

Roman Lutta

Jalostamon paloturvallisuuden parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kemiantekniikka

Insinöörityö

3.2.2017

Tekijä(t) Otsikko	Roman Lutta Öljynjalostamon paloturvallisuuden parantaminen
Sivumäärä Aika	55 sivua + 7 liitettä 3.2.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Bio- ja kemiantekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Kemiantekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori, Jukka-Pekka Pirinen, (Metropolia) Prosessiturvallisuuden asiantuntija, Kirsi Kavonius-Hietanen, (Neste Oyj) Käyttömestari TL1, Risto Vänni, (Neste Oyj) Vuoromestari TL1 vuoro 3, Timo Mäkelä, (Neste Oyj)
<p>Tämän työn tarkoituksena oli auttaa paloturvallisuuden kehittämisessä Neste Oyj Porvoon jalostamon tuotantolinja 1:llä. Paloturvallisuuden kehittämisellä tässä työssä tarkoitetaan kolmea aktiivista palontorjuntamenetelmää. Näitä menetelmiä ovat liekinilmaisinjärjestelmä, prosessin hätäpysäytysjärjestelmä sekä sammutushöyryjärjestelmä.</p> <p>Työ oli jaettu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa etsittiin tietoa kirjallisuudesta ja verkkolähteistä liittyen paloturvallisuuteen ja palontorjuntamenetelmiin. Neste Oyj:n Porvoon jalostamolla ei tällä hetkellä ole liekinilmaisinjärjestelmää käytössä. Liekinilmaisimia on markkinoilla paljon erilaisia tyypeiltään ja havaitsemistekniikaltaan. Etsittiin tietoa hätäpysäytysjärjestelmään kuuluvista kenttäkytkimistä sekä muista kentällä mahdollisesti esiintyvistä kytkimistä. Lisäksi käytiin läpi kenttäkytkintauluja, joihin on yksikön kentällä sijaitsevat kytkimet koottuna. Myös sammutus- eli suojahöyryjä tutkittiin. Niistä ei tällä hetkellä ole standardeja. Ohjekirjoissakin niistä löytyy hyvin vähän vain yleistason tietoa. Myöskään Neste Oyj:llä ei ole omaa spesifikaatiota suojahöyryistä.</p> <p>Työn toisessa osassa tehtiin kehitysehdotuksia paloturvallisuuden parantamiseksi. Lisäksi verrattiin eri liekinilmaisintyyppejä keskenään sekä niiden soveltuvuutta TL1:n kohteisiin. Tehtiin aputyökalu liekinilmaisinkohteiden määrittämistä varten. Kyseisessä työkalussa oli TL1:llä olevat prosessien jakeet listattuna yksiköittäin. Jokaisen jakeen palamiseen liittyvät ominaisuudet, kuten leimahduspiste, itsesyttymislämpötila, kiehumispiste ja räjähdysrajat, olivat listattuna kyseisessä taulukossa. Lisäksi samaan taulukkoon koottiin jakeiden lämpötilat ja paineet eri laitteissa.</p> <p>Prosessiyksiköiden lay-out-kaavioihin merkittiin nykytilanteet suojahöyryistä ja kenttäkytkimistä. Parannusehdotuksia tehtiin suojahöyryistä ja kenttäkytkimistä. Ehdotukset perustuvat pääosin paloturvallisuuteen liittyvien ohjekirjojen ehdotuksiin.</p>	
Avainsanat	Paloturvallisuus, hätä-seis, kytkin, kenttäkytkintaulu, suojahöyry, liekinilmaisin

Author(s) Title	Roman Lutta Improvement of a fire protection of the oil refinery
Number of Pages Date	55 pages + 7 appendices 3.2.2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Specialisation option	Chemical Engineering
Instructor(s)	Jukka-Pekka Pirinen, Lecturer (Metropolia) Kirsi Kavonius-Hietanen, Process Safety Senior Specialist (Neste Oyj) Risto Vänni, Plant Supervisor PL1 (Neste Oyj) Timo Mäkelä, Shift Manager PL1 S3 (Neste Oyj)
<p>The main purpose of this thesis was to help to improve fire protection on a Production Line 1 at Neste Oyj Porvoo refinery. In this thesis, the improvement of the fire protection means three systems of an active fire protection. These systems are fire detection system, emergency shut down system of a process and steam smothering system.</p> <p>The thesis is divided into 2 parts. In the first part, information about the fire protection and fire prevention methods was searched for. The information was found from literature and web documents. At the moment there is no fire detection system in use on Neste Oyj Porvoo refinery. There are a lot of fire detectors on the market, and they differ from each other by type and by detection technique. Information about emergency and other switches which are located on the field was also searched for. Additionally, field switch panels, in which all the units' field switches are gathered together, were also studied. Steam smothering systems were also investigated. At the moment there are no standards about them. Even in guideline literature, there is very poor information about them. Neither does Neste Oyj have any own specification for them.</p> <p>In the second part of the thesis, suggestions were made to improve fire protection. In addition, different types of fire detectors and their suitability for Production Line 1 were compared to each other. A tool was made to help to choose the targets for the fire detectors. In this tool, all PL1 process fractions were listed unit by unit. In this table, the properties of every fraction which are related to ignition, such as flash point, self-ignition temperature, boiling point and explosion limits, were listed. Additionally, the same table contained temperatures and pressures of the fractions in different devices.</p> <p>The current situations of the steam smothering system and field switches were marked in the lay-out-diagrams of the process units. Improvement suggestions were made about the steam smothering system and field switches. Improvement suggestions made in this thesis are based on the suggestions made in the guidelines for fire protection literature.</p>	
Keywords	fire protection, emergency shutdown, switch, field switch panel, steam smothering, fire detector

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Porvoon jalostamo	2
2.1	Yleisesittely	2
2.2	TL1:n Yleisesittely	3
3	Paloturvallisuus	4
4	ATEX	6
	ATEX-merkinnän lukuohje	6
5	Liekinilmaisimet	7
5.1	Yleistä	7
5.2	Liekinilmaisintyytit	9
5.2.1	UV-ilmaisimien	9
5.2.2	Yhden taajuusalueen infrapunailmaisimien	10
5.2.3	Kahden tai useamman taajuusalueen infrapunailmaisimien	11
5.2.4	UV/IP-ilmaisimet	11
5.2.5	Monitaajuiset ilmaisimet	12
5.2.6	CCTV-ilmaisimien	13
5.2.7	Kuituoptinen anturijärjestelmä	14
5.3	Liekinilmaisimien sijoitus	16
5.4	Erään liekinilmaisimien valmistajan kommentit	17
5.5	Nykytilanne ja ongelmanesittely	17
	Vakuutustarkastusten havaintoja jalostamon paloturvallisuudesta	18
5.6	Ratkaisuehdotus	18
5.7	Saavutettavat hyödyt	20
5.8	Liekinilmaisimet muualla maailmassa	21
5.8.1	UPM Lappeenranta biojalostamo	21
5.8.2	Borealis Polymers Oy Kilpilahti	21
5.8.3	Neste Netherlands B.V. Rotterdamin jalostamo	21
5.8.4	Neste Singapore	22

6	Kenttäkytkimet ja niiden tarkoitus	22
6.1	Turvakytkin	22
6.2	Hätä-seis-kytkin	23
6.3	Turva-automaatiojärjestelmä	24
6.3.1	Turva-automaatiojärjestelmä yleisesti	24
6.3.2	Turva-automaatiojärjestelmälle asetetut vaatimukset	24
6.3.3	Tyypilliset turva-automaatiojärjestelmän tehtävät	25
6.3.4	Esimerkki turva-automaatiojärjestelmän toimintakuvauksesta	26
6.3.5	Muuta huomioitavaa	27
6.4	Muut kytkimet	27
6.5	Kenttäkytkintaulu	27
6.5.1	Kenttätaulujen sijoittelu	28
6.5.2	Hätäpysäytysjärjestelmä	28
6.5.3	Hätäpysäytysjärjestelmän aktivointimekanismit	29
6.5.4	Hätäpysäytysjärjestelmän aktivointipisteet ja niiden sijoittelu	29
6.6	Kenttäkytkimien nykyhetken tilanne ja ongelman esittely	30
6.7	Ratkaisuehdotus	32
6.8	Saavutettavat hyödyt	33
6.9	Edellytykset ja huomioitavat asiat	33
6.10	Kenttäkytkintaulut muualla maailmassa	34
6.10.1	UPM Lappeenranta	34
6.10.2	Bapco Bahrain perusöljy-yksikkö	35
7	Suojahöyryt	35
7.1	Suojahöyryt yleisesti	35
7.2	Suojahöyryjen sijoitus	36
7.3	Porvoon jalostamon suojahöyryt yleisesti	36
7.4	Suojahöyryputkisto ja sen materiaali	38
7.5	Suojahöyryputkiston venttiilit	39
7.6	Suojahöyryputkiston pinnoitus	41
7.7	Suojahöyryputkiston kannakointi	41
7.8	Suojahöyryputkiston eristys	42
7.9	Suojahöyryputkistoon tehtävät analyysit	42
7.10	Milloin suojahöyryjä käytetään ja milloin ei	43
7.11	Suojahöyryjen nykytilanne ja ongelman esittely	44
7.11.1	KAAPO	44
7.11.2	VK	45

7.11.3	KTY	46
7.11.4	VHVI	47
7.11.5	BIY	47
7.12	Ratkaisuehdotus	48
7.12.1	KAAPO	48
7.12.2	VK	48
7.12.3	KTY	48
7.12.4	VHVI	49
7.12.5	BIY	49
7.13	Saavutettavat hyödyt	49
7.14	Suojahöyryt muualla maailmassa	50
7.14.1	UPM Lappeenrannan biojalostamo	50
7.14.2	Borealis Polymers Oy Kilpilahti	50
7.14.3	Bapco Bahrain perusöljy-yksikkö	50
7.14.4	Neste Netherlands B.V. Rotterdamin jalostamo	51
8	Yhteenveto	51
	Lähteet	53

Liitteet

Liite 1. Liekinilmaisimien valmistajan esimerkki 400 x 103 metrin alueen kattamisesta liekinilmaisimilla

Liite 2. Liekinilmaisimien ominaisuuksien vertailutaulukko

Liite 3. Liekinilmaisinta tarvitsevien kohteiden määritystaulukko

Liite 4. Eri yksiköiden kenttäkytkimien sijoittelu nykyhetkellä

Liite 5. Kenttäkytkintaulujen sijoitteluehdotus

Liite 6. Kenttäkytkintaulujen sijoittelupaikkojen analysointi

Liite 7. Yksiköiden suojahöyryjen nykytilanne ja muutosehdotuksia

Lyhenteet

AKP	Alempi kiertopalautus.
API	American Petroleum Institute. Amerikkalainen öljyalan opisto.
ASME	American Society of Mechanical Engineers. Organisaatio, joka tekee kansainvälisiä standardeja yms.
ASTM	American Society for Testing and Materials. Organisaatio, joka tekee kansainvälisiä standardeja yms.
ATEX	Atmosphères Explosibles. Räjähdyksivaarallinen tila.
BA	Uunia kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.
BDH	Butadieenin hydraus. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
BE	Bensiinijae.
BEK	Kevytbensiini.
BERP3	Bensiinin rikinpoisto-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
BESSI	Bensiinin isomerointi -yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
BET	KTY:n pääkolonnin ylimenotuote, teollisuusbensiini.
BER	Raskasbensiini.
BIY	Bitumiyksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
BUTBEK	Nestekaasun ja kevytbensiinin välissä oleva tuote.
BW-osat	Butt Weld eli päittäin hitsatut osat.
CCPS	Center for Chemical Process Safety. Kemiallisten prosessien turvallisuuskeskus.
CCTV	Closed Circuit TeleVision. Käytännössä kameravalvontajärjestelmä.
DA	Kolonnia kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.
DC	Reaktoria kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.
DCS	Distributed Control System eli automaatiojärjestelmä.
DTS	Distributed temperature sensing. Jaettu lämpötilan havainnointi.
EA	Lämmönvaihdinta kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.
EC	Ilmajäähdytintä kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.

EC-taso	Ilmajäähdyttimien alla oleva betonitaso.
EMI	Electromagnetic induction. Sähkömagneettinen induktio.
EN	European Standard. Eurooppalainen standardi, joka on laadittu joko CENissä, CENELECissä tai ETSI:ssä.
EOV	Elektronisesti ohjattu venttiili.
ES-höyry	Porvoon jalostamolla käytössä oleva nimitys 5 baarin paineiselle vesihöyrylle.
EU	Euroopan unioni
Ex-	Räjähdyksen kestävä tai räjähdykseltä suojattu tila tai laite.
EY	Euroopan yhteisö.
FA	PI-kaavioissa käytetty kirjainyhdistelmä säiliölle.
FBG	Fiber Bragg Grating. Eräs kuituoptisen anturijärjestelmän mittauseriaate.
FCC	Leijukatalyyttinen krakkaus-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
FD	Suodinta kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.
FF	Kuivainta tai vedenerotinta kuvaava kirjainyhdistelmä, jota käytetään mm. PI-kaavioissa.
FM/FMC/ CSA	Vaarallisen tilan EX-hyväksymisjärjestöt.
FPI	Fabry-Perot interferometri. Eräs kuituoptisen anturijärjestelmän mittauseriaate.
FSSA	The Fire Suppression System Association. Kansainvälinen palontorjuntaan perehtynyt yhteisö.
GA	PI-kaavioissa käytetty kirjainyhdistelmä pumpulle.
HEXI	Isoheksaanin poisto -yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
HEY	Heksaani-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
HVY	Hapanvesi -yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
HZ	PI-kaavioissa käytetty kirjainyhdistelmä kytkimelle, joka on liitettyä turva-automaatiojärjestelmään.
I/O-katkaisija	Päälle/poispäältä -katkaisija.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen elin, mikä tuottaa standardeja ja ohjeita sähkötekniikkaan liittyen.

