltaan vaaraton ja toimii riittävän alhaisella virralla, jolloin kipinöitä tai muita palovaaroja ei voi syntyä. Luokan i laitteita ovat säätö- ja mittauslaitteet, automaatiokoneet, anturit ja toimilaitteet. Edellä mainittuja laitteita on myös Exd-luokitettuja. Exd-laite ei vaadi erikoisjärjestelyjä kytkennän osalta. Exi-laitteet koko piiri kentältä järjestelmään tulee olla Exi-luokiteltu ja Exi-laite vaatii galvaanisen erottimen jos käytössä oleva I/O ei ole Exi-luokiteltu. [6.]

## **Ex de IIB T4 Gb IECEx ExCB 11.1234 X**

### **Kuva 5 Ex-merkintä [6]**

Esimerkkinä (kuva 5) toimivassa Ex-merkinnässä on räjähdyspaineen kestävä ja varmennettu rakenne de, lämpötilaluokka T4, laitesuojaustaso(EPL) Gb standardin EN-60079-0 mukaan, ATEX-sertifikaatin numero ja käytölle asetettujen erityisehtojen merkintä X. Lämpötilaluokka T4 tarkoittaa laitteen suurinta pintalämpötilaa, jonka rajana on 135 °C, ja syttyvien kaasujen syttymislämpötilan sijoittumista välille 135...200 °C.

### **3 Seisokki**

Seisokki, eli huoltopysäytys, on yhden tai useamman laitoksen ennalta suunniteltu alasajo. Petrokemian laitoksilla on viisivuotinen käyntijakso, eli laitoksille tehdään viiden vuoden välein seisokissa määräaikaishuolto ja vaaditut koestukset turvakriittisille piireille. Seisokin aikana tehdään myös päivityksiä ja asennetaan uusia laitteita, jolloin voidaan minimoida alasajosta syntyvät kustannukset. Seisokki suoritetaan neljässä vaiheessa: käynnistäminen, suunnittelu, toteutus ja lopetus. Seuraava seisokki on ajoitettu vuodelle 2017, jolloin on eteenilaitoksen seisokki.

Aromaattituotantoon tehtiin edellinen seisokki vuonna 2015. TA2015-projektissa korvattiin vanha kuumaöljyuuni uudella, aloitettiin puhtaan lauhteen käyttö kattilavetenä, likaisen lauhteen hyödyntäminen esilämmityksessä, tehtiin ulkoalueelle turvallisuusparannuksia sekä tehtiin laiteusintoja yhteensä kuuden lämmönvaihtimen, viiden tuubisarjan, kuuden säiliön ja kahden varastosäiliön verran. Kunnossapitotöinä tehtiin 337 laitetakastusta, joista 5 kohdistui isoihin varastosäiliöihin. [7.]



### 3.1 Seisokkien luokittelu

Borealiksella seisokit luokitellaan niiden toimenpiteiden intensiteetin mukaan kategori-  
aan A, B tai C. Intensiteettiä mitataan yhden päivän kaikkien toimenpiteiden vaatimalla  
rahamäärällä, miljoonaa euroa per päivä. (taulukko 1)

**Taulukko 1 Seisokin kategoriat [7]**

<b>Turnaround Category</b>			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>M€/day</b>	<b>&gt;0.4</b>	<b>0.15 – 0.4</b>	<b>&lt;0.15</b>

Yhden päivän kustannuksiin sisältyy

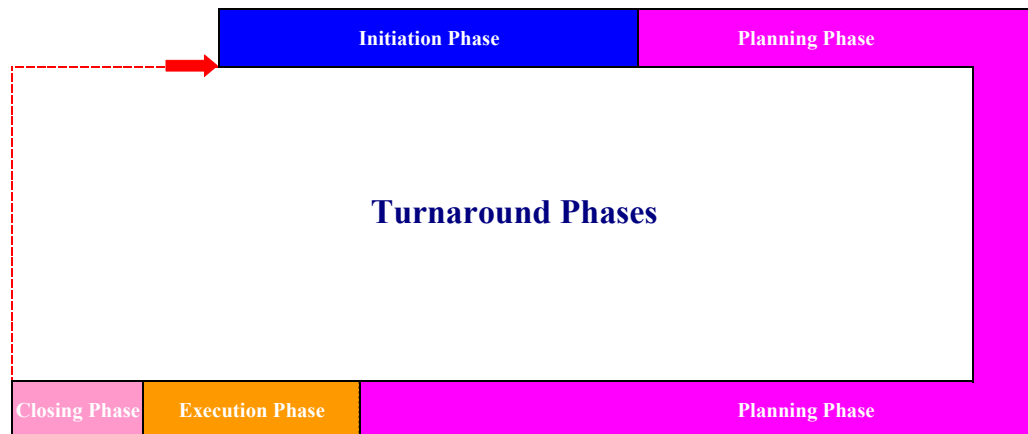
- huollon kustannukset
- modifikaatioiden kustannukset
- seisokkiprojektien työkustannukset (esimerkiksi siivous, eristys ja rakenta-  
minen)
- seisokin työvoimakustannukset (seisokin ylimääräinen työvoima)
- työturvallisuuskustannukset (suojavarusteet ja palosammuttimet)
- seisokkiin liittyvät logistiikkakustannukset.

Seisokin kategoria arvioidaan yleensä seisokin ensimmäisessä suunnittelukokouksessa.

[7.]

