

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikka / automaatio- ja prosessitekniikka

Risto Gynther

Tuomas Häkämies

NESTE OILIN HAMINAN TERMINAALIN PI-KAAVIoidEN PÄIVITYS

Opinnäytetyö 2014

## TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Energiatekniikan koulutusohjelma

Gynther, Risto

Häkämies, Tuomas

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Marraskuu 2014

Avainsanat

Neste Oilin Haminan öljyterminaalin PI-kaavioiden päivittäminen

31 sivua

Lehtori Vesa Kankkunen

Neste Oil Oyj

PI-kaavio, päivitys, putkisto, instrumentointi

Tämän opinnäytetyön aiheena oli päivittää Neste Oil Oyj:n Haminan terminaalin PI-kaaviot Tukesin turvallisuusohjeiden vaatimusten mukaisiksi.

Käytössä olevat PI-kaaviot olivat vanhentuneita ja alueelle oli tehty useita muutostöitä ilman, että muutoksia olisi merkitty kaavioihin. Vanhat kaaviot olivat turvallisuusriski ja hankaloittivat operaattoreiden ja käyttöhenkilökunnan toimintaa. Vika- tai vaaratilanteen sattuessa ajantasainen PI-kaavio on ratkaisevassa roolissa tilanteen korjaamiseksi. Päivitettyjen PI-kaavioiden avulla voidaan kustannustehokkaasti suunnitella ennakkohuoltoja ja muutostöitä.

Työkaluina olivat vanhat PI-kaaviot, joihin merkittiin eroavaisuuksia kentällä. Jos eroavaisuuksia oli paljon, piirrettiin prosessin osa muistiinpanoihin ja myöhemmin lisättiin kokonaisuuteen. Piirrosmerkkien päivittämisen yhteydessä perehdyttiin standardiin SFS-14617-6. Työssä perehdyttiin myös ATEX-säädökseen SFS EN 1127.

Vanhentuneiden kaavioiden päivittäminen erillisenä projektina on todella haastavaa ja työlästä, minkä vuoksi on suositeltavaa päivittää muutokset PI-kaavioihin muutostöiden yhteydessä. Toimilaitteiden nimeäminen positiotunnuksilla helpottaa kenttätyöskentelyä huomattavasti.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

Gynther, Risto

Häkämies, Tuomas

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

November 2014

Keywords

Updating the P&I Diagrams of Neste Oil Hamina Terminal

31 pages

Vesa Kankkunen, Lecturer

Neste Oil Oyj

P&ID, update, piping, instrumentation

The purpose of this thesis was to update the P&I diagrams (P&ID) of Neste Oil Hamina terminal according to the regulations issued by Tukes.

The diagrams in use were out of date and numerous changes had been introduced without modifying the diagrams. For this reason, the old diagrams were a safety risk and posed difficulties to operational staff. In case of a fault condition, P&IDs are important to solve the situation. The updated P&IDs can be used to efficiently improve preventive maintenance and alteration work.

The diagrams were updated by comparing outdated diagrams and the as-built assembly off the terminal. In case of numerous modifications, the said part of the process was sketched to notes and later added to that specific process sheet. Standard SFS-14617-6 was used to update the graphic symbols and SFS EN 1127 was used regarding ATEX regulations.

Updating the diagrams as an individual project is challenging and time-consuming which is why it is recommended that diagrams be updated in conjunction with or immediately after the alteration work is complete. Tagging actuators with position facilitates field work.

## TERMIT

As-built	Olemassa olevaa fyysistä rakennetta vastaava
ATEX	Räjähdyksivaarallisten tilojen lainsäädäntö ja standardisointi
Ex-laite	Laite, jota voidaan käyttää turvallisesti räjähdysvaarallisessa tilassa
Ex-tila	Räjähdyksivaarallinen tila
Parafiini	Seos lineaarisia hiilivetyjä
PI-kaavio	Putkisto- ja instrumentointikaavio
PSK	Teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö Prosessiteollisuuden Standardoimiskeskus
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
Standardi	Sovittu määritelmä, miten jokin asia tulisi tehdä
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VGO	Vacuum gas oil, tyhjiökaasuöljy
Viskositeetti	Kuvaa fluidin (nesteen tai kaasun) kykyä vastustaa virtausta

## SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	6
1 HAMINAN TERMINAALI	7
1.1 Yleisesti	7
1.2 Kirkas tuote, musta tuote ja höyry	7
1.3 Kohteet	8
2 TERMINAALIN TOIMINTA	9
2.1 Rautatie- ja laivakuljetukset	9
2.2 Käyttöominaisuudet	10
2.3 Mastera LS -tuoteominaisuudet	11
2.4 Viskositeetti	12
2.5 Pumpattavuus	14
2.6 Lämmitys ja eristys	15
3 ATEX	17
3.1 ATEX-direktiivit ja standardit	17
3.2 Ex-tilat	18
3.3 Ex-laitteet	19
3.4 Riskit	20
3.5 ATEX Neste Oilin Haminan terminaalissa	22
4 PI-KAAVIO	23
4.1 Yleisesti	23
4.2 PI-kaavioiden standardit ja käytettävät piirrosmerkit	24
5 PI-KAAVIoidEN PÄIVITTÄMINEN	24
5.1 PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen	25
5.2 PI-kaavion päivittäminen	26
6 TYÖN SUORITTAMINEN	27
6.1 Kenttätyö	27
6.2 Kaavioiden päivittäminen	29
7 YHTEENVETO	29
8 LÄHTEET	30

## JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Neste Oil Oy:n Haminan terminaalin putkisto- ja instrumentointikaavioiden päivittäminen ajantasalle. Neste Oil lähestyi Kymenlaakson ammattikorkeakoulua kyseisellä opinnäytetyöaiheella kesällä 2013 ja energiatekniikan opinto-ohjaaja tiedusteli halukkaita opiskelijoita opinnäytetyön tekemiseen. Putki- ja instrumentointikaavioiden (PI-kaavioiden) päivittäminen oli kyseisessä kohteessa tarpeellista, sillä terminaaliin on tehty vuosien saatossa paljon muutoksia ja alkuperäiset PI-kaaviot olivat vanhentuneita. Kaavioiden runko on tehty vuonna 1986, kun terminaali on rakennettu. Sujuvan toiminnan ja tehokkaan kunnossapidon saavuttamiseksi on oleellista, että terminaalin PI-kaaviot ovat ajan tasalla, sillä ne ovat kartta alueen toimilaitteista ja putkistoista.

PI-kaavioiden päivittäminen on tärkeätä myös huoltotöiden kannalta. Huoltotöitä suunnitellaan usein PI-kaavioita apuna käyttäen. Ajantasalla olevat PI-kaaviot parantavat prosessiturvallisuutta. PI-kaaviossa näkyvät niin toimilaitteet, kuten venttiilit ja instrumentoinnit, kuin myös sähkökäytöt.

Opinnäytetyöaiheeseen tutustuminen oli tarkoitus aloittaa vuoden 2013 syyskuussa. Alustaviin toimenpiteisiin sisältyisi työhön perehtyminen, tavoitteiden asettaminen, toteutus- ja työskentelytavoista sopiminen sekä opinnäytetyösopimuksen solmiminen. Opinnäytetyön laajuuden arviointi, aikataulun suunnittelu ja aiheen rajaaminen olisivat tärkeä osa työn aloitusta, sillä työhön varattu aika olisi rajallinen. Työmäärän, aikataulun, valtavan kenttätyön ja suuren instrumentoinnin määrän takia projekti tehtäisiin parityönä. Myös turvallisuustekijät vaikuttivat tähän, sillä terminaalin alueen laajuus, vaaralliset työskentelykohteet ja olosuhteet vaativat, että alueella ei liikuttaisi yksin, vaan vahinko- tai onnettomuustilanteessa olisi toinen henkilö auttamassa tai hälyttämässä apua. Alueella joutuu liikkumaan ja työskentelemään monissa poikkeuksellisissa ja vaarallisissa paikoissa, kuten putkistojen välissä, kulkusiltojen alla, korkeammilla tasoilla ja liukkaiden putkien päällä.