IP	Infrapuna.
IPA	Isopropyylialkoholi eli isopropanoli.
ISO	International Organization for Standardization eli kansainvälinen standardisointiorganisaatio.
JP4-8	Jet Petrol eli lentopetroli.
KA	Kaasuöljyjae.
KAAPO	Kaasuöljyn aromaattienpoisto -yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
KAKE	Bitumiyksikön kevytkaasuöljy.
KAKTR	TT2:n tyhjötislattu kevytkaasuöljy.
KAR	Raskaskaasuöljy.
KARP2-3	Kaasuöljyn rikinpoisto-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
KARE	Bitumiyksikön raskaskaasuöljy.
KARS	Rikillinen raskaskaasuöljy.
KART	Tyhjötislattu raskaskaasuöljy.
KP-	Tässä työssä tarkoittaa KorkeaPaine- esimerkiksi osaa, laitetta tms. Liitteessä tarkoittaa kiertopalautusta.
KTTR	Käyttöturvallisuustiedote. Tehdään jokaisesta jalostamolla käytössä olevasta kemikaalista.
KTVL-3	Kaasuturbiini voimalaitos 3. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
KTY	Kaasuöljyn tislauksyksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
LDPE	Low Density PolyEthene. Borealoksen Kilpilahden tehtaalla sijaitseva yksikkö.
LIZ	PI-kaavioissa käytetty kirjainyhdistelmä pinnankorkeuden mittaukselle, jolla on lukitus (TAJ).
LK2	Lämpökrakkaus-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
LL	Mittauksin yhteydessä käytettävä symboli. Tarkoittaa alemmaa alhaista alarajaa (low low limit).
LPG	Liquefied petroleum gas eli nestekaasu.
MHC	Mild Hydro Cracking. TL4:lla sijaitseva VK:ta vastaava yksikkö.

MS-höyry	Porvoon jalostamolla käytössä oleva nimitys 16 baarin paineiselle vesi-höyrylle.
MTBE	Metyyli Tert-butyylieetteri-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
MTBF	Mean Time Between Failure eli keskimääräinen aika laitteen vikaantumiseen sen edellisestä alkuperäiseen kuntoon saattamisesta.
NACE	National Association of Corrosion Engineers. Kansainvälinen elin, jossa on perehdytty korroosioon.
NDT	Non-Destructive Testing. Laitteiden, materiaalien tai aineiden testausmenetelmät, jotka eivät vaadi kohteen hajottamista tai rikkomista.
Neste Oyj	Aikaisemmin Neste Oil Oyj
NExBTL	Next generation biomass to liquid. Lyhenne biodieselin laitoksista. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
NFPA	National Fire Protection Association. Amerikkalainen organisaatio, joka tekee standardeja ja koodeja paloturvallisuuteen liittyen.
NJ	Neste Jacobs.
Oili	Jalostamon laadunvalvontajärjestelmä.
OKSY	Oksygenaattienpoisto-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
OVA-ohje	Ohje onnettomuuden vaaraa aiheuttavista aineista.
PE	Petrolijae.
PROVHZ	VHVI:n prosessiöljy.
PED	Pressure Equipment Directive eli painelaitedirektiivi.
PELME	Lentopetrolin makeutus -yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
PI-kaavio	Putkisto- ja instrumentointikaavio; prosessin havainnollistamiseen käytetty kaavio, jossa on esitetty prosessin laitteet, putket, kuljettimet, venttiilit ja säätöpiirit.
PTM	Pienet tekniset muutokset.
PÖY	Pohjaöljy-yksikkö eli TL4.
RK-kaavio	Ristikytkentä-kaavio.
RT3	Raakaöljyntislaus. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
SA	Säiliöalue.
SFPE	Society of Fire Protection Engineers. Ammatillinen yhteisö paloturvallisuuden perehtyneitä insinöörejä.

SFS	Suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö.
SIL	Safety Integrity Level eli turvallisuuden eheystaso.
SKTO	Soihtukaasujen talteenottoyksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
STRVKT	VKT:n stripperituote.
SW-osat	Socket Weld eli ns. muhvin avulla hitsatut osat.
SYRP	Syötön Rikinpoisto-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
TAJ	Turva-automaatiojärjestelmä.
TAME	Tert-amylyli-metyyli-eetteri-yksikkö. Benssiinin komponentti yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
TL1	Tuotantolinja 1.
TL4	Tuotantolinja 4.
TRA	TyöRiskien Arviointi.
TT2	Tyhjötislaus. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
UPM	Yhtyneet paperitehtaat (United Paper Mills).
UV	Ultravioletti.
VHVI	Very High Viscosity Index. Perusöljy-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
VHVIZ	VHVI:n pohjatuote.
Vis.	Visible. Näkyvän valon spektri.
VK	Vetykrakkaus-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
VKT	Vetykrakkauksen tyhjötislaus-yksikkö. Porvoon jalostamolla sijaitseva yksikkö.
XCV	PI-kaavioissa käytetty kirjainyhdistelmä turvasulkuventtiilille. Venttiilin asento on joko auki tai kiinni.
YKP	Ylempi kiertopalautus.
ÖP	Pohjaöljyjae.
OYT	Ylimenoöljy.

Muut symbolit

μm	mikrometri
bar	paineen yksikkö (baari)
$^{\circ}\text{C}$	celsiusaste
cm	senttimetri
CO_2	hiilidioksidin molekyylikaava
H_2O	veden molekyylikaava
Hz	hertsi
kW	kilovatti
lbs	massan yksikkö (pound)
m	metri
m^2	neliömetri
min	minuutti
MPa	megapaskali
ms	millisekunti

1 Johdanto

Tulipalot ovat öljynjalostamolla suuri riski. Tämän takia jalostamon paloturvallisuuden pitää olla kunnossa. Paloturvallisuuteen voidaan vaikuttaa mm. asianmukaisen palontorjunnan avulla. Palontorjunnan ensisijaisena tarkoituksena onkin estää tulipalojen synty sekä mahdollisen tulipalon leviäminen suuremmalle alueelle. Toimivan ja huolellisen palontorjunnan avulla suojataan ihmisiä, ympäristöä sekä omaisuutta kustannustehokkaasti.

Tämän työn tarkoituksena oli auttaa paloturvallisuuden kehittämisessä Neste Oyj:n Porvoon jalostamon tuotantolinja 1:llä. Tässä työssä keskityttiin kolmeen paloturvallisuutta parantavaan palontorjuntakeinoon, joita ovat liekinilmaisimet, hätäpysäytys ja suoja-höyry.

Liekinilmaisimet on valittu, koska niitä on liian vähän tai ei ollenkaan niitä tarvitsevilla kohteissa. Tarkoituksena oli perehtyä erilaisiin laitteisiin ja niiden ominaisuuksiin, verrata niitä keskenään ja taulukoida eri valmistajien laitteiden tiedot. Lisäksi tarkoituksena on luoda taulukko TL1:llä olevista prosessijakeista ja niiden palamiseen liittyvistä ominaisuuksista. Taulukon avulla voidaan määrittää liekinilmaisinkohteet.

Hätäpysäytys on valittu, koska kentällä oleviin hätä-seis-kytkimiin on panostettu liian vähän. TL1:llä vain yhdessä yksikössä hätä-seis-kytkimet on asennettu yhteen ns. kenttäkytkintauluun. Tällainen järjestely helpottaa kytkimien käyttämistä hätätilanteessa. Työn tarkoituksena on laatia kartat yksiköiden kenttäkytkimien sijainneista ja ehdottaa uusia kenttätaulupaikkoja näille kytkimille.

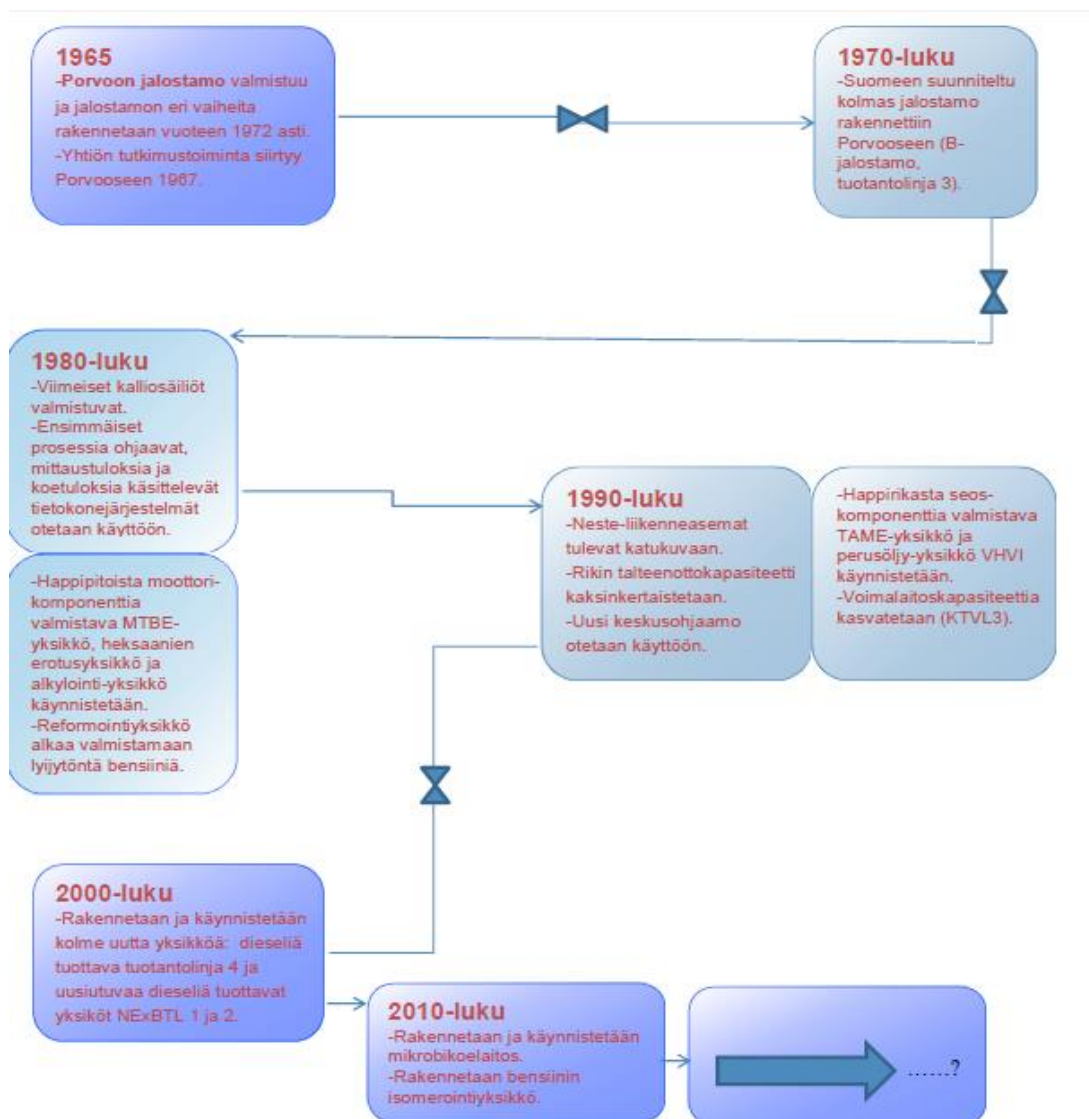
Suojahöyry käsitellään palontorjuntamenetelmänä, vaikka se ei varsinaisesti ole palontorjuntajärjestelmä. Se on kuitenkin valittu, koska Porvoon jalostamolla sitä käytetään paljon mahdollisissa pienehköissä vuoto- tai tulipalotilanteissa. Eri yksiköiden suoja-höyryt vaativat parantamista mm. niiden sijoittelussa. Tämän takia ne valittiin tähän työhön mukaan. Suojahöyryistä laaditaan omat kartat ja tehdään parantamishdotuksia.

2 Porvoon jalostamo

2.1 Yleisesittely

Porvoon jalostamo aloitti toimintaansa vuonna 1965 (kuva 1). Porvoon jalostamolla on yhteensä yli 40 prosessiyksikköä, jotka muodostavat 4 tuotantolinjaa (kuva 2). Erilaisia tuotteita ja tuotekomponentteja valmistetaan yhteensä noin 150 kpl. [1.]