### 3.2 Seisokin vaiheet

Seisokit jaetaan neljään vaiheeseen: käynnistykseen, suunnitteluun, toteutukseen ja lopetukseen. (kuva 6) A-kategorian seisokissa käynnistys kestää noin puoli vuotta, suunnittelu reilusta vuodesta lähes kahteen, toteutus alle puoli vuotta ja lopetus kuukaudesta kahteen. B- ja C-kategorioiden seisokit ovat tätä lyhyempiä. [8.]



**Kuva 6 Seisokin vaiheet [8]**

#### 3.2.1 Käynnistys

Käynnistysvaiheessa seisokille määritellään sille varattu aika, tehdään alustava selvitys budjetista, asetetaan organisaatio ja vastuuhenkilöt sekä A-kategorian seisokissa ohjauskomitea johtoryhmästä. Seisokiryhmää johtaa T/A Manager, jonka alaisuudessa toimivat aluevastaavat. [8.]

Seisokit yleisesti vaativat koko yrityksen osallistumista, jolloin osa työntekijöistä määrätään joko osa- tai kokoaikaisesti tekemään seisokkiin liittyviä töitä. Työntekijöiden vastualueet määritellään seisokin käynnistuksen ja suunnittelun aikana.

Käynnistysvaiheessa laaditaan valmistelun tarkastuslista ja suunnitelmat välietapeista, aikajanasta, kokouksista sekä raportoinnista. Seisokkia varten käynnistetään säännölliset arvioinnit, joilla varmistetaan seisokin edistyminen ja prioriteettien säilyminen. Tietojärjestelmät valmistellaan seisokkia varten, budjetoitiryhmä tarkentaa laskelmiaan ja esittää ne johtoryhmälle. Hankintasuunnitelmia tehtäessä hyväksytään yhteisesti alihankkijat ja materiaalien toimittajat. Seisokin riskinarviointi analysoi mahdolliset riskit ja tekee suunnitelmat niiden hallitsemiseksi. [8.]

### 3.2.2 Suunnittelu

Suunnitteluvaihe on pitkäkestoisin seisokin vaiheista. Pisimmillään lähes kahden vuoden aikana tehdään suunnitelmat kunnossapidon, operaatioiden, prosessitekniikan, tarkastuksien, HSE:n, edellisen seisokin päätösraportin ja projektien osalta. Vastuualueiden johtajat palauttavat työlistat seisokin johdolle, joka arvioi eri toimien kriittisyyden ja prioriteetin. Päätökset toteutettavista töistä tehdään, ja kyseiset työt siirtyvät suunnitteluun. [7.]

Seisokin laajuuden määrittely tehdään suunnitteluvaiheessa aloituksessa määriteltyjen rajojen mukaan. Avainasia on pitää seisokin kustannukset hallinnassa ja varmistaa, että vain tavoitteiden mukaiset työt sisällytetään seisokkiin. Seisokin johto tekee päätökset toteutettavista töistä palautettujen työlistojen pohjalta.

Seisokin laajuuden tarkentuessa voidaan aloittaa seisokkivalmistelut. Laitteistoille tehdään tarkastuskaavakkeet, työt luokitellaan vaativuuden ja riskien mukaan. Suunnitteluvaiheessa tehdään seisokkia valmistelevat työt, joihin kuuluvat

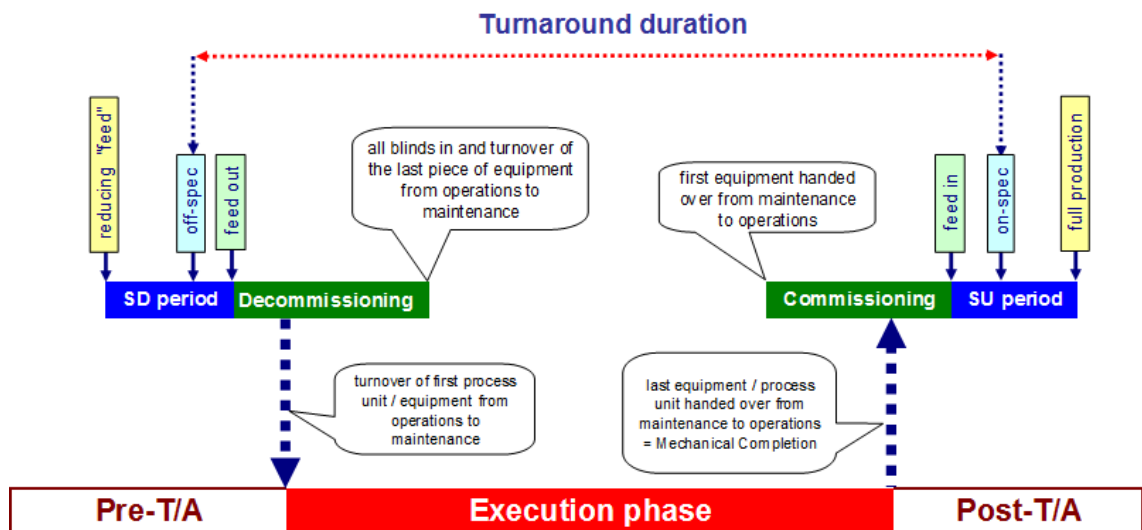
- alihankintasopimusten tekeminen
- eristeiden poistaminen
- telineiden pystytys
- varaosien esitestaus
- putkitusten valmistelu ja työstäminen
- työkalujen ja laitteiston mobilisointi

- alihankkijoiden turvakoulutukset ja työvalmistelut
- seisokkilogistiikan organisointi.