Neste Oil Oyj on suomalainen öljynjalostus- ja markkinointiyritys, joka keskittyy liikennepolttoaineisiin ja jalostettuihin öljytuotteisiin. Yhtiö on maailman johtava uusiutuvista raaka-aineista valmistetun dieselin toimittaja. Neste Oilin liikevaihto vuonna 2012 oli 17,9 miljardia euroa, ja sen palveluksessa työskentelee noin 5 000 henkilöä. Neste Oilin osake on listattu NASDAQ OMX Helsingissä. (Neste Oil 2014.)

## 1 HAMINAN TERMINAALI

### 1.1 Yleisesti

Haminan terminaalialue on toiminut öljysatamana 1960-luvulta asti ja Neste Oil on aloittanut siellä toimintansa 1985. Neste Oilin Haminassa varastoituihin tuotteisiin on kuulunut esimerkiksi metanoli, raakaöljy, raskas polttoöljy, MTBE ja bensiini.

Haminan terminaalista löytyy junapurkauslaiturit, autolastauslaiturit, kolme laivauslaituria, säiliöalue sekä öljyisten vesien käsittelylaitos. Haminan toimipisteessä ei ole jalostamoja, vaan alue toimii ainoastaan välivarastona. Talvella öljyä tuodaan rautateitä pitkin Venäjältä vesiteiden jäätyksen estäessä laivojen kulkemisen. Kesällä kuljetukset tapahtuvat pääosin laivoilla. Tuotteita varastoidaan ja säilytetään terminaalissa ja toimitetaan tarpeen mukaan eteenpäin. Suurin osa öljystä menee Neste Oilin Porvoon jalostamolle jatkokäsittelyyn. (Mäkynen 2013.)

Haminan terminaalialue on varsin laaja ja käsittää monta eri kohdetta. Jokaisesta kohteesta on tehty erilliset PI-kaaviot ja prosessin ymmärtämisen ja kaavioiden tulkitsemisen helpottamiseksi on oleellista tietää pääpiirteittäin mikä kohteen tarkoitus on.

### 1.2 Kirkas tuote, musta tuote ja höyry

Terminaalissa käsiteltävät tuotteet lajitellaan karkeasti kahteen kategoriaan kuljetukseen ja siirtämiseen liittyvien ominaisuuksien mukaan. Mustalla tuotteella tarkoitetaan öljyä jonka viskositeetti on niin korkea, että tämän tuotteen siirtäminen pumppaamalla on mahdollista vain jos sen viskositeetti on sopiva. Viskositeetti muuttuu lämpötilan funktiona. Viskositeetin saamiseksi oikealle alueelle, tuotteen lämpötilaa nostetaan. Lämpötilan kohottamiseen käytetään höyryä, jonka tuottaa alueella toimiva Advenin voimalaitos. Kirkkaan tuotteen viskositeetti on matalampi ja sen siirtäminen onnistuu ilman lämmittämistä. (Mäkynen 2013.)

Haminan terminaalialueella toimiva Advenin voimalaitos tuottaa prosessihöyryä Neste Oilin tarpeisiin. Höyryn avulla lämmitetään eristetyissä säiliöissä olevaa

korkean viskositeetin öljyä. Höyry johdetaan säiliöalueille ja junapurkauslaitureille eristetyillä höyryputkistoilla, koska siirtomatkat ovat suhteellisen pitkiä. Höyry jäähtyy osittain matkalla sen verran, että höyryputkistoihin muodostuu lauhdetta, joka johdetaan maassa oleviin lauhdekaivoihin ja kaivoista vedenpuhdistamolle.

### 1.3 Kohteet

Neste Oilin Haminan terminaali koostuu 11 säiliöstä, joihin polttoaineita ja VGO (tyhjiökaasuöljy) varastoidaan. Säiliöiden yhteistilavuus on 100 000 m<sup>3</sup> ja suurimman yksittäisen säiliön tilavuus on 30 000 m<sup>3</sup>. Näistä 11 säiliöstä neljää lämmitetään höyryn avulla. Kaikissa säiliöissä on myös kelluva katto, minkä ansiosta haihtuvien tuotteiden syttymisherkkä tila pidetään mahdollisimman pienenä, jos säiliössä on polttoainetta tai öljyä esimerkiksi vain 30% kokonaistilavuudesta. Säiliöiden yhteydessä on putkistot ja venttiilit, joiden avulla tuotteita voidaan siirtää säiliöön tai säiliöstä pois. Säiliöiden lämpötilaa tarkkaillaan lämpötila-antureilla ja pinnan tasoa pinnanmittausantureilla, joiden mittaustieto on luettavissa valvomoista. Kyseessä on vaarallisia kemikaaleja, joten turvallisuus on otettava vakavasti huomioon. Jokaisen säiliön ympärillä on turvavalli, jonka täytyy pystyä varastoimaan mahdollisessa vuototilanteessa säiliön tilavuuden verran öljyä. (EN 14015, 2004.)

Terminaalialueella on kolme laituria, joiden kautta voidaan tuotteita lastata laivoihin ja laivoista säiliöihin. Laitureilla on laivoihin kiinnitettävät varret, joiden avulla tuotteiden lastaus tapahtuu. Laitureilla on hydraulisia ja mekaanisia varsia. Lastia purettaessa laivasta säiliöihin pumppaus tapahtuu laivan omilla pumpuilla. Laivaa lastattaessa pumppaus tapahtuu terminaalialueella olevien pumppujen avulla.

Junien lastin purkamiseen on oma laiturinsa, johon tulee kaksi junaraidetta. Kyseistä laituria käytetään vain tuotteiden siirtämiseen junista säiliöihin, joten laituria nimitetään junapurkauslaituriksi. Junapurkauslaiturilla on useita mekaanisia varsia. Näiden varsien avulla tuotteet pumpataan putkistoja pitkin säiliöihin. Junapurkauslaiturilla on myös höyrylinjasto, joka mahdollistaa kylmien junavaunujen lämmittämisen.



Autolastauslaiturilla lastataan tuotteita säiliöautoihin. Kyseisellä laiturilla ei ole höyrylinjastoa, sillä siellä käsitellään vain kirkkaita tuotteita. Säiliöautojen kuljettajat suorittavat omatoimisesti lastauksen, joten kuljettajat on perehdytettävä laiturin toimintoihin.

Pumppaamon keskipakopumpuilla tuotetaan tarvittava paine tuotteiden siirtämiseen junavaunujen, säiliöautojen ja laivojen välillä. Alueella on kaksi pumppaamo, laivauspumppaamo ja pumppuhuone. Laivauspumppaamossa on kolme suurta keskipakopumppua, joilla lastataan laivat ja junat. Pumppuhuoneessa on autolastauksen pumpput sekä terminaalialueen palosammutuspumpput.

Lastausvalvomo sijaitsee säiliöalueella ja sieltä ohjataan tuotteiden siirtämistä ja tarkkaillaan prosessia. Lastauksen ollessa käynnissä valvomossa on oltava vastuuhenkilö joka valvoo prosessin kulkua.

Toimistolta löytyy toimihenkilöiden tilat sekä terminaalin valvomo, jossa henkilökunta valvoo aluetta ja siirtoprosesseja. Toimistolta voidaan myös seurata terminaalin toimintaa näyttöpäätteen avulla. Osa terminaalialueen venttiileistä on kauko-ohjattuja ja niitä pystytään tarkkailemaan sekä ohjaamaan terminaalin valvomosta. Jos käsikäyttöisiä venttiileitä tarvitsee avata tai sulkea, lähetetään valvomosta henkilökuntaa suorittamaan kenttätöitä ja vähintään yksi henkilö jää valvomoon tarkkailemaan tilannetta. Yhteydenpito tapahtuu ATEX-radiopuhelimien välityksellä.