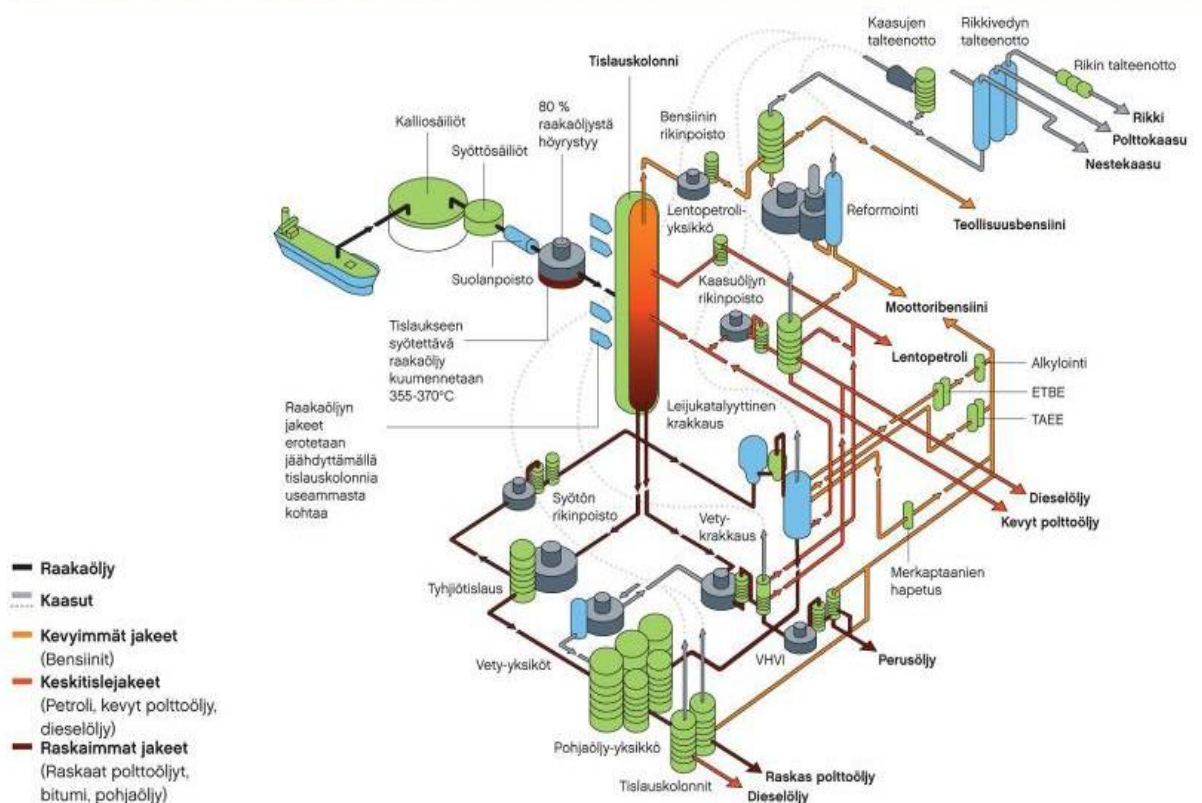
Venäläistä raakaöljyä käytetään pääraaka-aineena ja uusiutuvan NExBTL-dieselin raaka-aineina ovat eläinrasvat ja kasviöljyt. Laitoksen monipuolinen krakkauskapasiteetti mahdollistaa laajan tuotantorakenteen ja nostaa tuotannon jalostusarvoa. [1.]



Kuva 1. Porvoon jalostamon historiikki. [1.]

Päätuotteina ovat rikittömät liikenteen polttoaineet (benssiini, diesel, uusiutuva NExBTL-diesel) ja perusöljy, jota käytetään erilaisten voiteluaineiden raaka-aineena. Muita tuotteita ovat lentopolttoaineet, kaasut (poltto- ja nestekaasu), erilaiset polttoöljyt sekä rikki. [1.]

Suurin osa raaka-aineista tulee laivoilla Kilpilahden satamaan ja loput purkausterminaaliiin junalla. Tuotteista 70 % lähtee laivakuljetuksina ja 30 % autokuljetuksena. Tuotteet ja raaka-aineet varastoidaan maanpäällisissä ja maanalaisissa säiliöissä. [1.]



Kuva 2. Öljynjalostuskaavio, Neste Oyj Porvoo. [1.]

2.2 TL1:n Yleisesittely

Tuotantolinja 1:llä on yhteensä 12 varsinaista prosessiyksikköä. Niitä ovat BESSI, KAAPO, VK, VKT, KTY, HEXI, VHVI, BIY, VY1, OKSY, PELME ja TAME. Kyseisissä yksiköissä prosessoitavat aineet vaihtelevat:

- Keveitä jakeita eli benssiinikomponentteja prosessoivia yksiköitä, kuten BESSI, HEXI, OKSY, TAME.
- Perusöljyketjuun kuuluvia yksiköitä, kuten VK, VKT, VHVI.

- Keskitisleitä käsitteleviä yksiköitä kuten PELME, KTY, KAAPO
- Hyvin raskaita jakeita käsittelevä yksikkö BIY.

Näissä yksiköissä prosessiolosuhteet vaihtelevat paljon käyttötarkoituksen ja prosessoitavan aineen mukaan. Esimerkiksi perusöljyketjun VK:ssa ja VHVI:ssä lämpötilat ovat yli 300 °C ja paineet yli 120 bar. Korkeita lämpötiloja on myös BIY-, KTY-, KAAPO- ja VKT-yksiköissä. Varsinaisten yksiköiden nestesyötön yhteismäärä on noin 900 t/h.

Näiden varsinaisten yksiköiden lisäksi TL1:lle kuuluu myös SKTO, merivesijäähdytysjärjestelmä, tuorelipeän ja likaisen lipeän lastauspaikat, HVY, polttokaasupesuri, glykoli-kierto, käyttöhyödykealue, Mustijoen pato, 2 vesilaitosta sekä kattilalaitos. Näitä yksiköitä ei myöskään otettu huomioon tässä työssä, sillä kyseiset yksiköt eivät ole olosuhteiden tai prosessoitavien aineiden suhteen vaarallisia.

3 Paloturvallisuus

Palontorjunnalla pyritään vähentämään tulelta aiheutuvia henkilö- ja omaisuusvahinkoja hallitsemalla ja sammuttamalla sitä. Palontorjunta pitää sisällään palon ennaltaehkäisyn, palon havaitsemisen, sellaisten järjestelmien tarjonnan, joilla pyritään hallitsemaan tai pienentämään tulipaloa, sekä käsikäyttöisen tulontorjuntalaitteiston tarjonnan. [3, s. 5.]

Palontorjuntafilosofian pitää olla johdonmukainen. Sen avulla pyritään tekemään arvioita laitoksessa mahdollisesti tapahtuvista palovahingoista sekä luomaan erilaisia strategioita. Palontorjuntafilosofia itsessään koostuu hyvin monesta eri tekijästä. Tällaisia ovat esimerkiksi vaikutukset ympäristöön, ihmisten suojaaminen, hyväksytyt taloudelliset tappiot, suuronnettomuuksien luonne sekä niiden kustannukset, erilaiset palontorjuntatyypit (passiivinen ja aktiivinen, automaattikäyttöinen vai manuaalinen), hätätilanteisiin reagoitumahdollisuudet sekä testaus- ja kunnossapitomahdollisuudet. [2, s. 12.]

Palonehkäiseminen taas tarkoittaa niitä toimintoja, joiden tarkoitus on ehkäistä tulipalon alkamisen. Palontorjunta ja -ehkäiseminen liittyvät yhteen. Kaikki palontorjuntaohjelmat pitävät sisällään tulenehkäisyn. [3, s. 5.]

Pääsääntöisesti jalostamoiden palonsuojausstrategia muodostuu karkeasti kolmesta päävaiheesta: hälyttäminen ja/tai varoittaminen syttymisestä tai vuodosta, tulipalon laajenemisen estäminen sekä tulipalon ottaminen hallintaan ja sen sammuttaminen. [2, s. 14.]

Passiivinen palontorjunta pitää sisällään

- laitoksen suunnittelun ja sijoittelun
- palonkestävien materiaalien käyttämisen, kuten kaapelit, eristeet, rakennusmateriaalit jne.
- laitoksen viemäroinnin,
- sähköisen alueen luokittelun,
- tuuletuksen sekä salaman, hajavirran ja staattisen sähkön suojaaminen [3, s. 140–163].

Aktiiviset palontorjuntajärjestelmät käsittelevät mm. sammutusveden jakelun, palovesilähteen, palovesipumppuja, paloilmaisuun ja -hälytyksen, kaasuilmaisimia, sprinklereitä, vesivalelu- ja vesisumutinjärjestelmiä, vaahtojärjestelmiä, sammutushöyryjärjestelmiä sekä kannettavan palosammutuskaluston. [3, s. ix.]

Lisäksi paloturvallisuuteen kuuluvat laitoksen, yksikön tai prosessiosan nopea eristäminen (häätä-seis) ja paineenpoistomahdollisuudet, henkilöstön kouluttaminen ja sen osaaminen. Paloturvallisuus käsittelee myös erilaisten tulipalojen tyyppejä ja tulenhallintamethodoja. [3, s. xiii.]

Kaikkien kentällä olevien sähkö- ja mekaanisten laitteiden ja komponenttien pitää olla Ex-suojattuja. Tämä koskee myös palontorjuntajärjestelmiä, koska ne ovat sijoitettuna alueelle, joka on luokiteltu Ex-alueeksi.

Tietoa palontorjunnasta ja palontorjuntakoodeista ja -standardeista löytyy useasta lähteestä, muun muassa NFPA, SFPE, FSSA, API ja CCPS. Esimerkiksi API RP 2001-standardi on keskittynyt jalostamoiden paloturvallisuuteen.

Tässä työssä keskitytään eräiden aktiivisten metodien parantamiseen Porvoon jalostamolla TL1:llä.

4 ATEX

ATEX-nimitystä käytetään EY:n laite- ja työolosuhdedirektiiveistä. Kyseiset direktiivit koskevat muun muassa räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä sekä laitteita, joita niissä tiloissa käytetään. Direktiivien ensisijainen tehtävä on suojella räjähdysvaarallisisissa, eli Ex-tiloissa, työskenteleviä ihmisiä. Lisäksi niiden tehtävänä on varmistaa Ex-laitteiden vapaan kaupan sekä tehdä yhteisiä turvallisuusvaatimuksia EU:n jäsenmaiden välillä koskien Ex-tiloja sekä koneita ja laitteita, joita käytetään Ex-tiloissa. [4, s. 4.]

ATEX-työolosuhdesäädökset koskevat työnantajien lisäksi myös työntekijöitä sekä ihmisiä jotka työskentelevät, suunnittelevat tai rakentavat Ex-tiloja. Se koskee laitoksia ja työpaikkoja, joissa on syttyviä nesteitä, kaasuja tai pölyjä, jotka voivat aiheuttaa räjähdysvaaran. Työnantajalla on velvollisuus laatia kirjallinen raportti (räjähdysuojausasiakirja) räjähdysvaarallisten tilojen vaarojen arvioinneista sekä toimenpiteistä, joilla laitteistoja voidaan käyttää turvallisesti. [4, s. 5, 9.]

ATEX-laitesäädökset koskevat valmistajia, maahantuoja ja jälleenmyyjä, jotka toimivat suojausjärjestelmien ja laitteiden sekä joissain tapauksissa myös komponenttien markkinoille saattajina. Säädökset koskevat myös sellaisia ihmisiä, jotka valmistavat itse laitteen omaan käyttöönsä. [4, s. 5.]

ATEX-merkinnän lukuohje

ATEX-merkinnän on oltava jokaisessa laitteessa, joita käytetään Ex-tiloissa. Merkinnän lukeminen ja ymmärtäminen voi kuitenkin olla vaikeata. Merkintä voi esimerkiksi näyttää tältä:

Ex II 2 GD Ex d IIC T6 Ex tD A21 IP66 T60°C

Ex tulee englannin kielen sanasta explosive ja tarkoittaa räjähtävää. Roomalainen numero tarkoittaa teollisuustyyppiä (I = kaivosteollisuus, II = maanpäällinen teollisuus). Roomalaisen numeron jälkeen oleva numero tarkoittaa laiteluokkaa ja se ilmaisee, millaiseen tilaan laite voidaan asentaa. GD tarkoittaa suojausluokkaa (G = kaasusuojaus ja D = pölysuojauus). Tässä tapauksessa on molemmat sekä pöly- että kaasusuojaus. Tämän jälkeen tulee suojausluokkien G ja D lisämerkintöjä. Tässä tapauksessa G-suojausluokan lisämerkintä on Ex d IIC T6, ja D-suojausluokan lisämerkintä on Ex tD A21 IP66 T60°C. [5, s. 3-12.]

Kaasusuojausluokan ensimmäinen merkintä Ex d kuvaa laitteen suojausrakennetta, tässä tapauksessa laite on räjähdyspaineen kestävä. IIC tarkoittaa räjähdysryhmää ja se kuvaa räjähtävää kaasua, joka on kyseisessä tilassa käytössä, tässä tapauksessa asetyleeni, vety, etyleeni ja metaani. T6 kuvaa kaasujen pintalämpötilaluokkaa käsittäen komponentin suurimman sallitun pintalämpötilan sekä räjähdysvaarallisen kaasuseoksen syttymislämpötilaa, tässä tapauksessa 85 °C ja 85–100 °C. [5, s. 3–12.]