Suunnitteluvaiheeseen kuuluu nimensä mukaisesti seisokin suunnittelu, johon kuuluu työkohteiden listaus, työsuunnittelu, materiaalin varaus sekä hankinta, telinetarpeiden selvitys, aikataulutusta ja muutosten piirustuksien tuottaminen. Suunnitteluvaiheessa tuotetaan AFC-piirustukset ja työmääritykset, joiden pohjalta seisokkityöt toteutetaan. Toteutetuista muutoksista tehdään ASB-piirustukset.

### 3.2.3 Toteutus

Toteutusvaiheen alussa laitos ajetaan alas. Alasajon aikana laitoksen syötöt lasketaan tasaisesti nolliin, jonka jälkeen laitteet poistetaan käytöstä. (kuva 7) Alasajon suorittaa tuotantopäällikkö ryhmineen. Alasajo voi vaihdella muutaman sulkulevyn asennuksesta useiden tuhansien sulkujen asentamiseen vaarallisessa ympäristössä. Alasajoa varten täytyy olla kattavat suunnitelmat ja sekvenssit. [7.]



Kuva 7 Seisokin aikajana

Alasajon jälkeen laitoksessa aloitetaan huoltotoimenpiteet ja muut suunnitellut seisokkitoimet. Seisokkia varten on tehty suunnitelmat päivittäisiä rutiineja varten. Seisokin edessä odottamattomia töitä ilmestyy. Lisätyöt, pieniä töitä lukuun ottamatta, hyväksytään

T/A Managerin koolle kutsumassa seisokin johtoryhmän kokouksessa. Johtoryhmä arvioi uusien töiden aiheuttama viivästys, budjetoidaan muutokset ja siirretään töiden painopiste vähemmän kriittisiltä toimilta.

Yleisimmät seisokissa toteutetut huoltotoimenpiteet ovat venttiilien uusimiset ja määräaikaishuollot, putkitusten uusiminen, moottorien ja pumppujen kunnostukset sekä anturien huollot. Huoltojen lisäksi seisokissa toteutetaan uusia projekteja ja otetaan käyttöön uusia laitteistoja. [8.]

Toteutuksen lopuksi laitos ajetaan ylös. Huolletut laitokset luovutetaan takaisin tuotantolle. Tuotanto aloittaa syötöt hitaasti kasvattaen kapasiteettia, kunnes tuotantotaso on saavutettu. Laitoksen käynnistäminen on riskialttiimpaa kuin alasajo seuraavista syistä:

- Laitokselle täytyy suorittaa lukuisia testejä, jotta voidaan varmistua toimintakunnosta.
- Ylösajoa edeltävänä aikana työntekijät ovat tehneet paljon ylitöitä seisokin parissa ja ovat väsyneimmillään.
- Vaarallisten aineiden syötöt käynnistetään.
- Laitoksille on toteutettu lukuisia muutoksia.
- Laitteet, joita seisokki ei koskenut, saattavat pettää käynnistettäessä.
- Sulku on saattanut jäädä paikalleen seurantajärjestelmistä huolimatta ja aiheuttaa erittäin suuren vaaran.

Ylösajo kestää viikosta kahteen, kun laitokset otetaan käyttöön oikeassa sekvenssissä. Ylösajon jälkeen laitoksella alkaa normaali operointi.

#### 3.2.4 Lopetus

Seisokin loputtua dokumentaatio ja tieto palaa takaisin seisokkiorganisaatioon. Materiaalilistojen avulla päivitetään budjetti, aikataulutukset tallennetaan ja niiden onnistumisesta tehdään suunnitelmia tulevia seisokkeja silmällä pitäen. HSE-suunnitelmat päivitetään ja HSE-suunnittelun onnistuminen arvioidaan. Suuri määrä laadunhallinnan dokumentteja arkistoidaan. Tarkoituksena on saada tietoa seisokin vahvuuksista ja heikkouksista tulevia seisokkeja varten.

Lopetusvaiheessa päivitetään logiikka-, prosessi- ja PI-kaaviot AFC-versioista ASB-versioihin. Näistä dokumenteista tehdään fyysiset kopiot operointimanuaaleihin. Automaatiojärjestelmään ja prosessinohjaukseen tehdyt muutokset dokumentoidaan ja kopiot toimitetaan ohjaamoihin. Haasteena on saada kaikki muutokset loppukuviin. Kuvat päivitetään punakynäpiirrosten pohjalta. Epäselvyyksiä uusimmasta revisiosta saattaa tulla tehtäessä muutoksia ennen kuin punakynät on piirretty puhtaaksi ja päivitetty kansioihin.

Seisokin onnistuminen arvioidaan seisokin laajuuden, turvallisuuden, laadun, organisaation, ohjauksen ja palautteen pohjalta. Arvioinnissa määritellään suunnitelman toteutuminen ja asiat, joihin tulee kiinnittää huomiota seuraavissa seisokeissa. T/A Managerin tulee palauttaa kolmen kuukauden kuluessa seisokin loppumisesta seisokin lopetusraportti, joka sisältää kehitysehdotukset tuleville seisokeille. [7.]

### 3.3 Seisokki säiliöalueella

Säiliöalueen täytyy säilyttää toimintakykynsä seisokin aikana. Tuotelaivaukset ja autokuljetukset eivät lakkaa seisokin ajaksi. Säiliöalueella on yhteyksiä olefiinilaitoksille, muovitehtaille, voimalaitokselle, Nesteen öljynjalostamolle ja satamaan, joten säiliöalueen toimintaan vaikuttaa suuret toimenpiteet lähes koko Kilpilahden alueella.