## 2 TERMINAALIN TOIMINTA

### 2.1 Rautatie- ja laivakuljetukset

Rautatiekuljetukset saapuvat Haminan terminaaliin pääosin Venäjältä. Vaunut sisältävät useita tonneja raskasta polttoöljyä. Vaunut tyhjennetään joko ruuvipumpuilla tai epäkeskoruuvipumpuilla. Vaunut olisi syytä purkaa saapumisen jälkeen mahdollisimman nopeasti jähmettymisen estämiseksi. Haminan terminaalissa

on kuitenkin höyrylämmityslaitteet junapurkauslaiturilla, joiden avulla tuotteen viskositeettia saadaan nostetuksi pumppaamisen edellyttävälle tasolle. Raskasta polttoöljyä pumpataan laivaan yleensä 50-90°C asteen lämpöisenä. Laivassa on myös lämmityslaitteet, millä tuotteen viskositeetti nostetaan purkamisen mahdollistamiseksi.

## 2.2 Käyttöominaisuudet

Raakaöljy on maaperässä miljoonien vuosien ikäisten eliöiden jäänteistä syntyntä tuotetta, jota pumpataan syvältä maan sisältä. Raakaöljy on fossiilinen polttoaine, joka koostuu erilaisista hiilivedyistä. Kevyimmät hiilivedyt ovat kaasumaisia ja raskaimmat haihtuvat vasta 700 °C:n lämpötilassa. Raakaöljy on käynyt läpi tiettyjä prosesseja ennen saapumistaan Haminan terminaalin ja siitä käytetään nimitystä VGO (tyhjiökaasuöljy).

Öljyä suodatetaan epäpuhtauksien poistamiseksi, jotka vaikuttavat laitteiden toimintaan esimerkiksi tukkimalla suuttimia ja aiheuttavat epänormaalia kulumista. Tällaisia ongelmia voivat aiheuttaa mm. hiekka, suuret partikkelit ja ruoste. Öljy on tärkeää suodattaa aina ennen pumppaamista jotta vältetään pumppujen tarpeettomilta kulumisilta.

Raskasta öljyä käsitellessä on otettava huomioon sen ominaisuudet, kuten viskositeetti eli aineen juoksevuus, jähmettymispiste ja pumpattavuus. Näihin kolmeen asiaan voidaan vaikuttaa käytännössä tuotteen lämpötilaa nostamalla tai laskemalla. Tuotteen lämpötilan ollessa alle sen jähmepisteen, ei tuotetta voida pumpata. Useilla Neste Oilin raskailla öljytuotteilla jähmepiste on n. 5-20°C asteen haarukassa. Tuotetta siirrettäessä se lämmitetään yleensä n. 50-90°C asteen lämpöiseksi, pumppattavuuden maksimoimiseksi. Raskaan öljyn varastointikestävyys tulee ottaa huomioon, mikäli tuotetta säilötään pitkiä aikoja paikallaan.

Öljyn lämpöarvo kiloa kohti määritettynä osoittaa, miten paljon energiaa öljystä poltettaessa on mahdollista saada palamisen ollessa täydellistä. Raskaan öljyn lämpöarvo voidaan määrittää myös laskennallisesti käyttäen kaavaa 1. Kyseistä kaavaa käytettäessä on tunnettava öljyn tiheys sekä vesi-, tuhka- ja rikki- ja rikkipitoisuus.

$$q = (46,704 - 8,802 * 10 - 6 * \rho + 3,167 * 10 - 3 * \rho) * (1 - 0,01 * (w_{H_2O} + w_t + w_s)) + 0,01 * 9,42 * (w_s - 2,449 * w_{H_2O}), \quad (1)$$

missä:

$q$  = tehollinen lämpöarvo +25°C:ssa, MJ/kg

$w_t$  = öljyn tuhkapitoisuus, massa-%

$\rho$  = öljyn tiheys +15°C:ssa, kg/m<sup>3</sup>

$w_s$  = öljyn rikkipitoisuus, massa-%

$w_{H_2O}$  = öljyn vesipitoisuus, massa-%

Nesteen Mastera-öljytuotteiden teholliset lämpöarvot ovat välillä 40–41 MJ/kg.

Vastaavasti tilavuusyksikköä kohti lasketut lämpöarvot ovat 11.1–11.4 MWh/m<sup>3</sup>.

(Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

### 2.3 Mastera LS -tuoteominaisuudet

Taulukossa 1 on viitattu Neste Oilin jalostettuihin tuotteisiin, joiden tekniset ominaisuudet on saatu Neste Oilin internetsivuilta. Näihin tuotteisiin viitataan myöhemmissä kappaleissa.

Taulukko 1. Neste Oilin raskaiden polttoöljyjen ominaisuuksia (Mastera LS 2014.)

Tuote	Viskositeetti (mm <sup>2</sup> /s) +50°C	Viskositeetti (mm <sup>2</sup> /s ) +80°C	Jähmepiste (°C)
Mastera LS 100	100	28	5
Mastera LS 180	170	41	5
Mastera LS 300	300	60	15
Mastera LS 420	345	67	12

## 2.4 Viskositeetti

Öljyn käsittelyn kannalta tärkein ominaisuus on viskositeetti. Tämän vuoksi öljyjen tuotetiedoissa ilmoitetaan usein öljyn viskositeetti tietyssä lämpötilassa. Yleinen käytetty lämpötila on +50°C. Viskositeetin ilmoittamisen yhteydessä ilmoitetaan yleensä vastaava lämpötila, sillä nämä ovat riippuvaisia mutta ei suoraan verrannollisia toisiinsa nähden. Viskositeetti voidaan ilmoittaa kahdella tavalla, kinemaattinen viskositeetti ja dynaaminen viskositeetti. Kinemaattinen viskositeetti ilmoitetaan neliömillimetriä sekunnissa eli mm<sup>2</sup>/s, kun taas dynaaminen viskositeetti ilmoitetaan kilogrammaa millisekunnissa eli kg/ms. Dynaaminen viskositeetti saadaan kertomalla kinemaattinen viskositeetti öljyn tiheydellä tietyssä lämpötilassa. Tuotteiden siirtämisen kannalta on oleellista tietää missä lämpötilassa tuotteen viskositeetti on pumpattavuuden kannalta paras. Nesteiden jalostamien raskaiden polttoöljyjen viskositeetin lämpötilariippuvuus näkyy kuvasta 1. Öljyjen viskositeetin arvot on laskettu käyttäen kaavaa 2. (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

$$\log(\log(v + 0,7)) = a - 3,65 * \log(T), \quad (2)$$

missä:

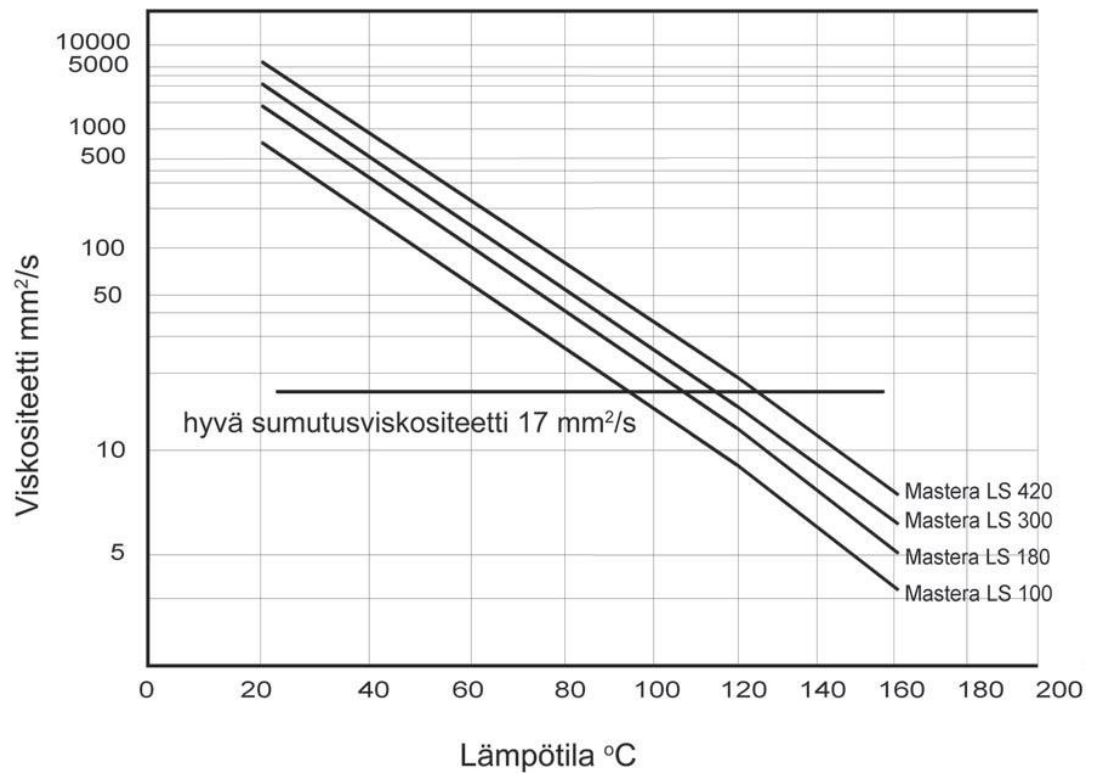
v = öljyn kinemaattinen viskositeetti (mm<sup>2</sup>/s) lämpötilassa T