Pölyluokan ensimmäinen merkintä Ex tD kuvaa myös suojausrakennetta pölyä vastaan. Tässä tapauksessa merkintä tarkoittaa kotelosuojausta. Merkintä A21 tarkoittaa suojausrakenteen tD määrittelyssä käytettyä kotelointiluokan testausmenetelmää sekä kotelointiluokan tilaluokkaa. Tässä tapauksessa merkintä siis tarkoittaa, että laite on testattu menetelmällä A ja se on tarkoitettu pölytilaan 21. Merkintä IP66 tarkoittaa kotelointiluokkaa ja se kuvaa, miten hyvin laite on suojattu kappaleiden ja pölyn tunkeutumisista vastaan sekä miten hyvin laite on suojattu veden tunkeutumisista vastaan. Merkintä T60°C kuvaa suurinta sallittua komponentin pintalämpötilaa pölytilassa Celsiusasteina. Tässä tapauksessa suurin sallittu pintalämpötila on 60 °C. [5, s. 3–12.]

5 Liekinilmaisimet

5.1 Yleistä

Laitoksella pitää olla järjestelmä, joka ilmoittaa tulipalosta ja tekee hälytyksen ohjaamoon, tehdaspalokuntaan ja/tai kunnalliseen pelastuslaitokseen. Kyseisen järjestelmän täytyy olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta hätätilanteen sattuessa vältytään mahdollisilta sekaannuksilta. Paras ratkaisu on järjestelmä, joka hälyttää valvomossa ja aktiivoi sekä ääni- että visuaaliset laitteet. [3, s. 182–193.]

Liekinilmaisimet jaetaan kolmeen pääryhmään: lämpö-, savu- ja liekinilmaisimiin. Lämpöilmaisimet toimivat niin, että ne havaitsevat tulen lämmön. Savuilmaisimien toiminta perustuu tulipalon palamistuotteiden havaitsemiseen. Liekinilmaisimet tunnistavat liekin havaitsemalla UV (ultravioletti)- ja IP (infrapuna) -säteilyä, joita tuli emittoi [6, s. 177.]. Tässä työssä keskitytään liekinilmaisimiin, koska niiden liekinhavaitsemiskyky on todella nopea.

Liekinilmaisimet hälyttävät havaittuaan valon, joka on lähtöisin liekistä. Tyypillinen taajuusalue on UV- ja/tai IP-taajuus. Nämä ilmaisimet ovat yleensä säädetty havaitsemaan tyypillisen lepattavan liekin. Ne saattavat olla varustettuna aikaviiveellä, mikä pienentää vikaohjelmien määrää tilapäisistä välkkyvän valon lähteistä. [6, s. 177.]

Tällä hetkellä maailman öljy- ja kaasuteollisuudella on käytössä ainakin seuraavat liekinilmaisintyytit: UV-ilmaisimien, IP-ilmaisimien (yksi taajuusalue), IP-ilmaisimien (kaksi tai useampi taajuusalue, kuva 3), UV/IP-ilmaisimien (yksinkertainen äänestys), UV/IP-ilmaisimien (suhdemittaus), monispektriset ilmaisimet (UV/IP/Vis) ja (CCTV) kameran liekintunnistukseen perustuva järjestelmä [3, s. 182–193]. Yllämainittujen ilmaisimien lisäksi joissakin kohteissa, esimerkiksi putkisillat ja maanalaiset putket, saatetaan käyttää niin sanottua kuituoptista anturijärjestelmää valvomaan putkiston kuntoa, mahdollisia vuotoja ja syttymiä.



Kuva 3. Esimerkki 3xIP-tyyppisestä liekinilmaisimesta. [7.]

Yllä mainituista ilmaisintyyteistä jokaisella on omat edut ja rajoitukset. Tämä tekee niistä enemmän tai vähemmän sopivat tarvittavalle applikaatiolle. Ei ole olemassa yhtenäistä standardia kaikille liekinilmaisintyyteille. Eri mallien liekinhavaitsemiskykyä analysoidaan arvioimalla, onko se sopiva havaitsemaan tietynlaista, tunnettua liekkiä. [6, s. 180–185.]

Liekinilmaisimia voidaan käyttää nopean liekinhavaitsemisen ansiosta myös käynnistämään hätäpysäytysjärjestelmiä tai erilaisia palontorjuntajärjestelmiä, kuten vesivalelun. [3, s. 182–193.]

5.2 Liekinilmaisintyytit

5.2.1 UV-ilmaisin

UV-ilmaisin reagoi suhteellisen alhaisiin energiatasoihin, jotka on tuotettu ultravioletti alueen aallonpituuksilla välillä 0,185–0,245 μm . Ihminen ei pysty havaitsemaan valoa kyseisellä aallonpituusvälillä. [6, s. 180–182.]

Edut

UV-ilmaisin soveltuu moneen tarkoitukseen. Se reagoi hyvin useaan palavaan aineeseen. Ilmaisिन voi olla hyvinkin nopea: esimerkiksi joissakin erikoissovelluksissa, mm. räjähteiden käsittelyssä, reagointiaika on vain 12 ms. Se ei pääsääntöisesti ole herkkä liekin fysikaalisille ominaisuuksille eikä vaadi liekin lepatusta täyttääkseen hälytysviestin kriteerejä. Sen toiminta ei heikkene paljon linssin päällä olevasta jääkerrostumasta. Erikoismoduuleja on saatavilla, jotta ilmaisinta voisi käyttää korkean lämpötilan ($T = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$) sovelluksissa. Kuumat, mustat pinnat (värisevät tai stationääriset) eivät myöskään ole ongelma. Ilmaisिन ei reagoi auringon valoon eikä suurimmalle osalle keinotekoista valoa. Automaattinen itsetestaussovellus voi kuulua mallin ominaisuuksiin tai se voidaan testata manuaalisesti kädessä pidettävällä lähteellä jopa yli 10 metrin etäisyydeltä. Suurimmalla osalla malleista liekinhavaitsevuutta ja aikaviivettä voidaan säätää kentältä. [6, s. 180–182.]

Rajoitukset

Ilmaisिन reagoi hitsauksen yhteydessä esiintyvään valokaareen. Linssin päälle mahdollisesti päässeeseen öljy- tai rasvaroiskeet voivat vaikuttaa laitteen toimintaan vähentäen tämän kykyä nähdä liekkiä. Pitkäkestoinen salama voi aiheuttaa vikahälytyksen. Jotkut höyryt voivat vaimentaa ilmaisimen signaalia. Savu aiheuttaa palon aikana nähdyn signaalitason pienenemisen. Ilmaisिन voi aiheuttaa väärän hälytyksen, mikäli siihen kohdistetaan toisenlaista säteilyä, esimerkiksi NDT:n yhteydessä. [6, s. 180–182.]

5.2.2 Yhden taajuusalueen infrapunailmaisin

Yhden taajuusalueen infrapunailmaisin reagoi kapean CO₂:n taajuusalueen infrapunaemissioihin aallonpituudella 4,4 µm. Se vaatii riittävän hyvän lepattamistaajuuden erotuskyvyn alueella 2-10 Hz. [6, s. 180–182.]

Edut

IP-ilmaisimien reagoi hyvin suureen määrään erilaisia hiilivetylieläkkejä, eikä reagoi hitsauskappaleiden valokaarille paitsi, jos hitsaus tapahtuu ilmaisimen välittömässä läheisyydessä. Se pystyy näkemään savun ja muiden epäpuhtauksien läpi, jotka voivat sokaista UV-ilmaisinta. IP-ilmaisimien ei pääosin reagoi salamaan, valokaareen eikä muihin säteilylähteisiin. Ilmaisimien ei reagoi auringonvalolle ja vastustuskykyinen muihin valonlähteisiin. [6, s. 180–182.]

Rajoitukset

Yhden taajuusalueen omaavista mittareista, vain muutamalla mallilla on ominaisuutena automaattinen itsetestaus. Yleensä testaus on manuaalinen ja se vaatii, että testauslaite on kahden metrin päästä itse laitteesta tai että testauslaite osoittaa suoraan linssin testausyksikköön. Mikäli ilmaisimen linssin päällä on jäämuodostumia, se voi huonontaa ilmaisimen toimivuutta. Se on herkkä moduloituihin emissioihin, jotka ovat peräisin mustista kappaleista. Suurimmalla osalla ilmaisimista on kiinteät herkkyysrajat. [6, s. 180–182.]

Standardin mukaan ilmaisimen pitää reagoida alle viidessä sekunnissa petroliliekille, jonka pinta-ala on 0,1 m² ja jonka etäisyys laitteesta on 20 m. Reagointi-aika kasvaa sitä mukaa, kun etäisyys suurenee. [6, s. 180–182.]

Mittaria ei voi käyttää paikoissa, joissa ympäröivä lämpötila ylittää 75 °C. Sen reagointi on riippuvainen liekistä, jolla on välkkyvät ominaisuudet. Tällöin korkeapaineisen kaasuliekin havaitseminen voi olla kyseiselle tyypille haastavaa. [6, s. 180–182.]

5.2.3 Kahden tai useamman taajuusalueen infrapunailmaisin

Kyseinen ilmaisain reagoi infrapunaemissioihin vähintään kahdella eri aallonpituuksilla. Tyypillisesti CO₂ taajuusalue on vakio ja toinen havaitsemiskanava on tehty tarpeen mukaan, kuitenkin niin, että se on kaukana CO₂- ja H₂O-aallonpituuksista. Sen toiminta perustuu siihen, että molemmat signaalit ovat vahvistettuja ja että ne ovat synkroniset. Lisäksi molempien signaalien välinen suhde pitää olla oikea. [6, s. 180–182.]

Edut

IP-ilmaisain reagoi mainiosti laajaan valikoimaan hiilivetyjä. Ilmaisain ei reagoi hitsausvalokaareen. Se pystyy havaitsemaan liekin savun ja muiden epäpuhtauksien läpi, vaikka signaalin vastaanottokyky voi heikentyä. Tavallisesti se ei välitä salamoista eikä sähkökaareista. Ilmaisimella ei ole vaikeuksia auringon säteilyn ja muun, keinotekoisien säteilyn kanssa. Kyseisellä ilmaisintyyppillä on hyvä torjuntakyky vikahälytyksiä vastaan. [6, s. 180–182.]

Rajoitukset

Ilmaisimet, jotka eivät reagoi mustan kappaleen säteilyyn, reagoivat yleensä huonommin tulipaloihin verrattuna yhden taajuusalueen omaaviin IP-ilmaisimiin. Ilmaisimen palavan ja ei-palavan aineen erottelukyky perustuu taajuusalueiden suhteen analyysiin. Tämän takia ilmaisain on saavuttanut vaihtelevan määrän torjuntakykyä mustan kappaleen säteilyä vastaan. Ilmaisimen kyky torjua mustan kappaleen säteilyä on käänteisesti verrattavissa sen tulenhavaintoherkkyyteen. Ilmaisimet on rajattu sovelluksiin, jotka käsittelevät hiilivetyjä. [6, s. 180–182.]

5.2.4 UV/IP-ilmaisimet

On kaksi ilmaisintyyppiä, joilla on UV/IP-luokittelu. Molemmat tyypit reagoivat UV:n aallonpituuksien ja IP:n CO₂-aallonpituuden taajuuksiin. Molemmissa tyypeissä yhtäaikainen UV:n ja IP:n signaalien läsnäolo on pakollinen hälytyksen aikaansaamiseksi. Yksinkertaisen äänestyksen omaavassa laitteessa hälytys tapahtuu, kun molemmat ehdot täyttyvät. Suhdelaitteessa saatujen UV- ja IP-signaalien suhde pitää olla määritellyllä tasolla ennen, kun hälytystila on varmistettu. [6, s. 180–182.]

Edut

Kyseiset ilmaisimet reagoivat hyvin laajaan hiilivetyjen palojen valikoimaan eivätkä välitä hitsaus- tai sähkökaareista. Ongelmat muiden säteilymuotojen kanssa ovat minimaaliset. Ne eivät reagoi auringon säteilylle ja keinotekoiselle salamalle. Ne eivät myöskään reagoi mustan kappaleen säteilylle. Ilmaisimen melko nopea vaste on hiukan parempi, kuin yhden taajuusalueen omaavalla IP-ilmaisimella, mutta hiukan hitaampi, kuin UV-ilmaisimella. Yksinkertaisen äänestyksen omaava ilmaisintyyppi reagoi tuleen myös silloin, kun hitsausvalokaari on läsnä. Kyseisen ilmaisintyyppin liekinherkkyyksiä voidaan säätää kentältä. [6, s. 180–182.]

Rajoitukset

Linssin päällä olevat ainemuodostelmat, jotka absorboivat IP:a ja UV:a, voivat vaikuttaa heikentävästi ilmaisimen liekin havaitsemisherkkyteen, jos ei linssiä puhdisteta säännöllisesti. Jään muodostuma voi sokaista ilmaisimen IP-kanavan, kun taas UV-kanava voi olla sokaistu rasvan ja/tai öljyn muodostelmista linssin päällä. Jotkut kemialliset höyryt sekä savut voivat vaikuttaa havaitsemisherkkyteen heikentävästi. UV/IP-ilmaisimet vaativat lepattavan liekin, jotta laite voisi ottaa IP-signaalin vastaan. [6, s. 180–182.]