Huoltotoimenpiteet suoritetaan säiliöalueella aikoina, jolloin huollettavaa osaa ei tarvita tai sen toiminnot kyetään väliaikaisesti toteuttamaan muilla tavoilla. Venttiilin vaihto saattaa esimerkiksi tapahtua muutaman tunnin aikaikkunassa, jolloin valmistelutoimenpiteet, huolto ja käyttöönotto täytyy tehdä aikaikkunan sisällä. Tällöin operointi ei häiriinny. Seisokin aikana voidaan tehdä myös huoltoja säiliöalueen osiin, jotka toimivat yhdessä pysäytetyn laitoksen kanssa. Tietyt osat säiliöalueesta ovat kuitenkin jatkuvasti toiminnassa, jolloin huoltaminen on haasteellista.

Seisokin aikana automaatiojärjestelmä voi olla kokonaan pois käytöstä. Tuona aikana kaikki järjestelmään kuuluvat venttiilit menevät turva-asentoihinsa, jolloin niitä voi operoida vain erityisjärjestelyillä. [9] Suurin osa venttiileistä on turva-asennoiltaan kiinnityyppisiä, mutta esimerkiksi paineensäätöventtiilit ovat auki-tyyppisiä. [10] Turva-asennot on otettavat huomioon esimerkiksi tilanteessa, jossa säiliön atmosfääriä säädetään paineensäätöventtiilillä ja venttiilin mennessä lukitukseen säiliössä oleva tuote menisi käyttökelvottomaksi vieraiden yhdisteiden päästessä venttiilistä säiliöön.

Erityisjärjestelyillä tarkoitetaan sähköpneumaattisia asennoittimia, jänniteohjattuja magneettiventtiilejä ja ilmasyöttöjä, joilla ohitetaan magneettiventtiili tai asennoitin. Atmosfäärin säätämällä varmistetaan, että säiliö ei mene alipaineen vaikutuksesta kasaan tai laajene ylipaineen vaikutuksesta. Sillä estetään myös tuotteiden siirtyminen säiliöstä toiseen.

Venttiilien käytöstä poistumisen lisäksi ongelmia tuottavat ajoittaiset sähkökatkot, kun muuntamoille tehdään seisokkitöitä. Muuntamoille sijoitettujen instrumenttien ohjaukset ja sähkönsyötöt poistuvat käytöstä. Sähkökatkoihin varauduttaessa on asennettava tilapäissähköjärjestelmä korvaamaan alas ajetun muuntamon tai tehtävä vaadittavat operoinnit käsin. [10.]

Säiliöihin on asennettu monia lämmittimiä ja syöttöjä, joilla pidetään säilötty tuote oikeissa oloissa. Esimerkiksi fenoli täytyy pitää säiliössään noin 55 °C:n lämmössä, sillä fenolin jähmettymispiste on 42 °C. Liian kuumaksi päästessään fenoli muuttaa värinsä kirkkaasta punaiseksi, joka on ei-toivottava vaikutus. Automaatiojärjestelmän ollessa pois käytöstä täytyy fenolisäiliöiden pinnanmittaukset ja lämmitykset hoitaa muilla tavoin. Fenolin varastosäiliöön syötetään myös typpeä, jotta säiliö pysyy typpi-atmosfäärissä. Tätä varten on avattava typpisyötön käsiventtiiliä hieman. [10.]

Erikoisjärjestelyinä asennettavat tilapäissähköt ovat kalliita ja voivat maksaa jopa 200 000 €/asennus. Suurseisokin aikana tilapäissähköt saatetaan asentaa säiliöalueen osalta neljään muuntamoon, joihin on sijoitettu säiliöalueen instrumenttien ohjausta. Jos säiliöalueen automaatio olisi omana eriytettynä yksikkönään, omalla sähkönsyötöllään, syntyisi säästöjä myös tältä osin. [10.]

Säiliöalueella on yhteyksiä aromaattitehtaiden ulkopuolelle. Kaikkien liittyvien laitoksien seisokitoimet vaikuttavat tavalla tai toisella säiliöalueen toimintaan. Olefiinitehtaille viedään pyrolyysibensiiniä varastosäiliöstä, jolloin kummankin pään huoltotoimenpiteet täytyy ottaa huomioon. Propaania viedään muovilaitoksille, jolloin aromaattitehtaiden seisokin aikana täytyy tehdä järjestelyjä muovitehtaiden propaaninsaannin varmistamiseksi. Nesteen öljynjalostamolta tuodaan FCC-propeenit bentseenilaitokselle. FCC-propeenin sijoitus täytyy järjestää seisokissa, jonka aikana sitä ei kyetä bentseenilaitoksella vastaanottamaan. Eteenilaitoksen soihut ovat voimalaitoksen varosoihtuna. Eteenilaitoksen seisokin aikana varosoihtuna toimii aromaattitehtaan soihut. Eteeni- ja aromaattilaitosten ollessa yhtä aikaa pysäytyksessä varosoihtuna toimii muovitehtaiden soihut. [10.]

### 3.4 Seisokki 2010

Seisokissa TA 2010 Damatic-järjestelmä oli alhaalla lähes kaksi viikkoa. Automaatiojärjestelmän ollessa käytöstä poistettuna operointi säiliöalueella vaati erityisjärjestelyitä. Seisokin aikana tehtiin huoltotoimenpiteitä myös säiliöalueella.