T(K) = lämpötila (273 + t (°C))

a = öljystä riippuva kerroin (taulukko 2)

Taulukko 2. Viskositeettikaavan vakion a arvoja

Öljyalaatu	a
Raskaat polttoöljyt	
-Mastera LS 100	9,46
-Mastera LS 180	9,51
-Mastera LS 300	9,55
-Mastera LS 420	9,58

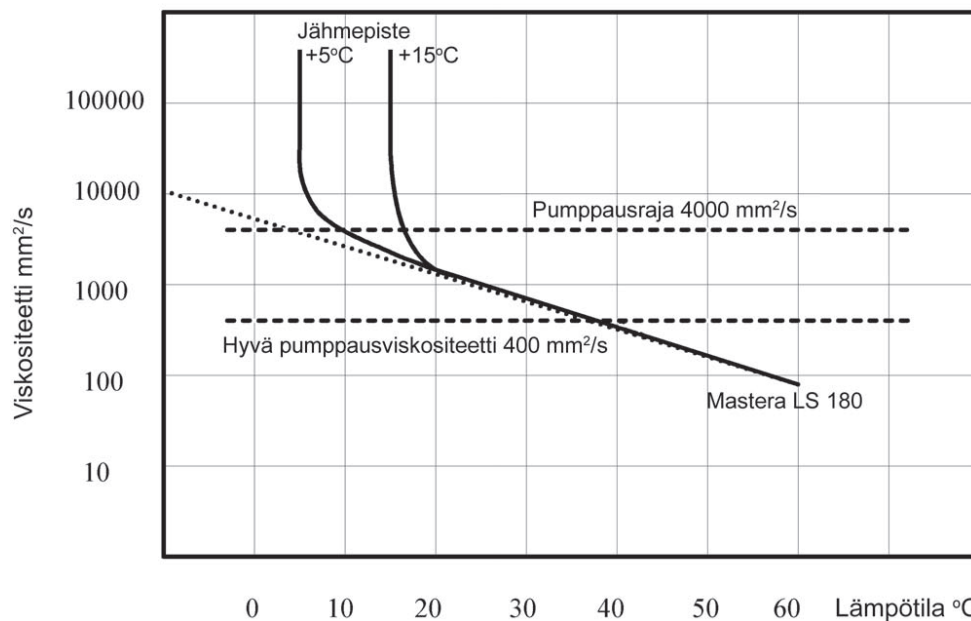


Kuva 1. Mastera LS-tuotteiden viskositeettiarvot eri lämpötiloissa (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

## 2.5 Pumpattavuus

Öljyn juoksevuus laskee voimakkaasti jähmepisteen läheisyydessä kuvan 2 mukaisesti. Jähmepisteessä öljyn viskositeetti on erittäin suuri ja pumppaaminen mahdotonta. Viskositeetin ollessa yli  $4000 \text{ mm}^2/\text{s}$  ei öljyä voida enää pumpata. Ennen jähmepistettä on olemassa nk. samepiste, minkä kohdalla alkavat öljyn parafiinit kiteytyä. Öljyn saavuttaessa samepisteen, voidaan se kevyillä tuotteilla samentuminen havaita silmämääräisesti. Raskaammilla tuotteilla samepistettä ei havaita silmämääräisesti mutta se sijaitsee n.  $10^\circ\text{C}$  jähmepisteen yläpuolella. (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

Kuvasta 2 voidaan tulkita Mastera LS 180 raskaspolttoöljyn viskositeetin suhdetta lämpötilaan. Tuotteen ollessa hyvin pumpattavissa on viskositeetti n.  $400 \text{ mm}^2/\text{s}$  ja lämpötila tällöin n.  $40^\circ\text{C}$ . (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)



Kuva 2. Mastera LS 180 viskositeetin suhde lämpötilaan. (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

Mastera LS 180 -tuotteen purkaminen säiliöautosta tai junavaunusta sujuu helposti viskositeetin ollessa  $300 - 500 \text{ mm}^2/\text{s}$  rajoissa, mikä tarkoittaa lämpötilassa n.  $40^\circ\text{C}$ .

Mastera LS 100 –tuotteelle riittää alhaisempi lämpötila ja vastaavasti Mastera LS 420 –tuote vaatii korkeamman lämpötilan. (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

Seuraavassa taulukossa on esitetty raskaiden tuotteiden minimi lämpötilat pumppausta varten, pumpattavuusrajan ollessa  $600 \text{ mm}^2/\text{s}$ .

Taulukko 3. Mastera LS-tuotteiden pumppauslämpötila

Mastera LS	100	180	300	420
Pumppauslämpötila °C	30	40	45	55

(Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

## 2.6 Lämmitys ja eristys

Viskositeetin pitämiseksi sopivalla tasolla täytyy öljyn lämpötilan olla tarpeeksi korkea. Pumppauksen mahdollistamiseksi täytyy öljyä lämmittää ulkolämpötilan ollessa alhainen. Suomen olosuhteissa tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että lämmitystä ei tarvita kovimmilla kesähelteillä kun kyseessä on VGO:n pumppaus. Lämmitys tapahtuu joko säiliöiden sisällä tai imuventtiilin juuressa ennen siirtoputkistoa. Säiliölämmityksen vaatiman energian määrä on suuri, joten on tehokkaampaa käyttää lämmitykseen höyryä esimerkiksi sähkövastusten sijaan. Säiliötä lämmitettäessä on oltava huolellinen ettei öljyn lämpötila nouse liikaa, sillä lämpötilan kasvaessa sedimentoituminen nopeutuu. (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

Haminan terminaalissa putket kulkevat pääosin ulkona, missä ulkoilman lämpötila ja siirtoetäisyydet aiheuttavat siirrettävän tuotteen lämpötilan alenemista ja siten viskositeetin nousua. Tätä pyritään ehkäisemään eristämällä siirtoputket. Putkien ja säiliöiden lämpöeristeiden vahvuudet voidaan määrittää taulukon 4 mukaan.