Suhdetyyppinen ilmaisimien ei päästä signaalia sisään, mikäli voimakas signaalin lähde, kuten esimerkiksi valokaarihitsaus, on hyvin lähellä laitetta. Vaimentimet voivat vaikuttaa liekin havaitsemiseen suhdetyyppisessä ilmaisimessa, kun taas äänestystyyppisessä laitteessa vaimentimien vaikutus on merkityksetön. [6, s. 180–182.]

Sovelluksia, joissa näitä ilmaisimia käytetään, on rajoitetusti. Yleensä käyttökohteena ovat hiilivetyjä sisältävät ja käsittelevät laitokset. [6, s. 180–182.]

5.2.5 Monitaajuiset ilmaisimet

Monitaajuiset ilmaisimet valvovat useita tulipalossa vallitsevia aallonpituuksia valokennojen avulla. Ne vertaavat saatuja mitta-arvoja normaaliin ympäröiviin taajuuksiin mikroprosessorien avulla ja hälyttävät, jos arvot ylittävät määritetyn tason. Virrehälytykset voivat jopa olla ”tunnistettuja”. [6, s. 180–182.]

Edut

Kyseiset ilmaisimet ovat todella vakaat toiminnaltaan ja niillä on todella korkea herkkyystaso. Mikroprosessori voidaan ohjelmoida tunnistaakseen tiettyjä/haluttuja liekkityyppejä. [6, s. 180–182.]

Rajoitukset

Yksi monitaajuisten ilmaisimien rajoituksista on se, että ne saattavat olla vahingossa väärin ohjelmoituja. [6, s. 180–182.]

5.2.6 CCTV-ilmaisin

CCTV-teknologiaa käytetään digitaalisten kuvien analysoimiseen ja niiden vertaamiseen tulen ominaisuuksiin. CCTV tarjoaa sekä ohjaustoiminnon että kuvan näytön miehiteytissä ohjaamossa. Jälkimmäisestä on se hyöty, että sen avulla saadaan nopea tilannearvio. Tämä puolestaan vähentää tarvetta mennä alueelle tutkimaan tulipalon tilaa. [3, s. 182–193.]

CCTV-ilmaisin koostuu pääosin seuraavista komponenteista: kamera/ilmaisin-elementti, ohjauspaneeli ja tietokonenäytöt. Kamera/ilmaisin-osa sisältää kameran ja tietojenkäsittelytoimintoja, jotka määrittävät, milloin elementti näkee liekin. Tämä osa on sijoitettu pieneen koteloon, joka on hyväksytty ex-alueelle. Laite on ohjelmoitu käyttäen algoritmeja, jotta saataisiin määritettyä, milloin vaihtelut sen näkökentässä tarkoittavat tulipaloa. Jos laite havaitsee tulipalon, kamera automaattisesti esittää näkymän ohjaamossa. Tämä antaa operaattorille mahdollisuuden nähdä, mitä oikeasti tapahtuu reaaliajassa, tehdä määrättyjä toimintoja sekä tarvittaessa soittaa palokunta paikalle. [3, s. 182–193.]

CCTV-järjestelmät pystyvät käytännössä tunnistamaan tulipalon 10 kW:sta ylöspäin noin 10 m:n etäisyydeltä. Järjestelmän näkökenttä on kartiomainen, 90°:inen alue ja se on immuuni vikaohjauksen lähteille, kuten CO₂-emissiot, heijastukset soihdutuksesta, mustan kappaleen säteily ja tulityöt. Lisähyötynä on se, että video- tai digikuva voidaan tallentaa jälkikäsitteilyä varten. [3, s. 182–193.]

5.2.7 Kuituoptinen anturijärjestelmä

Kuituoptisella anturijärjestelmässä käytetään valokuitukaapeleita ja/tai kaapeleihin kiinnitettäviä anturielementtejä, jotka asennetaan mitattavaan kohteeseen. Anturit asennetaan kohteen ulkopuolelle. Kuitukaapelit ovat puolestaan yhteydessä järjestelmän alkupäässä sijaitsevaan optiseen mittaus- ja analysointilaitteeseen. [8, s. 1–22.]

Kuituoptisen järjestelmän avulla pystytään havaitsemaan erilaisia mitattavia suureita. Muun muassa lämpötilan muutokset, venymäjännitykset, mekaanisten paineiden aiheuttamat muutokset, mekaaniset värähtelyt, kemiallisten aineiden pitoisuudet, kaasupitoisuudet ja suhteellinen kosteus ovat havaittavissa kyseisen järjestelmän avulla. [8, s. 1–22.]

Kuituoptisen anturin toiminta perustuu valolähteestä (laser ja/tai laajakaistainen valolähde) lähtevän valon heijastumiseen tai etenemiseen kuituoptisessa systeemissä. Kun systeemissä olevaan valoon kohdistuu joitain pieniä ulkoisia muutoksia, ne havaitaan ja analysoidaan mittalaitteen avulla. [8, s. 1–22.]

Kuituoptiset anturit jakautuvat kolmeen ryhmään: pistemäiset, hajautetut ja monipisteiset. Pistemäisellä anturilla tarkoitetaan vain yhtä mittauspistettä. Hajautetussa anturissa anturina toimii koko kuitu, jolloin mittausdataa saadaan koko kuidun pituudeltaan sen jokaisesta kohdasta. Monipisteinen anturi koostuu useasta samanaikaisesti toimivista optisista anturielementeistä, jotka ovat kiinnitettynä kuituun. [8, s. 1–22.]

Erilaisten apusovelluksien, kuten reitittimien, optisten haaroittimien ja kytkimien avulla voidaan luoda uusia anturiverkkoratkaisuja. Hyvin nopeita ilmiöitä voidaan reaaliajassa mitata ja seurata, koska valon taajuus on suuri. [8, s. 1–22.]

5.2.7.1 Mittausperiaatteet

Erilaisissa mittaussovelluksissa on käytetty useita erilaisia mittausperiaatteita käytettäviä antureita, jotka perustuvat valon takaisinsirontaan, interferenssiin, kulku-aikaan ja hilarakenteisiin. Mittausperiaatteet ja anturit täytyy valita mitattavan kohteen vaatimusten ja tarpeiden mukaan. [8, s. 1–22.]

Lämpötilaa voidaan mitata muun muassa FPI:n (Fabry-Perot interferometri), FBG:n (Fiber Bragg Grating) sekä DTS:n (Distributed Temperature Sensing) avulla. Edellä mainittujen menetelmien avulla voidaan siis mitata paljon muitakin ominaisuuksia, kuten esimerkiksi venymiä, paineita, pitoisuuksia ja niin edelleen. [8, s. 1–22.]

5.2.7.2 Edut

Kuituoptyisilla antureilla on paljon etuja tavallisiin anturitekniikoihin verrattuna:

- Kuituoptyisen anturijärjestelmän materiaalit ovat immuuneja kemiallisille reaktioille, eli ne eivät esimerkiksi ruostu.
- Koska optiset anturit koostuvat materiaaleista, jotka ovat sähköisesti eristettyjä, voidaan niitä käyttää korkeajännitteisessä ympäristössä.
- Optinen anturi on lähes täysin immuuni EMI:lle ja induktiivisille häiriöille.
- Sen lämpötila-alue, jossa se pystyy toimimaan, on hyvin laaja: $-50 \dots +550$ °C ja erikoispinnoitteita tai koteloita käytettäessä päästään vielä korkeampaan lämpötilaan, jopa $+750$ °C:ssa.
- Valokuiduilla on pitkä elinikä ja lisäantureiden liittäminen tai antureiden poistaminen kuituverkosta onnistuu käynnin aikana.
- Kaapelin hankintahinta on alhainen. Halvimmat maksavat muutamia euroja kaapelimetriä kohti ja ne ovat hyvin luotettavia.
- Yksi kaapeli voi parhaassa tapauksessa vastata useita tuhansia mitta-antureita.
- Optisella kuidulla on suuri kaistaleveys ja se on hyvin kevyt asentaa.
- Järjestelmä on energiatehokas. Tehotasot ovat milliwatteja ja ne ovat siis hyvin paljon pienempiä, kuin sähköisillä signaaleilla samoilla etäisyyksillä.
- Järjestelmän signaalia ei tarvitse vahvistaa eikä muokata ollenkaan. [8, s. 1–22.]

Kuituoptyisen anturijärjestelmän etuja ovat tarkkuus, luotettavuus, passiivisuus sekä hajautetun anturin tuomat edut. Lisäksi antureita voidaan käyttää räjähdysherkissä olosuhteissa. Ne sietävät hyvin lämpöä ja kosteutta. Anturit voidaan sijoittaa kymmenien ja tarvittaessa jopa satojen kilometrien päähän mittalaitteesta. Tärkeä etunäkökohta on myös pitkä elinkaariennuste. [8, s. 1–22.]

Rajoitukset

Rajoituksena tai huonona puolena voidaan pitää kuitujärjestelmän alkupäässä sijaitsevan mittaus- ja analysointilaitteen kallista hintaa ja sen monimutkaisuutta verrattuna muihin menetelmiin. Lasersovelluksissa pitää ottaa huomioon turvallisuus ja säädökset. Kuitukaapelin haavoittuvuus on myös yksi haittatekijä. [8, s. 1–22.]

Valmistajat

Optisen kuitujärjestelmän valmistajia löytyy maailmalta, mutta myös Suomestakin löytyy yritys Oplatek Oy, joka on toiminut alalla yli 30 vuotta. Heillä on omaa anturi- ja mittalaitetuotantoa. [8, s. 1–22.] Ulkomaalaisia firmoja ovat esimerkiksi amerikkalainen Protectowire Firesystems, jolla on paljon lineaarisia optisen kuidun sovelluksia, kuten esimerkiksi Protectowire Fibersystem 8000 [9]. Kanadalainen Opsens Solutions Inc. tarjoaa lämpötilaa ja painetta valvovia kuitusovelluksia öljy- ja kaasulaitoksille [10].

Mahdolliset käyttökohteet Porvoon Jalostamolla

Kuituoptisen anturijärjestelmän avulla voidaan tuotantolinjojen paloturvallisuutta lisätä ja/tai parantaa jatkuvasti mittaamalla kuumenevien kohteiden lämpötiloja. Tällöin voidaan toimipiteisiin ryhtyä hyvissä ajoin ja voidaan jopa estää tulipalo. TL1:llä on paljon putkisiltoja, jotka ovat EC-tason alla ja joihin on vaikeaa päästä. Asentamalla jatkuvatoiminen, hajautettu mittausjärjestelmä, voidaan mahdolliset pienetkin vuodot havaita ajoissa.

Porvoon jalostamolla on paljon maanalaisia putkia (jäähdytysvesi, kaukolämpö, palovesi, ym.). Yllämainittua kuituoptista järjestelmää voisi käyttää myös niiden kunnon valvomisessa. Tällä hetkellä vuototilanteissa saattaa mennä montakin päivää, ennen kun maanalainen vuoto löydetään, ja tämä taas johtaa tuotantotappioihin. Järjestelmän avulla voitaisiin vuotokohtat löytää ja paikantaa nykyistä paljon nopeammin.

Kuituoptinen mittausjärjestelmä soveltuu myös valvomaan korkeita lämpötiloja, esimerkiksi uunien tuubeihin, kattilan tulistimeen, savukaasukanaviin.

5.3 Liekinilmaisimien sijoitus

NFPA 72 -standardi käsittelee muun muassa liekinilmaisimien asennusetäisyyksiä ja muita asennukseen liittyviä asioita. [11, s. 38–45.]

Teknillisen arvioinnin tuloksena määritetään ilmaisimien paikat ja etäisyydet. Arviointi pitää sisällään ainakin seuraavat asiat: havaittavan liekin koko, palavan aineen tyyppi, ilmaisimen havaitsemisherkkyys, ilmaisimen näkökenttä, liekin ja ilmaisimen välinen etäisyys, säteilyenergian absorboituminen ilmakehään, ulkoisten säteilyemissiolähteiden läsnäolo, ilmaisinjärjestelmän tarkoitus ja tarvittava vasteaika. [11, s. 38–45.]

Standardissa annetaan ohjeet myös itse ilmaisimen suojaamisesta esimerkiksi sääolosuhteilta ja ulkoisilta muista säteilyenergianlähteiltä, kuten soihdutuselta. Lisäksi ohjeistetaan varmistamaan, ettei ilmaisimen havaitsemiskyky ole vaarantunut asennuksen tai suunnittelun johdosta. [11, s. 92–114.]

Liekinilmaisinta ei saa asentaa paikkaan, jossa ulkoiset olosuhteet, kuten kosteus ja lämpötila ylittävät ilmaisimen suunnittelurajat. [11, s. 109.]

Standardissa ei kuitenkaan kerrota, millä tavalla kyseiset suojaukset on tehtävä. Yleistä ohjetta ei voida antaa näistä, koska ei tiedetä, mihin paikkaan ja millaisiin olosuhteisiin ilmaisim joutuu, eikä myös tiedetä ilmaisimen mallia. Voi olla, että tietyt asiat on jo otettu huomioon ilmaisimen suunnittelussa ja valmistuksessa.

Yleisesti ottaen, liekinilmaisimet sijoitetaan lähelle mahdollista tulipalolähdettä, esimerkiksi pumpun yläpuolelle valvomaan akselitiivistettä. [3, s. 182–193.]