Säiliöitä pyritään tyhjentämään ja tuotteita siirtämään sellaisiin säiliöalueen osiin, jotka ovat toiminnassa sähkökatkosta ja automaatiojärjestelmän alasajosta huolimatta. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista. Kumeenin varastosäiliössä oli seisokin TA 2010 ajan tuotetta, eikä säiliölle tehty toimenpiteitä. Kumeenia kuitenkin laivataan myös seisokin aikana, mikä vaati erityistoimenpiteitä laivauksen säätöventtiilin ollessa turva-asennossa. [9.]



Fenolin varastosäiliöt täytyy pitää oikeassa lämpötilassa ja typpiatmosfäärissä seisokin ajan. Fenolin autolastaus hoidettiin erityisjärjestelyillä, sillä kummankin säiliön venttiilit olivat turva-asennoissaan. Fenolia kyettiin laivaamaan 4” ohitusventtiilin kautta ilman erityisjärjestelyä.[9] Fenolilaitokselle tuodaan tyyppiä AGA:n Kilpilahden tehtailta. Seisokin ajaksi täytyy tehdä järjestelyjä, jotta typensaanti varmistuu. [10.]

Bentseenin ja pyrobensan varastosäiliöissä laivaus täytyi toteuttaa erikoisjärjestelyillä kyseisten säiliöiden venttiilien ollessa turva-asennoiltaan kiinni. Kumpaankin säiliöön tuotettiin korvaustyyppiä typpiatmosfäärin säilyttämiseksi. [10.]

FB-päiväsäiliöt vaativat vähemmän järjestelyä seisokkitoimien ajaksi kuin T-varastosäiliöt. Kumeeni-, fenoli- ja asetonisäiliöihin jää aineita sisään. Näiden säiliöiden korvaustyyppien venttiilit menevät lukitukseen, jolloin typpisyötön käsiventtiileitä on käytettävä niiden sijasta. [9.]

Kumeeni- ja fenolilaitokset tarvitsevat tietyn määrän tuotettaan käynnistyksen yhteydessä. Automaatiojärjestelmän ollessa alhaalla, sähkökatkon aikana tai säiliöiden ollessa muuten huollossa kumeeni ja fenoli on tuotava muualta. Edellisessä seisokissa kumeenia ja fenolia varastoitiin laivoihin, jotka odottivat satamassa laitosten käynnistystä. Laivoihin säilöttyä fenolia ja kumeenia käytettiin käynnistysprosessissa vastaavilla laitoksilla. [10.]

#### 4 Kartoituksen tarve ja tavoitteet

Petrokemian laitosten järjestelmistä vanhimmat ovat laitosten perustamisen aikaisia, 30 vuotta vanhoja relekytkentöjä. Näiden päälle on vuosien saatossa lisätty ja päivitetty taaseen tahtiin uusia järjestelmiä. Nykyisin säiliöalueen I/O:ta on automaatiojärjestelmässä sekä releistyksessä. Säiliöalueen instrumenttien ja kytkentöjen piirustuksista ei ole ylläpidetty tarkkaa kokonaiskuvaa, mikä aiheuttaa ongelmia ylläpidon kannalta. Poikkeamia on tullut vikakorjausten yhteydessä, jolloin piirustukset ovat saattaneet jäädä päivittämättä.

Seuraavaa seisokkia varten on suunniteltu toteutettavaksi säiliöalueen I/O:n eriytyminen nykyisestä järjestelmästä omaksi yksiköksi, jolloin laitosten ja järjestelmien alasajo ei aiheuta häiriöitä säiliöalueen toiminnassa. Säiliöalueen on pysyttävä toimintakunnossa jatkuvasti, sillä tuotelaivauksia ja autokuljetuksia tehdään myös seisokin aikana.

Tämän työn tavoitteena on selvittää, mitkä kaikki säiliöalueen I/O:t ovat tarpeellisia säiliöalueen toiminnalle seisokin aikana ja missä nämä sijaitsevat. Tällä tiedolla pohjustetaan tulevia hankkeita, joissa siirretään vanhoja relekytkentöjä automaatiojärjestelmään ja turva-automaatiojärjestelmään.

Korkeimman prioriteetin projekti koskien säiliöaluetta on siirtää nykyisessä ESDR-rele-turvalogiikassa olevat positiot turva-automaatiojärjestelmään. Releistys on myös tärkeä uudistaa, sillä vanhimmat releet ovat elinkaarensa päässä ja uusia vastaavia releitä ei enää valmisteta. [11.]

Tämän kartoituksen pohjalta on tarkoitus tehdä tarjouspyyntö vanhojen kytkentöjen siirtämisestä. Tarjouspyyntöä varten tarvitaan relekytkentöjen määrä, josta ei ole tarkkaa kuvaa. Ongelmia on tuottanut myös kytkentäkuvien puutteet, sillä esimerkiksi vanhassa kylmävaraston ohjaamossa olevan lukituskeskuskaappi LK-2:n kytkennät eivät vastaa kaikilta osin kytkentäkuvia. Kyseisessä kylmävaraston ohjaamossa on useampi vastaava kaappi, joiden kohdalla on samat ongelmat. [11.]

Kartoituksen avulla pystytään tekemään tarkemmat arviot siirtoprojektin kustannusvaikutuksista. Kustannusvaikutusten selvittyä voidaan tehdä suunnitelmat siirroille. Vuonna 2020 tapahtuvan seisokin yhteydessä on seuraava mahdollisuus tehdä suurempia uudistuksia järjestelmiin. Tätä ennen tehdään todennäköisesti turvalogiikkaan liittyviä, kiireellisempiä projekteja siirtoon liittyen. [11.]