Taulukko 4. Lämpöhäviöiden estämiseen käytetyn mineraalivillaeristeen paksuus millimetreinä (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

Putken tai säiliön koko DN	Jäätymisestä sähkösaatolla	Sisällön lämpötila alle 100°C	Sisällön lämpötila yli 100°C
20	50	50	50
25	50	50	60
32	50	50	60
42	50	50	60
50	50	50	60
65	50	60	80
80	50	60	80
100	50	60	80
125	50	60	80
150	50	80	100
200	50	80	100
250	50	80	100
300	60	100	120
800	80	100	120

Raskailla tuotteilla sekä muilla korkean jäähmepisteen omaavilla laaduilla tulee koko putkisto saattolämmittää öljyn putkistoon jämähtämisen estämiseksi. Saattolämmitys voidaan toteuttaa joko vedellä, höyryllä tai sähköllä. Pitkillä siirtomatkoilla vesi tai höyry on käyttökelpoisin ratkaisu edullisen hintansa ja huoltoystävällisyytensä vuoksi. Haminan terminaalissa säiliöt on lämmitetty höyryllä ja saattolämmitys on tuotettu sähköllä. Putkiston sähkösaatto voidaan toteuttaa itsesäätävällä kaapelilla tai termostaattiohjauksella, näistä jälkimmäinen on suositeltavampi paremman säädettävyytensä ansiosta. Saattolämmityksen mitoittamiseksi voidaan käyttää karkeita arvoja taulukosta 5.



Taulukko 5. Saattojen mitoitus

Öljyalaatu	Vesisaatto	Höyrysaatto	Sähkösaatto
Mastera LS	Vesivirta kg/h/m	Höyryntarve kg/h/m	Teho W/m
180	3,4	0,07	40
380	5,1	0,10	60

Vesisaatossa sopiva putkikoko on DN 15 ja höyrysaatossa putkikoko valitaan painehäviön mukaan. (Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006.)

### 3 ATEX

#### 3.1 ATEX-direktiivit ja standardit

ATEX-nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laitedirektiivi) ja 1999/92/EY (työolosuhdedirektiivi). Laitedirektiivi koskee laitteita ja suojausjärjestelmiä, jotka on tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisia ilmaseoksia sisältävissä tiloissa. Työolosuhdedirektiivi koskee työpaikkoja, joissa on räjähdysvaarallisia tiloja. Räjähdysvaaralliseksi tiloiksi luetaan kaikki tilat, joissa palavat nesteet ja kaasut voivat aiheuttaa räjähdysvaaran.

Näiden direktiivien tarkoituksena on suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskentelevien ihmisten työturvallisuutta ja terveyttä, yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden Ex-koneiden, laitteiden ja tilojen turvallisuusvaatimuksia sekä taata Ex-laitteiden vapaa kauppa. Räjähdysterkeisiin tiloihin tarkoitettuja laitteita saa käyttää Suomessa vain, jos ne ovat määräysten mukaisia. (ATEX 2012.)

Yllä oleviin direktiiveihin pohjautuen on tehty eurooppalaiset standardit, jotka Suomen Standardoimisliitto SFS on kääntänyt ja vahvistanut suomalaisiksi kansallisiksi standardeiksi. Räjähdysuojaukseen liittyvät olennaisesti SFS-standardit

SFS-EN 1127, SFS-EN 13237, SFS-EN 13463, SFS-EN 13980, SFS-EN 15198, SFS-EN 15233 ja SFS-EN 50303 sekä muita yksittäisiä kone- ja laitekohtaisia standardeja. Suomessa käytettävien laitteiden on täytettävä standardien mukaiset turvallisuusvaatimukset. Jos laitteelle tai koneelle ei ole omaa sopivaa standardia, noudatetaan direktiivien asettamia vaatimuksia. (SFS ATEX 2011.)

### 3.2 Ex-tilat

Ex-tila on räjähdysherkkä tila, jossa on palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuva räjähdysvaara. Kaasuräjähdyksivaaralliset tilat luokitellaan ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyvyyden mukaan. Räjähdyskelpoisia pölyjä sisältävät tilat luokitellaan omiin tilaluokkiinsa. Ex-tilat luokitellaan taulukkojen 6 ja 7 mukaisesti.

Taulukko 6. Kaasuseosten tilaluokat. (ATEX 2012.)

<b>Tilaluokka</b>	<b>Määritelmä</b>
0	Räjähdysvaarallinen kaasuseos esiintyy jatkuvasti tai usein
1	Räjähdysvaarallinen kaasuseos esiintyy satunnaisesti
2	Räjähdysvaarallinen kaasuseos esiintyy harvoin tai lyhytaikaisesti

Taulukko 7. Ilma-pölyseosten tilaluokat. (ATEX 2012.)

Tilaluokka	Määritelmä
20	Räjähdyksvaarallinen ilma-pölyseos esiintyy jatkuvasti tai usein
21	Räjähdyksvaarallinen ilma-pölyseos esiintyy satunnaisesti
22	Räjähdyksvaarallinen ilma-pölyseos esiintyy harvoin tai lyhytaikaisesti



Kuva 3. Räjähdyksvaarallisen tilan varoitusmerkki. (ATEX 2012.)

### 3.3 Ex-laitteet

Ex-laitteet ovat räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäviksi tarkoitettuja laitteita, kokoonpanoja, suojausjärjestelmiä sekä näiden turva-, säätö- ja ohjauslaitteita, jotka täyttävät ATEX-vaatimukset. Näihin kuuluvat esimerkiksi pumput, polttomoottorit ja sähkölaitteet. Ex-laitteet jaotellaan kahteen ryhmään, I ja II. Ryhmän I laitteet jaetaan laiteluokkiin M1 ja M2, ryhmän II laitteet luokkiin 1, 2 ja 3 taulukon 8 mukaisesti.

Taulukko 8. Laiteluokat. (ATEX 2012.)

Laiteluokka	Turvallisuustaso
1 ja M1	Erittäin korkea
2 ja M2	Korkea
3	Normaali



Kuva 4. Ex-laitteen merkintä  
(ATEX 2012.)



Kuva 5. CE-merkintä

Puhuttaessa Ex-termeistä on ensiarvoisen tärkeää, ettei räjähdysherkkiä tiloja ja tilaluokkia sekoiteta räjähdysherkkiin laitteisiin ja laiteluokkiin.

### 3.4 Riskit

Työskenneltäessä räjähdysvaarallisten aineiden kanssa on oleellista tunnistaa ja arvioida riskit. Riskien arviointi on tehtävä aina tapauskohtaisesti. Arvioinnissa on huomioitava seuraavat seikat:

- Räjähdyksvaarojen tunnistaminen ja vaaraa aiheuttavan ilmaseoksen esiintymistodennäköisyyden määrittäminen
- Syttymisvaarojen tunnistaminen ja syttymislähteiden esiintymistodennäköisyyden määrittäminen
- Syttymisen aiheuttaman räjähdysmahdollisten vaikutusten arviointi
- Riskin sekä suojauksen tavoitetason saavuttamisen arviointi
- Riskin pienentämistoimenpiteiden huomioiminen. (SFS-EN 1127, 2011.)

Mahdollisia syttymislähteitä voivat olla esimerkiksi

- kuumat pinnat
- liekit
- sähkölaitteet
- staattinen sähkö
- mekaanisesti syntyneet kipinät
- suurtaajuiset sähkömagneettiset aallot
- ultraäänit
- adiabaattinen puristus. (SFS-EN 1127, 2011.)

Räjähdyksvaarallisten tilojen riskien pienentäminen tapahtuu joko räjähdysen estämisellä tai räjähdykseltä suojautumisella. Estäminen onnistuu välttämällä tai vähentämällä räjähdyskelpoisia ilmaseoksia tai välttämällä kaikkia mahdollisia syttymislähteitä. Räjähdykseltä suojautuminen tarkoittaa räjähdysen pysäyttämistä tai sen vaikutusalueen minimoimista suojaustoimenpitein. Suojaustoimenpiteisiin voi kuulua esimerkiksi eristäminen, tuuletus, tukahdutus ja suojarakenteiden rakentaminen. Ensisijaisena tavoitteena on aina räjähdyskelpoisen ilmaseoksen välttäminen. Räjähdysen esto- ja suojaustoimenpiteiden suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota prosessin normaalitoimintaan mukaanlukien käynnistäminen ja

alasajo. Oleellista on myös huomioida tekniset toimintahäiriöt ja inhimilliset virheet. Riskien arviointiin ja pienentämiseen liittyy oleellisesti oikein laadittu räjähdysturvallisuussuunnitelma, jonka tekemiseen suositellaan käytettävän ulkopuolista asiantuntijaosapuolta maksimaalisen turvallisuuden takaamiseksi. (SFS-EN 1127, 2011.)