5.4 Erään liekinilmaisimien valmistajan kommentit

Erään valmistajan mukaan ilmaisimien määrä jalostamoilla on aina erilainen. Se riippuu paljon siitä, miten iso alue halutaan suojata. Lisäksi se riippuu liekin tyypistä ja siitä, miten kaukaa liekki halutaan havaita ja kuinka nopeasti. Tavallisesti kyseinen valmistaja tekee projektiot (katso liite 1) määrittääkseen, kuinka paljon ilmaisimia tarvitaan. Esimerkiksi Rotterdamin Botlek-alue on täysin varustettu kyseisen valmistajan 3xIP-ilmaisimilla. [12.]

Sen sijaan UV-ilmaisimia ei koskaan käytetä alueella kyseisen valmistajan mukaan. Tämä sen takia, koska UV-sensori reagoi auringon valoon, salamaan ja hitsauksiin. Tämä taas tarkoittaa sitä, että alkaa tulemaan virrehälytyksiä, joita ei jalostamoilla haluta. [12.]

5.5 Nykytilanne ja ongelmanesittely

Tämän hetken tilanne Porvoon jalostamon TL1:llä on se, ettei siellä ole tulipalon havaitsemista varten lainkaan liekinilmaisimia.

Vakuutustarkastusten havaintoja jalostamon paloturvallisuudesta

Eri puolilla Porvoon jalostamoa ovat vaihtelevat ohjeet liittyen liekinhavaitsemiseen, aktiiviseen paloturvallisuuteen sekä passiiviseen paloturvallisuuteen. Vanhemmilla prosesseilla on jonkun verran aukkoja näissä asioissa, kun taas uudemmissa yksiköissä, kuten NExBTL ja TL4, on parempi kattavuus näiden suhteen. Huolenaiheena ovat myös jalostamon useat korkean riskin alueet, jotka hyötyisivät paremmasta palon havaitsemisesta ja paloturvallisuudesta vähentääkseen tulipaloriskejä. [13.]

Vakuutustarkastuksen suositukset Porvoon jalostamolle:

- Suoritettava palovaaran arviointeja käyttämällä sopivia kansainvälisiä standardeja, jotta voitaisiin määrittää mahdollisia puutteita kaikilla tuotantolinjoilla liittyen palon havaitsemiseen sekä aktiivisen ja passiivisen palontorjuntaan. [13.]
- Parannettava tulipalon havaitsemista sekä aktiivista ja passiivista palontorjuntaa kaikissa jalostamon yksiköissä riskinarviointiin perustuen. [13.]

Ongelmana on siis liekinilmaisimien puuttuminen jalostamon prosessialueilta, eikä vain pelkästään TL1:llä.

5.6 Ratkaisuehdotus

Ratkaisuna liekinilmaisimien ongelmaan Porvoon jalostamolla olisi yksinkertaisesti vakuutustarkastuksen suositusten noudattaminen. Suositusten noudattamiseen aputyökaluna voi käyttää tätä työtä ja tämän työn liitteinä 2 ja 3 olevia taulukoita eri laitteiden valmistajista sekä TL1:llä käytössä olevien prosessiaineiden ominaisuuksista.

Liitteessä 2 taulukossa 1 on esitettyinä eri valmistajien erityyppisiä laitteita, sekä laitteiden ominaisuuksia, soveltuvuuksia ja hintoja. Ominaisuuksista tärkeimpinä hankkimisen kannalta voidaan pitää seuraavia:

- Laitteen liekkien havaitsemisetaisydet.
- Havaitsemisalue eli näkökenttä.
- Minkä aineen liekin ilmaisin pystyy havaitsemaan.
- Vetyliekin havaitseminen.
- Havaitsemistekniikka.

Liitteestä 2 selviää, että juuri nämä yllämainitut ominaisuudet vaihtelevat eri laitteilla voimakkaimmin. Lisäksi laitteen pitää olla Ex-suojattu, säänkestävä ja mahdollisimman viaturvallinen.

Liekin havaitsemisetäisyydet on tärkeä tekijä, koska prosessiyksiköt ovat isoja kooltaan ja ne on rakennettu suhteellisen laajalle alueelle. Toisaalta on paikkoja, joissa ei tarvita niin pitkän havaitsemisetäisyyden omaavia ilmaisimia. Esimerkkinä ovat jotkut yksikön pumpput, jotka eivät ole pumppukäytävällä. Tällöin lyhemmän havaitsemisetäisyyden omaava liekinilmaisimien voi olla järkevämpi ratkaisu. Silloin myös säästetään jonkin verran kustannuksissakin.

Liekinilmaisimien havaitsemisalueet eli näkökentät ovat yleensä kartiomaisia. Se, mikä vaihtelee, on kartion pysty- ja vaakasuuntainen näkökulma. Varsinkin ilmaisimilla, jotka havaitsevat muiden liekkien lisäksi vetyliekin, näkökulmat vaihtelevat palavasta aineesta riippuen.

Jalostamolla on paljon erilaisia hiilivetyjä nestekaasusta raakaöljyyn. Kaikki liekinilmaisintyyppit eivät pysty havaitsemaan kaiken tyyppisiä liekkejä. Tästä syystä on tärkeää, että liekinilmaisimien on tarkoituksenmukainen ja sopiva ko. prosessiyksikköön. Sen sijaan TL1:llä ei käytetä polypropyleenipellettejä tai nestefaasissa olevaa ammoniakkia. Nämä aineet eivät siis vaikuta ratkaisevasti liekinilmaisimien hankintaan.

Porvoon jalostamolla TL1:llä on paljon prosessiyksiköitä, joissa käytetään vetyä. Näitä ovat KAAPO, VK, VHVI, TAME ja BESSI. Näistä VK ja VHVI ovat kriittisimmät suurien paineiden ja korkeiden lämpötilojen johdosta. Varsinkin näissä yksiköissä vetyliekin havaitseminen on hyvin tärkeää.

Kaikki liekinilmaisintyyppit eivät sovellu ulkokäyttöön. Ulkona voi esiintyä paljon häiriötekijöitä, kuten auringonsäteily. Valmistajien ja muiden yhtiöiden vastauksien perusteella, ulkokäyttöön sopivat parhaiten monitaajuiset infrapunailmaisimet, koska niiden häiriösiirtokyky on korkea.

Liitteessä 3 taulukossa 1 on esitettyä TL1:llä olevien yksiköiden lähtöaineiden ja tuotteiden ominaisuuksia, jotka liittyvät palamiseen. Kaikista välituotteista ei löydy käyttöturvallisuustiedotetta jalostamon omasta järjestelmästä, joten joitakin ominaisuuksia on jou-

tunut yleistämään (mm. bensiinijakeiden osalta) ja joitakin taas etsimään muista lähteistä. Taulukossa on koottuna ainetiedot yksiköittäin, ja jokaisen aineen kohdalla on koottuna myös sitä käsittelevät laitteet ja laitteissa vallitsevien ominaisuuksien tiedot, kuten paine ja lämpötila. Tärkeimmät laitteet, jotka tarvitsisivat liekinilmaisinta, on korostettu punaisella taustavärillä. Ne kohteet, joihin kannattaisi vähintään harkita liekinilmaisimen hankkimista, on korostettu oranssilla taustavärillä.

Valinnat on tehty taulukossa olevien tietojen ja aineiden ominaisuuksien perusteella. Valintoihin vaikuttivat siis kohteen lämpötila ja paine. Ominaisuuksista tärkeimpiä ovat aineen leimahduspiste ja itsesyttymislämpötila. Punaisella taustavärillä korostettujen kohteiden lämpötilat ovat ylikriittisellä alueella. Tämä tarkoittaa sitä, että vuototilanteessa ko. aine syttyy kosketuksesta ilman kanssa.

Myös korkea paine voi aiheuttaa tulipaloriskejä, vaikkei kohteen lämpötila olisikaan korkea. Vuototilanteissa kohteissa virtaava aine purkautuu nopeasti ulkoilmaan korkean paineen ansiosta. Tämä nopea aineen virtaaminen aiheuttaa syttymisen.

Oranssilla taustavärillä korostettujen kohteiden lämpötilat ovat korkeita, muttei ylikriittisellä alueella. Lisäksi aineiden itsesyttymislämpötilat ovat kohteen lämpötilaa matalampia. Oranssilla värillä on myös merkitty kohteita, joiden paine on korkea, mutta lämpötilat eivät.

5.7 Saavutettavat hyödyt

Hyötyjä toimivasta liekinhavaitsemisjärjestelmästä on hyvinkin paljon. Ensisijainen hyöty on se, että laitoksesta tulee entistä turvallisempi. Laitoksen paloturvallisuusriskit pienevät. Kun yrityksellä on toimiva järjestelmä palojen havaitsemista varten, myös tuotannollisia sekä materiaali- ja laitetappioita tulee vähemmän, koska reagointi-aika tulipalotilanteisiin lyhenee. Mahdolliseen tulipaloon ehditään siis reagoimaan ennen, kun tuli ehtii aiheuttaa suurempaa tuhoa laitteelle, rakenteelle, prosessille, sekä mahdollisen tulipaloalueen ympärillä oleville laitteille, kaapeleille yms. Toimivan järjestelmän avulla voidaan pienentää haitallisia päästöjä ympäristöön tulipalotilanteissa, koska järjestelmä ehtii reagoimaan ja hälyttämään ennen, kuin tulipaloalue kasvaa ja voimistuu.

Lisäksi, tulevaisuutta ajatellen, kyseinen havaitsemisjärjestelmä voi paitsi hälyttää ohjaamossa ja/tai palokunnassa, myös itse käynnistää automaattiset palonsammutusjärjestelmät, kuten vesivalelut. Ongelmana tässä on kuitenkin se, ettei TL1:llä ole automaattisesti toimivaa sammutusjärjestelmää muualla, kuin BESSI:ssä.

5.8 Liekinilmaisimet muualla maailmassa

5.8.1 UPM Lappeenranta biojalostamo

UPM:n Lappeenrannan biojalostamolla käytössä olevat liekinilmaisimet ovat tyypiltään 3xIP. Niitä löytyy esimerkiksi kompressorihallista, säiliöalueelta ja lastaus-/purkualueelta. Liekinilmaisimien hälytyksestä tulee palohälytys, joka menee jalostamon ja koko Kaukaan tehdasintegraatin palohälytinjärjestelmään ja tätä kautta suoraan Kuopion aluehälytyskeskukseen. [14.]

Osalla alueista, joilla ilmaisimia on, tarpeeksi monen ilmaisimen aktivoituminen laukaisee sammutusvaahdotuksen. Ilmaisimien paikat on valittu riskiarvioiden perusteella. [14.]

5.8.2 Borealis Polymers Oy Kilpilahti

Borealoksen Kilpilahden laitoksella tietyissä yksiköissä, kuten esimerkiksi LDPE B ja C, on käytössä liekinilmaisimia. Näitä on kuitenkin suhteellisen vähän. Ilmaisimet hälyttävät ohjaamoon, eikä palokuntaan. Ilmaisimia on sijoitettu mm. reaktoreiden päälle. [15.]

5.8.3 Neste Netherlands B.V. Rotterdamin jalostamo

Rotterdamissa on liekinilmaisimia käytössä sekä prosessialueella että säiliöalueella. Ilmaisimet ovat tyypiltään IP-ilmaisimia ja UV-ilmaisimia. Ilmaisimia on sijoitettu mm. pumppukäytävälle. Ilmaisimet hälyttävät ohjaamoon ja palokuntiin. Ilmaisimien määrä NExBTL-laitoksella on 48 kappaletta. [16.]

5.8.4 Neste Singapore

Singaporen laitos vastaa Rotterdamin laitosta. Ainoana poikkeuksena on liekinilmaisimien määrä ko. laitoksella. Singaporessa niitä on 32 kappaletta. [17.]

6 Kenttäkytkimet ja niiden tarkoitus

Kaikilla turvakomponenteilla, mukaan lukien turvakytkimet, ensisijaisena tehtävänä on lisätä erilaisten laitteiden ja koneiden parissa työskentelevien ihmisten turvallisuutta. Kun turvalaitteita käytetään oikein, suojataan myös itse laite ja/tai prosessi vakavilta häiriöiltä ja rikkoontumisilta. [18.]

6.1 Turvakytkin

Turvakytkin on sähköllä toimiva katkaisija (kuva 4). Sitä käytetään laitteiden ja koneiden turvajärjestelyjen yhteydessä estämään kone tai laite tahattomalta käynnistymiseltä. Kun kytkin käännetään 0-asentoon, kone tai laite jää jännitteettömään tilaan esimerkiksi huoltotöiden ajaksi. Kytkimellä pitää olla tarkastuslaitoksen hyväksyntä ja sen pitää myös olla niin sanotusti vikaturvallinen. Kytkimessä on mahdollisuus estää kytkimen avautumisen tai sulkeutumisen käyttäen esimerkiksi riippulukkoa. Koneen tai laitteen huollon aikana on hyvin tärkeää, ettei kytkin vahingossakaan pääse kytkeytymään päälle eli I-asentoon, jolloin laite saattaa käynnistyä aiheuttaen täten hengenvaarallisia tilanteita [19.]. Porvoon jalostamolla on ollut tapana poistaa huollettavasta laitteesta sulakkeet, mikä varmistaa laitteen toimimattomuuden.