## **5 Säiliöalueen kartoitus**

Kartoitusta varten tieto kerätään dokumenttisarjoista, joita ovat

- PI-kaaviot
- säätö- ja logiikkakaaviot
- kojeluettelot
- ristikytkeälistat
- kaapeliluettelot
- lukitusjärjestelmän virtapiirikaaviot
- automaatiojärjestelmän virtapiirikaaviot
- laite- ja apulaitekaappien piirustukset.

Kartoitus aloitettiin rajaamalla säiliöalueen kartoitettavat PI-kuvat niihin, jotka kuvaavat olennaisia OSBL-alueen alueita. Näistä kirjattiin ylös Excel-taulukkoon I/O-pisteet, joilla on yhteys relelogiikkaan tai automaatiojärjestelmään. Paikalliset instrumentit jätettiin kartoittamatta. Paikalliset instrumentit ovat laitteita, joilla ei ole yhteyttä automaatiojärjestelmään. Nämä laitteet toimivat itsenäisesti tai käsiajettuina. Kartoittamatta jätetyt instrumentit olivat lähinnä palopeltejä ja pinnanosoittimia. Kyseisille instrumenteille tehdään seisokin aikana huoltotarkistukset.

Kartoitettavia positioita kertyi PI-kuvista 578 kappaletta. Suurin osa näistä on erilaisia mittauksia, kuten pinnankorkeutta tai lämpötilaa. Kartoitettujen positioiden kytkentöjä ja sijaintia päätettiin selvittää ensimmäiseksi piirrossarjojen, kuten työssä käytetyt [REDACTED] ja [REDACTED] kytkentäkuvista. Piirrossarjakansioista kirjattiin ylös iso osa automaatiojärjestelmässä olevista positioista.

Relelogiikassa olevat positiot eivät piirrossarjoista löytyneet, sillä kyseisten positioiden kytkentäkuvat ovat lajiteltu kansioihin niiden sijainnin perusteella. Relelogiikassa olevien positioiden selvittämisessä käytettiin apuna kojeluetteloita, joista voidaan selvittää instrumentin tietoja.

Kartoituksessa käytettiin myös hyödyksi Metso DNA Explorer -ohjelmistoa, jolla kyettiin selvittämään positioiden prosessiasemat. DNA Explorer on osa Metson toimittamaa automaatiojärjestelmäkokonaisuutta, jolla hallitaan prosessia. Prosessiasema ohjaa Borealisen verkossa maksimissaan kahta automaatiojärjestelmäkaappia, jolloin positioita etsittäessä käydään läpi kyseisten kahden kaapin kytkentäpiirustukset. Releohjattuja positioita ei tällä metodilla kyetä löytämään.



**Kuva 8 RO-05-ristikytkentäkaappi**

Instrumentin kartoitus tehtiin myös selvittämällä instrumentin kenttäkotelo, josta nähdään, mihin ristikytöntäkaappiin (kuva 8) signaali suuntautuu kentältä tullessaan. Johdantoja seuraamalla eri ristikytöntäkaappien välillä kyetään löytämään signaalin lähtöpaikka valvomossa, joko automaatiojärjestelmässä tai relelogiikassa. Tämä keino on hyvin työläs, sillä ristikytöntä saattaa olla joidenkin instrumenttien kohdalla parhaimmillaan seitsemässä eri kaapissa.

## 5.1 Automaatiojärjestelmä

Petrokemian tehtailla on käytössä Metso DNA -automaatiojärjestelmä. Automaatiojärjestelmäkaappeja on säiliöalueen pienessä ohjaamossa sekä valvomorakennuksessa. Automaatiojärjestelmäkaappeja ohjaavat prosessiasemat. Metso DNA, nykyisin Valmet DNA, on Valmetin kehittämä automaatiojärjestelmä.

Säiliöalueen positiot automaatiojärjestelmässä sijaitsevat kaapeissa AJ50, AJ51, AJ52, AJ55, AJ61, AJ61+7K, AJ64, AJ64M, AJ68 (kuva 9), AJ72, AJ74, AJ78, AJ78K ja SIS04. Lisäksi muutamat positiot, kuten kahden pintamittauksen keskiarvot, ovat olemassa pelkästään ohjelmallisina. Automaatiojärjestelmässä on säiliöalueella yhteensä noin 400 positioita, joista osa on turvalogiikan puolella.



**Kuva 9 AJ68-automaatiojärjestelmäkaappi**

Käytössä olevat I/O-kortit ovat lähinnä Valmetin valmistamia. Niiden lisäksi käytössä on muutaman muun valmistajan, kuten PR-Electronicin, kortteja. Lähes kaikki Borealiksen käyttämät AJ-kaapit ovat Valmet Damatic XD -mallisia. Damatic XD on vuonna 1988 lanseerattu Valmet Automation Oy:n kehittämä hajautettu automaatiojärjestelmä, jota voidaan käyttää tehtaan automatisointiin tuotannonohjauksesta perustason säätöihin. Damatic XD:hen kuuluu prosessiasemia, operointiasemia, hälytysasema, prosessitietokoneiliyntyäasema ja diagnostiikka-asema. [12.]