### 3.5 ATEX Neste Oilin Haminan terminaalissa

Haminan terminaalialueella käsitellään räjähdysherkiksi luokiteltavia tuotteita, jotka luovat räjähdysvaaralliset olosuhteet. Varomääräykset ovat tästä johtuen vaativia ja turvallisuus otetaan erittäin vakavasti. Terminaalialueella liikuttaessa on kaikki avotulen teko kielletty, joten esimerkiksi tupakointi tapahtuu vain ja ainoastaan erikseen määritellyllä alueella. Terminaalilla käytettävät laitteet ja työkalut tulee olla ATEX-hyväksytyjä, merkittyjä ja tarkastettuja. Kenttätyöskentelyn yhteydessä yhteydenpito valvomoon tapahtuu erityisvalmisteisilla radiopuhelimilla, joiden signaaleista ei aiheudu vaaraa. Omien elektroniikkalaitteiden, esimerkiksi kännykän, käyttäminen ja mukana pitäminen alueella on ehdoitta kielletty.

ATEX-vaatimukset terminaalialueella ovat vaativat ja niitä tulee noudattaa jokaisen alueella liikkujan tarkasti, järjestää Neste Oil kaikille sen työntekijöille ja aliurakoitsijoille säännöllisen turvakoulutuksen. Tähän turvakoulutukseen sisältyy alueen vaarojen tunnistaminen, tiedostaminen ja turvallisen toiminnan ennakoiminen. Oleellista on myös koulutus hätätilanteessa toimittaessa, sillä mahdollisen onnettomuuden tapahtuessa on toimittava erittäin ripeästi ja tehokkaasti, jotta pystytään estämään laajempi katastrofi. Satama-alueen räjähdysvaaralliset ja helposti syttyvät prosessituotteet ovat tulenarka yhdistelmä mereltä puhaltavan tuulen kanssa jolloin tulipalon leviäminen koko alueelle on potentiaalinen uhkakuva.

Terminaalialueella tehtävät korjaus- ja muutostyöt vaativat aliurakoitsijalta tiettyjä toimenpiteitä turvallisuuden suhteen. Erityisesti tulitöitä tehdessä on otettava tarkkaan huomioon kaikki riskitekijät ja poikkeustilanteet sekä yhteydenpito eri osapuolien välillä on oltava saumatonta. Niin Neste Oilin henkilöstön, muiden aliurakoitsijoiden, kuljetusyrittäjien kuin terminaalialueen palokunnankin on oltava ajantasalla alueella tehtävistä vaaraa aiheuttavista toimenpiteistä.

Normaalissa prosessiajossa terminaalialueen räjähdysvaaran aiheuttavat useat sähkömoottorit Ex-tilojen välittömässä läheisyydessä. Näiden moottoreiden tulee olla Ex-hyväksytyjä ja niiden käyttö ja kunnossapito on oltava asianmukaista riskien minimoimiseksi.

## 4 PI-KAAVIO

### 4.1 Yleisesti

Putkisto- ja instrumentointikaavio on virtauskaavioon perustuva informatiivinen piirustus prosessilaitoksen teknisestä toteutuksesta. PI-kaaviossa prosessi esitetään erilaisten piirrosmerkkien avulla ja siinä esitetään vain pääkomponentit suurpiirteisesti; instrumenteille, putkistoille, venttiileille ja erilaisille sovitteille on sovittu standardoidut merkintätavat. PI-kaavion tehtävä on esittää prosessiyhteiden kulku ja antaa perustiedot tarvittavien piirustusten ja suunnitelmien laatimiseksi. Myös prosessi- ja instrumentointikaaviosta voidaan käyttää lyhennettä PI-kaavio, mutta tällä tarkoitetaan kuitenkin yhteneväistä yleiskaaviota prosessista. (Hietanen 2009.)

PI-kaavio ei ole tarkka tekninen piirustus vaan yleinen kartta prosessilaitoksesta ja sen avulla voidaan selvittää laitoksen toiminta. Uutta laitosta suunniteltaessa ensin tehdään halutun prosessin mukainen lohko-kaavio, lohko-kaavion avulla virtauskaavio ja näihin kaavioihin perustuen lopulta PI-kaavio. PI-kaavion avulla voidaan tehdä yksityiskohtaisempaa sähkösuunnittelua, putkisuunnittelua, instrumentointisuunnittelua ja asennussuunnittelua. (PSK 3603, 2012.)

Muutostöitä suunniteltaessa on tärkeää että PI-kaavio on tarpeeksi tarkka ja ajantasalla, jotta prosessin erottaminen voidaan suunnitella ja toteuttaa turvallisesti ilman häiriöitä jäljelle jäävään toimintaan. Erotuskaavio on osa PI-kaaviota, jossa esitetään erotusosuus. Oleellista on esittää erotettu laite tai alue ja erottavat laitteet. (PSK 3604, 2013.)

PI-kaavioita tehdään pääasiassa käyttöhenkilöstön, kunnossapidon, suunnittelun ja viranomaisten avuksi hahmottamaan kokonaiskuvaa prosessista.

#### 4.2 PI-kaavioiden standardit ja käytettävät piirrosmerkit

PI-kaavioihin liittyy oleellisesti SFS-ISO standardit 14617-5 14617-6, SFS-EN ISO 10628 sekä SFS-Käsikirja 174-3. PSK standardeista oleellisia ovat PSK 3601, PSK 3602, PSK 3603 ja PSK 3604.

PI-kaavioissa käytettävien merkkien ja merkintöjen on selkeyden takia suotavaa olla yhtenäisten standardien mukaisia. Kaavioita käyttävät työssään monet eri alojen tekijät ja jouhevan työskentelyn kannalta on tärkeää, että kaikki tulkitsevat merkintöjä samalla tavalla. Aika ajoin myös käytettävät standardimerkinnät muuttuvat ja päivittyvät. Tämä johtaa osaltaan PI-kaavioiden päivitystarpeeseen.

### 5 PI-KAAVIOIDEN PÄIVITTÄMINEN

PI-kaaviot toimivat teollisuuden laitosten pohjakarttoina, joten on hyvin oleellista, että ne ovat ajantasalla, tarkkoja ja vastaavat käytännön toteutusta. Asianmukainen PI-kaavio antaa kokonaisvaltaisen yleiskuvan laitoksesta tai prosessista.

Kunnossapidon helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi on tärkeää, että henkilöstöllä on selkeä ja luotettava tapa tarkistaa toimilaitteiden sijanti kentällä.

Käyttöhenkilöstö käyttää PI-kaavioita lähes päivittäin. Varsinkin vikatilanteissa kaaviosta tarkastetaan instrumenttien sijanti tai putkiyhteiden risteyspaikkoja. Prosessiin tulevia päivityksiä ja muutoksia suunnitellaan olemassa olevien PI-kaavioiden avulla ja niiden perusteella arvioidaan työn tarpeellisuutta, mahdollisuuksia ja kustannuksia.



Muutostöiden turvallisuuden kannalta on oleellista tehdä erotussuunnitelma siten, että työn suorittaminen on mahdollista vaarantamatta kenenkään turvallisuutta, laitoksen jatkaessa prosessia muilta osin. Muutostöiden suunnittelu päivitettyjen PI-kaavioiden avulla takaa sen, ettei väärää ainetta pääse kulkeutumaan väärään paikkaan, mikä kyseisellä terminaalialueella olisi mahdollista, koska samoja pumppuja käytetään eri tuotteille. Viranomaisten kannalta ajantasaiset PI-kaaviot ovat tärkeitä hätätilanteen sattuessa, jotta tilanne saadaan haltuun ja voidaan estää suuremman katastrofin tapahtuminen.

Päivittämätön PI-kaavio on siis tehokkuuden, käytön, kunnossapidon, suunnittelun ja turvallisuuden kannalta riskitekijä.