Kuva 4. Turvakytkin [20].

Turvakytkimet asennetaan kentälle suojattavan laitteen läheisyyteen. Turvakytkimen tehtävä on katkaista sähkövirta laitteelta. Nesteellä turvakytkimiä käytetään instrumenttilaitteiden yhteydessä. Käyttökohteena ovat mm. kenttäkameroiden kenttäkotelot, virtausmittarit, EOV:t.

Edellä mainituista tämän työn kannalta tärkeä on EOV. Kun EOV:n turvakytkin käännetään 0-asentoon, katkeaa venttiililtä sähkövirta pois niin, ettei sitä pysty operoimaan ohjaamosta, eikä kentältä sähköisesti. Kentällä on sähköisen operointimahdollisuuden lisäksi mekaaninen operointimahdollisuus.

6.2 Hätä-seis-kytkin

Hätä-seis-kytkimiä käytetään tapaturma- ja/tai vaaratilanteissa, joissa laite, kone, järjestelmä tai prosessi täytyy pysäyttää nopeasti. [21.]



Kuva 5. Hätä-seis-painike [22].

Hätä-seis-kytkin on sijoitettu keltaiselle alustalle [21]. Se on väriltään yleensä punainen ja se on usein suurikokoinen (kuva 5) [21]. Joissakin tapauksissa kytkin ei ole kooltaan iso. Esimerkkinä on Nesteellä muutamassa yksikössä käytössä olevat kenttäkytkintaulut, joissa hätä-seis-kytkimet ovat halkaisijaltaan noin 5 cm. Tällaiset kytkimet ovat tyypiltään painettavia kytkimiä, jotka eivät painalluksen jälkeen palaudu normaaliasentoon, vaan jäävät alas painettuna. Mikäli tällainen kytkin halutaan palauttaa normaaliasentoonsa, se täytyy pyöräyttää. Vastaavanlaisia kytkimiä käytetään muun muassa uunien kenttäkytkintauluissa ja ne on peitettyinä kannella, jotta minimoidaan vahinkopainalluksen riski.

Vanhemmat hätä-seis-kytkimet ovat tyypiltään I/O -katkaisijat, jotka ovat myös itsestään palautumattomat. Hätä-seis-suojaukset ovat käsin kytkimellä tai painikkeella aikaansaatavia suojaustoimintoja [23].

Nesteen vaatimus on, että jos käytössä on hätä-seis-painike, niin kyseisen painikkeen tulee olla rakenteeltaan sellainen, ettei se palaudu itsestään normaaliasentoon painamisen jälkeen. [23.]

Kun yksikön tai laitteen saattaminen turvalliseen tilaan on toteutettu hätä-seis-suojauksella, niin sillä ei saa olla mitään viivettä, eikä ohitusmahdollisuutta. Prosessiohjauksen pitää olla suunniteltu niin, ettei normaaliajossa hätä-seis-kytkimiä tarvitsisi käyttää. [23.]

Hätä-seis-kytkimet ovat yleensä osana turva-automaatiojärjestelmää. Kun hätä-seis-kytkintä käytetään, se aiheuttaa tietynlaisen tapahtumaketjun, joka on kuvattu yksikön suojausten toimintakuvauksessa. [23.]

6.3 Turva-automaatiojärjestelmä

6.3.1 Turva-automaatiojärjestelmä yleisesti

Turva-automaatiojärjestelmällä on tärkeä rooli prosessiteollisuudessa, jossa se toimii varautumismenetelmänä. Sen tärkein tehtävä on varmentaa toiminnallista turvallisuutta. Toiminnallinen turvallisuus tarkoittaa sellaista kokonaisturvallisuuden osaa, joka on riippuvainen erilaisten laitteiden ja järjestelmien oikeanlaisesta sekä oikea-aikaisesta toiminnasta. Toiminnallista turvallisuutta pidetään riittävänä, kun prosessi ja sen järjestelmät ovat oikein määritettyjä, niiden toiminta on luotettavaa ja ennakoivaa – sellaista, kuin sen pitääkin olla – eikä se aiheuta vaaraa eikä muutakaan vahinkoa. Turva-automaatiojärjestelmän pitää olla ranteeltaan ja toiminnaltaan sellainen, että se soveltuu kyseisiin olosuhteisiin ja käyttötarkoituksiin. [24.]

6.3.2 Turva-automaatiojärjestelmälle asetetut vaatimukset

Seuraavaksi on esitetty vaatimuksia, joita on asetettu turva-automaatiojärjestelmälle:

- TAJ:n on oltava perusautomaatiojärjestelmistä riippumaton.

- Prosessin luonne ja vaarallisuus pitää ottaa huomioon, kun suunnitellaan järjestelmää, jolloin sen pitää olla myös riittävän luotettava.
- On osoitettava sekä arvioitava, onko järjestelmä sekä sen laitteet tarpeeksi turvalliset, luotettavat ja yleensä sopivat kyseiseen kohteeseen.
- Ensimmäisessä täytyy käyttää turvallisuuskäyttöön tarkoitettuja ja tyyppihyväksytyjä laitteita.
- Järjestelmän virheettömän toiminnan todennäköisyyden on oltava riittävän suuri myös niissä vaaratilanteissa, jotka voivat laitoksen eliniän aikana tapahtua vain kerran.
- TAJ:stä ei saa aiheutua tarpeetonta prosessin pysäytystä tai alasajoa, jotka puolestaan vaarantaisivat prosessia tai turvallisuutta.
- Järjestelmään liittyvien laitteiden pitää olla helposti koestettavissa. Niiden pitää olla tarvittaessa myös mahdollisimman helposti huollettavissa, mutta päätavoite on, että laitteet ovat mahdollisimman huoltovapaat.
- Prosessissa pitäisi olla manuaalinen pysäytyksen tai eristyksen mahdollisuus, mikä ei ole riippuvainen muusta järjestelmästä. Näitä ovat esimerkiksi kytkimet kentällä ja/tai ohjaamossa.
- Mahdollisissa häiriötilanteissa (esimerkiksi sähköhäiriö, instrumentti-ilmaverkoston häiriöt, ym.) toimilaitteet siirtyvät turva-asentoonsa. Turva-asennot ovat ennalta määriteltäviä kullekin toimilaitteelle erikseen. [24.]

6.3.3 Tyypilliset turva-automaatiojärjestelmän tehtävät

Turva-automaatiojärjestelmän tehtäviä voivat esimerkiksi olla seuraavat:

- prosessin tai sen osien pysäyttäminen eli alasajo
- prosessiosien eristäminen (esimerkiksi tislauksen eristys muusta prosessista tms.)
- palavia nesteitä tai kaasuja sisältävien linjojen eristäminen (esimerkiksi butaaninpoistimen ylimenosäiliöstä lähtevän nestekaasulinjan eristys)
- sähkön syöttöjen katkaisu (esimerkiksi kompressorien tai pumppujen pysäytys)
- estää tapahtumien eskaloitumisen
- paineen alennus (esimerkiksi reaktoriosan paineenalennus häiriötilanteissa), ulospuhallus
- hätäilmanvaihdon ohjaus
- palo-ovien ohjaus [25].

6.3.4 Esimerkki turva-automaatiojärjestelmän toimintakuvauksesta

Seuraavaksi käsitellään VK-yksikön yhtä turva-automaatiojärjestelmän osaa. Esimerkin avulla havainnollistetaan TAJ:n toimintaa. Lisäksi esimerkissä esiintyy tämän työn kannalta tärkeät hätä-seis-kytkimet ja niiden tunnuksukset.

Vetykrakkausyksikön jakotislauskolonnin DA-302 ylimenotuote johdetaan ylimenosäiliöön FA-304 ylimenolauhduttimen kautta. Ylimenosäiliöstä lähtevä öljypuolen putki toimii pumppujen GA-305/S imulinjana. Säiliön ja pumppujen välissä on turvasulkuventtiili XCV-354. Tällä ns. ylimenojärjestelmällä on oma turvalogiikkansa. Seuraavassa on esitettyä kyseisen järjestelmän turvalogiikka:

Eristysventtiiliin (=turvasulkuventtiili) XCV-354 sulkeutumisen aiheuttaa

- eristyskytkin HZ-316A (ohjaamo)
- eristyskytkin HZ-316B (kenttä), kyseinen kytkin löytyy liitteestä 4 sivulta 7 (VK-yksikön osiosta) [26].

Pumppujen GA-305/S pysähtymisen aiheuttaa

- eristyskytkin HZ-316A (ohjaamo)
- eristyskytkin HZ-316B (kenttä)
- FA-304 matala pinta LIZ-379 <LL
- XCV-354 venttiiliin meneminen kiinnirajalle, eli XZZ-354_C (venttiilillä on asento-mittaus XZIZ-354). [26.]

Eristysventtiiliin XCV-354 avaus vaatii seuraavaa:

- Kytkimet HZ-316A ja HZ-316B käännetään takaisin normaaliasentoon, jonka jälkeen venttiili kuitataan auki DCS:n piirikuvasta. (Venttiilin sulkeminen DCS:n piirikuvasta on estetty pumppujen ollessa käynnissä). [26.]

Pumppujen GA-305/S käynnistäminen vaatii seuraavaa:

- Kytkimet HZ-316A ja HZ-316B käännetään takaisin normaaliasentoon.
- FA-304 pinta LIZ-379 >LL.

- XCV-354 avataan DCS:n piirikuvasta ja pumppu uudelleen käynnistetään ohjauskytkimestä kentältä. [26.]

6.3.5 Muuta huomioitavaa

Liitteessä 4 esitettyjen muiden kytkinten suojaukset ja toiminnot ovat esitettyinä kyseessä olevien yksiköiden suojausten toimintakuvauksissa. Lisää tietoa turva-automaatiosta löytyy kansainvälisestä standardista IEC 61508. Lisää tietoa prosessiteollisuuden turva-automaatiosta löytyy standardista IEC 61511. Kyseinen standardi on käytännössä prosessiteollisuuden tarpeisiin räätälöity versio IEC 61508:sta.

6.4 Muut kytkimet

Muita kytkimiä, joita käytetään alueella, ovat esimerkiksi EO:n operointikytkimet, kompressorin kuormituskytkin, uunien pilot- ja pääpolttimoiden sytytyskytkimet, kompressorien ja pumppujen käynnistyskytkimet. Kaikki nämä kytkimet ovat väriltään mustia, pois lukien vanhojen yksiköiden EOV-kytkimet, jotka ovat punaiset.

Tyypiltään nämä kytkimet ovat itsestään puolipalautuvat ja palautumattomat katkaisijat. Puolipalautumattomat ovat esimerkiksi uunien sytytyskytkimet, sekä kompressorien ja pumppujen käynnistyskytkimet, jotka SEIS-asennossa ovat palautumattomat, mutta KÄY-asennosta palautuvat itsestään I-asentoon.

6.5 Kenttäkytkintaulu

Kenttäkytkintaulu on kentällä sijaitseva paneeli, johon on koottu pääosin kaikki yksikön hätä-seis-kytkimet. Niissä saattaa kuitenkin esiintyä muitakin kytkimiä, kuten kompressorien ja syöttöpumppujen käynnistys- ja kuormituskytkimet sekä EO:iden ohjauskytkimet. Hätä-seis-kytkimet ovat osa laitoksen hätäpysäytysjärjestelmää ja niiden tehtävä on pysäyttää jokin laite. Lisäksi hätä-seis-toiminnon avulla voidaan eristää prosessi tai sen osa ohjaamalla turvasulkuventtiilit ennalta määritettyyn turva-asentoon tulipalotai vuototilanteissa.

6.5.1 Kenttätaulujen sijoittelu

Kenttäkytkintaulujen sijoittelusta ei ole olemassa erillistä spesifikaatiota tai standardia. SYRP- ja BESSI-yksiköissä olevat kenttäkytkintaulut on sijoitettu niin sanotun ”hyvän suunnittelutavan” mukaisesti. [27.]

Peruseriaate on se, että tällaiset taulut sijoitetaan mahdollisimman turvalliseen paikkaan ja mahdollisimman kauas muista kriittisistä prosessin laitteista.

Koska kenttäkytkintauluissa suurin osa kytkimistä ovat hätä-seis-kytkimiä, niin tauluihin voisi soveltaa hätä-seis-kytkinten sijoittelusuosituksia käyttämällä erilaisia suosituskirjoja ja/tai standardeja.

6.5.2 Hätäpysäytysjärjestelmä

Hätäpysäytysmahdollisuuden on oltava kaikilla öljyteollisuuden laitoksilla. Se voi olla manuaalinen, kauko-ohjattava tai automaattinen. Kun halutaan tehdä laitoksesta matalan riskin laitos, hätäpysäytyksen mahdollisuus on oleellinen osa riskien hallinnassa. Mikäli laitoksella ei ole hätä-seis-valmiutta, laitosta ei voida operoida turvallisesti ison vuodon tai tulipalon aikana. [6, s. 116–119.]