Prosessiasemat suorittavat logiikka-, säätö-, ja laskentatoiminnot. Operointiasemat toimivat käyttäjän ja prosessin välisenä liityntänä. Hälytysasema kerää prosessiasemilta hälytykset ja niiden tekstitiedot ja käyttäjän halutessa hälytyksen lisätietoja prosessiase- man kautta. Prosessitietokoneliityntäasema liittää automaatiojärjestelmän prosessihal- linta-asemaan RS-232-väylällä. Diagnostiikka-asemalta voidaan tarkastella sovellusoh- jelmia niiden suorituksen aikana. Diagnostiikka-asemalta voi logiikka-, laskenta- ja pro- sessitietojen lisäksi havainnoida asemien ja I/O-korttien tilaa. [12.]

## 5.2 Relelogiikka

Relelogiikat sijaitsevat kylmävaraston vanhassa ohjaamossa sekä valvomorakennuk- sessa. Relelogiikkaa käytettiin 90-luvulle asti, jonka jälkeen käyttöön otettiin automaa- tiojärjestelmiä. Tulevissa projekteissa on tarkoitus korvata relelogiikka kokonaan auto- maatiojärjestelmillä.

Säiliöalueen relelogiikkaa sijaitsee vanhan kylmäohjaamon kaapeissa HK-2, LK-2, KK- 1, KK-2 ja KY-2. Lisäksi releohjausta on valvomon kaapeissa lukituskeskuskaapeissa LK-01, LK-02 (kuva 10), LK-03, LK-04, LK-07, kojekaapissa KY-02 ja ristikytkentä- kaapissa RO-06. Releohjattujen moottorien ohjaukset sijaitsevat muuntamoissa M61+1K, M61+7K, M62 ja M63. Yhteensä relelogiikassa on säiliöalueella 187 positiota.





**Kuva 10 LK-02 -lukituskeskuskaappi**

Borealiksen relelogiikassa on käytössä 60 V:n ja 24 V:n releitä. Vanhemmat relekytkennät on toteutettu ASEAN ja Phoenixin releillä. Uudemmissa on käytetty esimerkiksi Relecon ja Phoenixin releitä.

### 5.3 Turvalogiikka

Turvalogiikkaa on säiliöalueella SIS-automaatiojärjestelmässä ja releturvalogiikassa. SIS-kaapit ovat uusia turva-automaatiojärjestelmän alaisia I/O:ita. Releturvalogiikassa, eli ESDR:ssä, on 34 positiota. SIS04-kaapissa (kuva 10) sijaitsee säiliöalueella 155 positiota.

Turvalogiikkaan on sijoitettu positioita, joiden toiminta on oleellista turvallisuuden kannalta. Näitä ovat esimerkiksi säiliöiden pintamittaukset ja pintakytkimet, tietyt venttiilit ja niiden tilatiedot, osa pumpuista ja painemittaukset, -hälyttimet sekä -kytkimet.



**Kuva 11 SIS04-turva-automaatiojärjestelmä**

SIS-järjestelmät ovat Hima Paul Hildebrandt GmbH:n turvallisuuskäyttöön kehittämiä H51q-HRS järjestelmiä. SIS-järjestelmät eroavat normaalista automaatiojärjestelmästä ominaisuuksiltaan, jotka mahdollistavat hyvät redundanssimahdollisuudet sekä diagnostiikat I/O:lle, keskusyksiköille ja tiedonsiirtolinkille. [13.]

Yhdessä H51q-HRS on kapasiteettia 128:lle kahdennetulle I/O-moduulille kahdeksassa kotelossa. Hima H51q-HRS on täysin kahdennettu järjestelmä, jossa keskusyksiköt, I/O-väylät, I/O-kortit ja väyläliityntäkortit ovat kaikki kahdennettuja. [13.]

ESDR-releturvalogiikkaan kuuluvat positiot ovat relelogiikalla toimivia turvatoimintoja. Kyseisten positioden siirto automaatiojärjestelmään on ensimmäisten uudistusten joukossa.

## 6 Lopputulos

Borealis Polymersin aromaattitehtaiden ulkosäiliöalue kartoitettiin vastaamaan tulevien projektien tarpeeseen. Ulkosäiliöalueen osalta ei ollut ennen kartoitusta tarkkaa kokonaiskuvaa alueella olevista positioista. Vanhemmat kytkentäkuvat ovat saattaneet jäädä huoltotoimenpiteiden jälkeen päivittämättä, jolloin on syntynyt epätarkkuuksia.

Seisokkialueen eriyttämistä varten tehty I/O-kartoitus onnistui hyvin. Tärkeimpänä tuotoksena oli Excel-taulukko, josta nähdään I/O-pisteiden määrä ja kytkennät säiliöalueella. Kartoitusta käytetään arvioitaessa kustannusvaikutuksia ja tarjouspyyntöä tehtäessä varsinaisia erityisprojekteja varten. Eriytyks toteutetaan todennäköisesti useampana kokonaisuutena, joista ensimmäinen on releturvalogiikan uudistaminen. Kartoitusta käytetään pilkottaessa säiliöalueen automaation uudistus eri projekteihin.

Uudistusprojekteissa on muutama eri tapa aloittaa toteuttaminen. Kalliimpi vaihtoehto on rakentaa uusi tila uusille järjestelmille, joilla toteutetaan säiliöalueen automaatio. Tämä olisi yksinkertaisempi ja parempi vaihtoehto operoinnin kannalta. Toinen vaihtoehto on siirtää vanhan kylmäohjaamon I/O aromaattitehtaiden ohjaamoon ja jättää vanha kylmäohjaamo ristikytkentätilaksi. Aromaatin ohjaamossa on nykyäänkin puutetta tilasta ja ohjaamoon pitäisi löytää lisää tilaa.