## 5.1 PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen

Yleisesti PI-kaavion tekemiseen alusta asti tarvitaan erinäinen määrä taustatietoja prosessista ja siihen liittyvistä tekijöistä. Suunnittelu aloitetaan lohko- ja virtauskaavion pohjalta ottaen huomioon prosessin ominaisuudet ja erityisvaatimukset. Lohko- ja virtauskaavioista riippuu pitkälti PI-kaavion laatijan työmäärä. Selkeiden ja johdonmukaisten kaavioiden pohjalta on helppo laatia täsmällinen PI-kaavio.

PI-kaavion alustava hahmottelu voidaan aloittaa varmistamalla tarvittavien tietojen paikkaansapitävyys. Prosessin luonteesta riippuen hahmottelu aloitetaan fyysisesti suurista kohteista tai oleellisista laitteista, kuten säiliöistä, pumpuista ja kattiloista. Pääkohtien piirtämisen jälkeen kuvaan lisätään tärkeimmät putkilinjat, venttiilit ja toimilaitteet. Yksinkertaiset prosessit voidaan piirtää niin, että prosessi- ja käyttöhyödykelinjat näkyvät samoilla kaaviolehdillä. Piirtämisessä edetään järjestelmällisesti ja esitetyt laitteet pyritään sijoittamaan kaavioon operointijärjestykseen vasemmalta yläreunasta oikealle. Prosessin helpon hahmottamisen kannalta suositellaan laitteiden sijoituksessa pyrkimään käytännön toteutuksen mukailuun, ylhäällä olevat laitteet ovat ylhäällä kaaviossa ja alhaalla olevat alareunassa. Kaavion luettavuus on tärkeä kriteeri PI-kaaviota piirrettäessä, tilanteen mukaan pyritään kuitenkin noudattamaan standardisoituja käytäntöjä, kuten sijoittamaan tulevat prosessivirrat vasempaan laitaan ja kaaviosta lähtevät virrat

oikeaan laitaan. Putkilinjat on piirrettävä siten, että niiden keskinäiset etäisyydet ovat vähimmäisetäisyyden kerrannaisia. (PSK 3603, 2012.)

Uuden PI-kaavion suunnittelu ja piirtäminen kulkevat jossain määrin käsi kädessä, sillä piirtämisen edetessä tekijä huomaa ristiriitoja, vaikeuksia ja epäjohdonmukaisuuksia, jotka vaativat kaavion muokkaamista ja uudelleen suunnittelua. Nykyään kaavioiden piirtämiseen käytetään tietokonetta ja asianmukaisia ohjelmia.

## 5.2 PI-kaavion päivittäminen

PI-kaavio voidaan päivittää suunnitellun muutostyön yhteydessä, jolloin päivityksen tekeminen on yksinkertaisempaa eikä vaadi paljoa kenttätyötä. Tällöin ennaltasuunnitellut muutostyöt toteutetaan tiiviissä yhteistyössä yhtäaikaan kaavion päivittämisen kanssa. Työlämpi päivitystapa on vanhentuneiden kaavioiden ja muuttuneiden laitoskoonpanojen päivittäminen omana projektinaan erillään suunnitellusta muutostyöstä, kuten tässä opinnäytetyössä tehtiin.

Päivitetessä vanhentuneita kaavioita erillisenä projektina suurin työmäärä tulee kenttätyöstä, sillä pahimmassa tapauksessa kenelläkään laitoksen henkilöstöstä ei ole tarkkaa käsitystä kaikista tehdyistä muutoksista ja kuinka ajantasalla kaaviot ovat. Tästä johtuen työryhmän tulee fyysisesti käydä läpi kaikki prosessiin liittyvät putkistot, instrumentit ja komponentit ja tarkistaa niiden paikkansapitävyys. Ongelmia aiheuttavat erityisesti merkitsemättömät laitteet ja muutokset putkistoissa, jotka hankaloittavat kokoonpanojen vertaamista olemassa oleviin PI-kaavioihin. Esimerkiksi merkityt venttiilit ovat oleellisia kiintopisteitä, jotka tulisi olla merkittynä selkeästi kaavioihin.

Kenttätyön jälkeen havaitut muutokset tulee muokata olemassa oleviin PI-kaavioihin ja päivittää ajan tasalle. Oleellinen tekijä päivitystyöskentelyssä on käytössä olevat työkalut. Teknisen piirtämisen muuttuessa digitaaliseksi, myös kenttätyökaluina voivat olla nykyaikaiset kannettavat tai tabletit, joiden avulla jopa sähköisten kaavioiden cad-muokkaus onnistuu paikanpäältä. Jos kenttätyöskentelyn yhteydessä muutokset merkitään kynällä paperikaavioihin tai muihin muistiinpanoihin on

lopulliset muutokset vielä saatettava sähköiseen muotoon ja päivitettävä tekniseen arkistoon tai vastaavaan tietokantaan kaikkien asianomaisten helposti saataville.

Motiivi PI-kaavioiden päivittämiseen voi olla myös kaavioiden saattaminen 3d-muotoon. Eräs cad-suunnittelun suurimmista hyödyistä on mahdollisuus piirtää kolmiulotteisia kaavioita. On itsestään selvää, ettei kolmiulotteisten kuvien piirtäminen ole paperilla mahdollista.

Ennen lopullisten muutosten lähettämistä olisi tärkeää tarkistuttaa tehtyjen muutosten paikkaansapitävyys verrattuna todelliseen kokoonpanoon jollakin toisella kaavioihin ja prosessiin perehtyneellä henkilöllä. Muutokset tarkistetaan ja käydään läpi teknisen piirtämisen suorittavan osapuolen toimesta ja mahdollisten korjausten ja muutosten vuoksi kanssakäyminen kaikkien päivittämiseen osallistuvien kanssa jatkuu, kunnes kaavioista on saatu kaikki virheet korjattua ja haluttu tavoite saavutettua.

## 6 TYÖN SUORITTAMINEN

### 6.1 Kenttätyö

Opinnäytetyön varsinainen työosuus suoritettiin Neste Oilin Haminan terminaalin alueella. Perehdytysten ja tutustumisten jälkeen aloitettiin suunnittelemaan työjärjestystä ja työtapaa. Kenttätyö aloitettiin syyskuussa 2013. PI-kaavioiden päivitys aloitettiin säiliöalueella, koska alue oli selkein ja se sisälsi yksinkertaisimmat kaaviot. Säiliöalueella on 11 säiliötä, putkilinjastoja ja niiden PI-kaavioiden päivittämiseen kului aikaa noin kaksi viikkoa. Opinnäytetyö päätettiin tehdä parityönä, sillä terminaali-alue on laaja, osa putkista menee maan alla tai seinien läpi. Puuttuvat tai likaiset merkinnät oli helppo tarkistaa niin, että toinen menee tomilaitteen luokse, seuraa mihin se johtaa ja toinen tarkistaa kaaviosta pitääkö tämä paikkansa. Osa putkistosta on rakennettu niin tiiviiseen tilaan, että siellä oli mahdotonta tehdä muistiinpanoja. Talvella lisähaastetta toi liukkaus ja näkyvyys.

Kenttätyössä edettiin siten, että vanhoista A0-kokoisista PI-kaavioista otettiin ensin A3-kokoisia kopioita. Kuvien käsittely oli kätevämpää ja kenttätyöskentely helpottui. Sopivien PI-kaavioiden osien kopioinnin jälkeen siirryttiin terminaalialueelle ja aloitettiin vertaamaan olemassa olevia putkisto- ja instrumentointilinjoja PI-kaavioiden kanssa. Näitä vertaamalla huomataan muutokset linjoissa ja pienet muutokset voitiin merkitä suoraan monistettuihin PI-kaavioiden osiin. Jos muutokset olivat merkittäviä, piirrettiin oleellisen osan kohdalta kaavio kokonaan uudestaan. Raakaversiot piirrettiin vihkoon terminaalialueella, tarkistettiin ja piirrettiin puhtaaksi toimistolla.

Alueen PI-kaavioiden päivitys on jäänyt pidemmältä ajalta tekemättä ja muutoksia on ollut runsaasti. Lisätöitä aiheutti yhden uuden laiturin tuleminen osaksi laiturialueen kaaviota. Tätä laituria ei oltu merkitty vanhoihin PI-kaavioihin ja se täytyi piirtää kokonaisuudessaan. Työskennellessä oli syytä pitää mielessä, että teknisen piirtäjän täytyisi pystyä tulkitsemaan merkintöjä.

Haminan terminaalialue on kokenut muutoksia muuttuneiden turvallisuusmääräysten johdosta. Terminaalialueella on otettu käyttöön kaksi uutta linjastoa, tyhjennyslinja ja typpilinja. Tyhjennyslinjan tarkoitus on tyhjentää siirtoputkisto tuotteesta, sillä turvallisuussyistä putkeen ei saa jäädä tuotetta siirtoprosessin loputtua. Tyhjennyslinjan paineistus suoritetaan typpilinjan avustuksella. Typen avulla saadaan tyhjennyslementti liikkeelle. Näitä linjoja ei ollut merkitty aikaisempiin kaavioihin, joten niille tehtiin erillinen PI-kaavio.

Kaikista PI-kaavioihin tehdyistä muutoksista tehtiin taulukko, joka järjesteltiin lehtinumeron mukaan. Taulukkoon kirjattiin ylös muutoksen kohteena ollut linja, toimilaite ja selvennys korjauksesta. Eniten muutoksia PI-kaavioihin aiheutti tehdyt muutostyöt ja puuttuvat tai väärät positiotunnukset.

Kenttätyöskentelyä vaikeuttivat tekijöiden kokemattomuus, työskentelytapa, suuri alueen pinta-ala, työn laajuus ja aiheen rajaaminen. Oman haasteensa antoivat myös syksyiset olosuhteet, jotka vuoden vaihteen lähetessä muuttuivat aina hankalimmiksi. Kylmä merenranta talvella osoittautui haastavaksi paikaksi suorittaa kenttätyötä.

Toimeksiantajalta tulleet ohjeet PI-kaavioiden päivittämisen suhteen olivat kovin suurpiirteiset, jolloin selvien toimintatapojen puute hidasti työn alkua ja vauhtiin

pääsyä. Tehokkaimman ja selkeimmän työtavan löytyminen vei oman aikansa ja muutamaan otteeseen jouduttiin korjaamaan myös tehtyjä virheitä. Lopullisen tuotoksen oikeellisuuden ja tarkkuuden vuoksi kanssakäyminen prosessin tuntevan kunnossapitomestarin kanssa olikin erittäin tärkeää.

## 6.2 Kaavioiden päivittäminen

Kenttätyön jälkeen olemassa olevista kaavioista otettiin tarkat ja selkeät tulosteet, joihin merkittiin kaikki havaitut muutokset ja puutteet. Oheen liitettiin myös lista tehdyistä korjauksista päivittämisen helpottamiseksi. Varsinaisen päivityksen teknisessä arkistossa oleviin tiedostoihin suorittaisi Neste Jacobsin tekniset piirtäjät käyttäen avuksi tekemiämme merkintöjä.

Tätä työtä tehdessä tarkastelun kohteena olivat PI-kaavioiden standardit SFS 14617-5 sekä SFS 14617-6 sekä PSK 3601, PSK 3602 ja PSK 3603. Vertailtaessa olemassa olevissa kaavioissa käytettyihin merkintöihin olivat muutokset vähäisiä. Vanhojen PI-kaavioiden merkinnät olivat selkeitä ja ymmärrettävissä. Työhön kuului alun perin standardinmukainen merkintöjen päivitys, mutta työmäärän paisuttua ja yrityksen PI-kaavioiden yhdenmukaisuuden säilyttämiseksi päivittäminen tehtiin vanhoja merkintöjä käyttäen.

## 7 YHTEENVETO

Päivitettyjen kaavioiden myötä Neste Oilin kunnossapito, ennakkohuolto, prosessin hallinta, prosessiturvallisuus ja vikatilanteisiin reagointi parantuvat huomattavasti. As-built-kaavioiden avulla muutostöiden suunnittelu on helpompaa ja nopeampaa. Yksityiskohtaiset ja ajantasalla olevat kaaviot ovat tärkeitä työkaluja operaattoreille ja käyttöhenkilökunnalle. Kaavioiden pitäminen ajantasalla on suositeltavaa muutostöiden yhteydessä.

Prosessien toimintaan ja työn taustoihin perehdyttiin kunnossapitomestarin ja muun henkilökunnan avulla. Heiltä saimme tärkeää ohjausta ja yksityiskohtaista tietoa

liittyen terminaalin toimintaa käsittelevien kaavioiden ymmärtämiseen ja prosessien toimintojen selventämiseen. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa työskentely oli meille opettavaista ja tätä tulemme hyödyntämään tulevaisuudessa. Saimme hyvää kokemusta kaavioiden ja dokumentoinnin ajantasaisuuden merkityksestä.

Terminaalialueella on useita merkitsemättömiä toimilaitteita. Kokeneet käyttöhenkilökunnan jäsenet voivat hallita prosessin niin yksityiskohtaisesti, että tietävät yksittäisten instrumenttien sijainnin ja toiminnan ilman positiotunnusta. Tällainen ”perimätieto” voi kuitenkin aiheuttaa vaaratilanteita, jos osa tiedosta jää välittämättä kokemattomille työntekijöille. Tämän takia olisi tärkeää, että jokainen toimilaite on merkitty positiotunnuksella ja että ne löytyvät kaavioista.

## 8 LÄHTEET

ATEX, Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus 2012. Tukes 2012. Tampere: Multiprint

EN 14015, 2004. Kelluvien kansien vaatimukset. Tukes 2004.

[http://www.tukes.fi/tiedostot/kemikaalit\\_kaasu/loppuraportti\\_en\\_14015.pdf](http://www.tukes.fi/tiedostot/kemikaalit_kaasu/loppuraportti_en_14015.pdf) [viitattu 29.1.2014]

Mäkynen, S 2013., kunnossapitomestari. Keskustelu 23.9.2013. Hamina: Neste Oil toimisto

Neste Oil, <http://nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,107,2999> [viitattu 14.11.2013]

Mastera LS 2014. Neste Oil Oyj kotisivut.

[http://www.neste.fi/tuotteet\\_tuotelistaus.aspx?path=2589;2655;2710;2734;2739;3332;4083&trnro=170](http://www.neste.fi/tuotteet_tuotelistaus.aspx?path=2589;2655;2710;2734;2739;3332;4083&trnro=170) [viitattu 19.10.2014]

Hietanen, T. Automaatiotekniikka I 2009. Oulun Seudun Ammattikorkeakoulu  
TL121105. [http://www.tekniikka.oamk.fi/~tero/hi/auto1\\_s2006u.htm#\\_Toc147132883](http://www.tekniikka.oamk.fi/~tero/hi/auto1_s2006u.htm#_Toc147132883)  
[viitattu 7.12.2013]

PSK 3603, 2012. PI-kaavion esitystapa ja merkitsemisohje, PSK  
Standardisointiyhdistys ry 2012

PSK 3604, 2013. Prosessin erottamisen suunnittelu ja hallinta, PSK  
Standardisointiyhdistys ry 2013

Raskaan polttoöljyn käyttöopas 2006, Neste Oil Oyj.  
<http://www.nesteoil.com/binary.asp?GUID=7704C1C1-3784-48F1-B8E9-13F2C4DF03EA> [viitattu 14.10.2013]

SFS-EN 1127, 2011. Räjähdyksvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Suomen  
Standardisointiliitto SFS RY

SFS-Käsikirja 1, Standardit ja standardisointi. Suomen Standardisointiliitto SFS RY  
Tammikuu 2013 8. uudistettu painos.

SFS ATEX 2011. Räjähdyksvaarallisten tilojen, laitteiden, asennusten ja tilaluokitusten  
standardit, <http://www.sfs.fi/files/60/atexesite.pdf>