1	Piirustusn	ESDR	Positi	Nume	Tag	I/O-kaappi	Relekaappi	KytKentäpiir. No	kaappi piir.no	ristikyt	rk1 piir.no
14			LS				GA-13453			RO-02	
15			LA							RK-2	
16			XA				HK-2			RK-15	NP3-51961
17			YZ							RK-2	
18			LIA				HK-2 KYLM.VAR			RK-12	NP3-15231
19			LZ							RK-12	NP3-15231
20			LZ							RK-12	NP3-15231
21			LIA				HK-2 KYLM.VAR			RK-12	NP3-15231
22			LZ							RK-12	NP3-15231
23			LZ							RO-02	
24			LSA							RK-2	
25			TIA				HK-2 KYLM.VAR				
26			TIA				HK-2 KYLM.VAR				
27			XZS							RK-21	
28			XYV							RK-15	NP3-51961
29			HS							RK-12	NP3-15231
30			XCV							RK-15	NP3-51961
31			XZS							RK-21	
32			XYV							RK-15	NP3-51961
33			HS							RK-12	NP3-15231
34			XCV							RK-15	NP3-51961
35			GA				RO-06			RK-01	
36			GA				RO-06			RK-01	
37			XZS							RO-02	NP3-10431
38			XYV							RK-15	NP3-51961
39			HS							RK-12	NP3-15231
40			XCV							RK-15	NP3-51961
41			XZS							RO-02	NP3-10431
42			XYV							RK-15	NP3-51961
43			HS							RK-12	NP3-15231
44			XCV							RK-15	NP3-51961
45			GA				HK-2			RK-2	
46			GA				HK-2			RK-2	
47			HZ				HK-2				
48			HZ				HK-2				
49			GA							RK-01	NP3-10427
50			GA							RK-01	NP3-10427
51			TIA				HK-2 KYLM.VAR			RK-2	
52			LIA				HK-2 KYLM.VAR			RK-2	
53			TIA				HK-2 KYLM.VAR			RK-2	
54			LZ							RK-12	NP3-15231
55			LZ							RK-2	

**Kuva 12 Osa kartoituksen Excel-taulukkoa**

Kartoitetut positiot listattiin taulukkoon (kuva 12), jossa on position sijainnin sisältävä PI-kuva, ESDR-releturvalogiikkaan kuuluvuus, laitteen tyyppi, positionumero, position tarkennus, positiotunnus kokonaisuudessaan, I/O-kaapin tunnus, relelogiikkakaapin tunnus, kytkentäpiirustuksen numero, kaapin piirustusnumero, ristikytentäkaapin tunnus ja sen piirustusnumero. Mahdolliset seuraavat sarakkeet jatkavat ristikytentäkaappien tunnuksien ja piirustusnumeroiden listaamista kenttäkoteloon asti.

Taulukkoa tehdessä ilmeni käytännössä ongelmat, joita kartoituksella halutaan ratkoa. Säiliöalueen ohjaus on jaettu valvomon automaatiojärjestelmäkaappien, vanhan kylmäohjaamon sekä muuntamoiden rele- ja automaatiojärjestelmäkaappien kesken. Osa releistyksestä on elinkaarensa päässä ja tarvitsee uudistamista lähivuosina. Vanhan kylmäohjaamon kytkennöistä ei välttämättä ole päivitettyjä piirustuksia ja tietoa on lähinnä kokeneilla operaattoreilla. Säiliöalueella käytetään myös vanhanaikaisia 60 V<sub>dc</sub>:n kelalla toimivia magneettiventtiileitä, jotka käyvät koko ajan harvinaisemmiksi. Matalammalla jännitteellä toimivat venttiilit eivät ole etäisyyksien takia yhtä varmatoimisia, jolloin niitä ei voida nykyisillä järjestelmillä käyttää. Valmis taulukko tulee Borealis Polymers Oy:n käyttöön tulevia projekteja varten, joissa tarvitaan tietoa ulkosäiliöalueen instrumenteista ja yhteyksistä muihin alueisiin.

## Lähteet

- 1 Borealis. Borealis Facts and Figures. 2016. Porvoo. Luettu 15.6.2016.
- 2 Borealis. Borealis Porvoo SUOMI. 2011. Porvoo. Luettu 16.6.2016.
- 3 Borealis. Aromaattituotannon esittely. 2015. Porvoo. Luettu 16.6.2016.
- 4 Borealis. Cracking process. 2014. Porvoo. Luettu 23.6.2016.
- 5 TUKES. ATEX-opas. 2015. Helsinki. Luettu 7.7.2016.
- 6 BARTEC. Marking of IECEx equipment for use in potentially explosive atmospheres. 2014. Bad Mergentheim. Luettu 13.7.2016.
- 7 Borealis. Turnaround manual. 2014. Porvoo. Luettu 3.8.2016.
- 8 Borealis. Turnaround manual esittely. 2014. Porvoo. Luettu 3.8.2016.
- 9 Borealis. Vastuualue E:n laitteiden tila seisokissa. 2010. Porvoo. Luettu 12.9.2016.
- 10 Salonaho, Jari. Työnjohtaja. Borealis. Porvoo. Keskustelu 12.9.2016
- 11 Lalu, Sami. Työsuunnittelija. Borealis. Porvoo. Keskustelu 1.9.2016 kartoituksen tavoitteista
- 12 Heikkinen, Timo. 1992. Monipolttoainekattilan ohjaus Damatic XD:llä. Diplomityö. Luettu 13.8.2016.
- 13 HIMA -koulutusmateriaali. 2005. Porvoo. Luettu 14.8.2016.