Hätäpysäytysjärjestelmä on menetelmä, jolla nopeasti pysäytetään prosessi ja erotetaan se sisään menevistä ja ulostulevista yhteyksistä tai virtauksista, mikä puolestaan estää ei-toivotun ilmiön tapahtumista, jatkumista tai laajenemista. Hätäpysäytyksen tavoitteena on suojata henkilöstöä, antaa lisäsuojaa laitokselle sekä ehkäistä mahdolliset ympäristövaikutukset, jotka ovat seurauksena jostakin prosessitapahtumasta. [6, s. 116–119.]

Hätäpysäytysjärjestelmä on erotettu muista laitoksen turvajärjestelmistä, koska se reagoi hätätilanteisiin, jotka voivat vaikuttaa koko laitoksen turvallisuuteen. Tästä johtuen se on katsottu yhdeksi primäärisistä turvajärjestelmistä, mitä laitoksella voi olla. Ilman hätäpysäytysjärjestelmää jokin ei-toivottu tapahtuma hiilivetyjä käsittelevällä laitoksella voi saada rajattomasti polttoainetta, mikä taas voi tuhota koko laitoksen. [6, s. 116–119.]

Laitokset, joilla ei ole nopeaa hätäpysäytysmahdollisuutta, luokitellaan korkean riskin laitoksiin. Samoin, jos laitoksen hätäpysäytysjärjestelmän luotettavuus on heikko, voidaan katsoa, että laitos on ilman kunnollista suojausta ja täten korkeariskinen. [6, s. 116–119.]

6.5.3 Hätäpysäytysjärjestelmän aktivointimekanismit

Suurin osa hätäpysäytysjärjestelmistä ovat suunniteltu käynnistettäväksi joko manuaalisesti tai automaattisesti. Normaalisti ne voivat pitää sisällään manuaalisen aktivoinnin laitoksen ohjaamosta, manuaalisen aktivoinnin laitoksella strategisesti sijoitetusta kenttäkytkimestä tai -taulusta, automaattisen aktivoinnin tulipalo- tai kaasuilmaisinjärjestelmistä sekä automaattisen aktivoinnin prosessi-instrumentoinnin asetusarvoista. [6, s. 116–119.]

6.5.4 Hätäpysäytysjärjestelmän aktivointipisteet ja niiden sijoittelu

Hätäpysäytysjärjestelmän aktivointipisteet tulee sijoittaa systemaattisesti alueelle. Niitä pitää olla riittävästi, jotta ne voisivat antaa laitokselle riittävän suojan [6, s. 119]. Nolanin [6, s. 119] mukaan hätäpysäytysjärjestelmän suunnittelussa tulee ottaa huomioon seuraavat:

- Aktivointipisteet pitäisi sijoittaa vähintään 8 metrin etäisyydelle korkeariskisestä prosessiosasta kuitenkin niin, ettei se ole enemmän kuin 5 minuutin päästä mistä tahansa laitoksen pisteestä. Historiallisten tapahtumien mukaan 5 min on maksimi sallittu aika, jonka jälkeen prosessisäiliöissä alkaa ilmetä repeämiä kosketuksesta liekin kanssa. Mikäli riskianalyysin laskelmat osoittavat, että säiliöllä on pidemmät repeämisajanjaksot, pidempi aika, kuin 5 min, voi olla sallittu. [6, s. 119.]
- Aktivointipisteitä varten valittujen paikkojen pitäisi olla suojattavan kohteen valitsevan tuulensuunnan yläpuolella. Tuulensuunnan alapuolella saattaa hätätapauksessa ilmetä savua, lämpöä ja myrkyllisiä kaasuja. [6, s. 119.]
- Niiden pitäisi olla sijoitettuna normaaleilla reiteillä sekä hätäpoistumisreiteillä. Paniikitilanteessa henkilökunta saattaa evakuoitua välittömästi alueelta, jolloin hätäpysäytysjärjestelmä saattaa jäädä käynnistämättä, mikäli aktivointipisteet sijoitetaan hankaliin paikkoihin. [6, s. 119.]
- Sijoittamispaikkojen pitäisi olla kauimpana mahdollisista vuotojen kerääntymispaikoista sekä erittäin todennäköisistä vuotolähteistä. [6, s. 119.]

- Niiden pitäisi olla sijoitettuna sellaisten turvalaitteiden vieressä, jotka aktivoidaan hätätapauksessa. Näitä ovat esimerkiksi manuaaliset ulospuhallusventtiilit, palovesitykit jne. [6, s. 119.]
- Aktivointipisteiden pitäisi olla korkeudella, joka on henkilöstölle sopiva. Henkilöstön pääsy aktivointipisteille pitäisi olla ergonominen. [6, s. 119.]
- Mikäli aktivointipisteet asennetaan normaaleille ajoneuvojen kulkureiteille tai muille huolto- edesauttaville reiteille, saattavat ne vahingoittua tai niitä joutuu jatkuvasti siirtämään paikasta toiseen. [6, s. 119.]
- Omana lisäyksenä yllämainittuihin kohtiin olisi se, että aktivointipisteitä suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon paitsi kyseessä olevan yksikön kriittiset laitteet, mutta myös naapuriyksiköiden laitteet.

6.6 Kenttäkytkimien nykyhetken tilanne ja ongelman esittely

Yllä mainituista kytkimistä uunien sytytyskytkimet on sijoitettu omiin kenttätauluihin; kompressorien ja pumppujen käynnistyskytkimet on sijoitettu laitteiden viereen.

Kompressorin kuormituskytkimiä on kentällä yksi kappale ja se on lähiaikoina siirretty pois kompressorin välittömästä läheisyydestä, mikä tekee kompressorin kuormittamisesta käynnistystilanteissa paljon turvallisemman. Tulevaisuudessa kyseisen kompressorin kuormituskytkin siirretään todennäköisesti ohjaamoon.

EOV:n operointikytkimet on ripoteltu ympäri aluetta pilareiden kylkiin, mikä tekee kyseisten EOV:iden operoinnista kentällä hyvin hankalan (pois lukien BESSI-yksikön EOV:t, joiden kytkimet on sijoitettu yksikön kenttäkytkintauluihin). Yksiköiden muiden laitteiden hätä-seis-kytkimet on sijoitettu, etenkin vanhoissa yksiköissä, samalla tavalla kuin EOV:iden kytkimet. Monesti on myös niin, että hätä-seis-kytkimet ovat operoitavan laitteen välittömässä läheisyydessä.

Esimerkiksi KTY:ssä teollisuusbensiinilinjassa oleva XCV-turvasulkuventtiiliin, joka erottaa BET-säiliö ja -pumput toisistaan, katkaisija on noin 10 metrin etäisyydellä itse laitteesta. BET-pumpuille on sitäkin lyhempi matka. Kyseisen XCV:n hätä-seis-kytkin on haaroitettu kahteen paikkaan alueella. Molemmista paikoista katkaisijoiden etäisyydet muihin laitteisiin ovat kutakuinkin samat. Vuototilanteissa tai linjan repeämistilanteissa

on mahdollista, että rikkivetytöistä bensiinihöyryä alkaa muodostua. Tällöin ei kenttäkytkintä ole turvallista mennä käyttämään. Venttiileitä voi operoida myös ohjaamosta, mutta laajemmassa häiriössä ohjaamo-operaattori ei välttämättä ehdi nopeasti operoimaan kaikkia yksiköitä turvalliseen tilaan.

Uusimmissa yksiköissä tämä kenttäkytkinongelma on osattu ottaa huomioon. Esimerkiksi BESSI:ssä on kaksi identtistä kenttäkytkintaulua eri puolilla yksikköä. Tauluun on koottu yksikön hätä-seis-painikkeet, EOV:iden operointikytkimet, sekä kyseisten kytkimien merkkivalot (kuva 6). Nesteen turva-automaatiojärjestelmän suunnitteluohjeen K-140 mukaan taulusta pitää löytyä merkkivalojen koestusnäppäin [23]. Sillä voidaan varmistaa, että kaikki taulussa esiintyvät merkkivalot ovat toiminnassa [23]. Näiden lisäksi kenttätaulusta löytyy muutama vapaa paikka uusille kytkimille tulevaisuutta ajatellen. Kaikkien kytkimien yhteydessä tauluun on merkitty kullekin kytkimelle ominainen tunnus sekä laite, jota kyseinen kytkin ohjaa.



Kuva 6. BESSI-yksikön kenttäkytkintaulu.

Joissakin yksiköissä, kuten TAME, BIY, VHVI, HEXI, kenttäkytkimet on pyritty sijoittamaan yhteen paikkaan ilman kenttätaulua (liite 4, s. 1; 3; 5; 6).

Vanhemmissa yksiköissä, kuten KTY, VK, KAAPO, mutta myös suhteellisen uudessa yksikössä VKT, kenttäkytkimet on ripoteltu sinnetänne ympäri yksikköä eikä osa edes ole maan pinnalla (liite 4, s. 2; 3; 7; 8). Tällainen kytkimien epämääräinen sijoittelu vaikeuttaa operaattoreiden toimintaa häiriötilanteissa, ja tämä puolestaan heikentää henkilöturvallisuutta ja prosessiturvallisuutta. Omasta kokemuksesta voin kertoa, että tullessani töihin Nesteelle minulle näytettiin ensimmäisinä päivinä kaikkien vastualueeseen kuuluvien yksiköiden vesivalelut, suojahöyryventtiilit ja kenttäkytkimet. Silloin kyseisestä opastuskerrasta ei jäänyt paljoakaan muistiin, missä mikäkin kytkin tai venttiili oli. Tosi-paikan tullessaan on kuitenkin hyvä osata suunnistaa oikealle kytkimelle eli nykytilanteessa oikealle pilarille. Tällä hetkellä tämä ei onnistu vanhemmiltakaan operaattorilta vaikeuksitta.

6.7 Ratkaisuehdotus

Ratkaisuna kenttäkytkinongelmaan on se, että siirretään jokaisen yksikön hätä-seis-, EOVI:iden operointi- sekä muut mahdolliset kytkimet yhteen paikkaan, vastaavanlaiseen yksikkökohtaiseen kenttätauluun kuin BESSI:ssä. Tehdään identtinen rinnakkaistaulu toiselle puolelle yksikköä – tämä sen takia, että vaaratilanteessa voi yhdestä paikasta olla vaarallista mennä kääntämään kytkimiä, kun taas toisesta paikasta kyseinen toimenpide onnistuisi paljon turvallisemmin.

Tällaisten taulujen sijoittelu kentälle vaatii suunnittelua. Rinnakkaistaulut on hyvä sijoittaa toiselle puolelle yksikköä ja viistosti toiseen tauluun nähden, mikäli mahdollista. Tämä sen takia, että vaaratilanteen sattuessa olisi suurempi mahdollisuus päästä jompaankumpaan kenttätauluun käsiksi. Tämän työn liitteessä 5 on alustava suunnitelma kenttätaulujen sijoittamisesta kentälle eri yksiköihin. Liitteeseen on merkitty mahdolliset taulujen paikat vaaleansinisellä värillä. Mahdolliset varasijoituspaikat on merkitty violetilla katkoviivalla. BESSI:n olemassa olevat taulut on merkitty yhtenäisellä violetilla viivalla. Yksiköiden vesivalelupisteet on merkitty punaisella. Huomioitavaa on se, että kentällä olevien pilarien väli on noin 5 metriä.

Ratkaisuehdotussijoitusten analysointia varten on laadittu liitteenä 6 oleva taulukko, jossa on listattu taulujen sijoituspaikkojen hyvät ja huonot puolet. Sijoituspaikkojen valinnoissa on pyritty noudattamaan 6.5.4 luvun aktivointipisteiden sijoitteluohjeita. Sijoitteluohjeiden noudattamisessa oli kuitenkin haasteita, sillä joitakin yksiköitä on rakennettu kauan sitten eikä aktivointipisteitä osattu välttämättä ottaa huomioon. Lisäksi prosessiyksiköt ovat vierekkäin. Tämä saattaa joissakin tilanteissa hankaloittaa taulujen sijoittamista turvalliselle etäisyydelle naapuriyksikön laitteista.

6.8 Saavutettavat hyödyt

Laitteiden operoitavuus vaaratilanteissa muuttuu paljon turvallisemmaksi ja käyttäjäystävällisemmäksi. Enää ei tarvitsisi kuluttaa aikaa siihen, että etsii ensin oikean pilarin. Uudetkin operaattorit osaisivat paremmin oppia ja omaksua omaan ja prosessiturvallisuuteen liittyvää tietoa. Tämä puolestaan helpottaisi vanhempia operaattoreita häiriötilanteissa: uusi operaattori osaisi itse mennä kenttäkytkintaulun luokse ja vanhempi operaattori pystyisi keskittymään muihin operointitehtäviin. Toisin sanoen ei tarvitsisi kädestä pitäen viedä uutta työntekijää jonkun yksittäisen kytkimen luo ja sen jälkeen lähteä muihin operointitehtäviin. Kenttäkytkintaulujen sijainti on helpompi muistaa, kuin yksittäisen kytkimen sijainnin.

6.9 Edellytykset ja huomioitavat asiat

Paneeleihin voi laittaa montakin kytkintä mutta täytyy pyrkiä siihen, että rajataan kytkimien määrä yksikön kokonaisuuksiin ja yksiköiden kesken ei kannata koota yhteisiä kytkinpaneeleita. Uunien paneelit on pyritty pitämään omina kokonaisuuksina. [28.]

Tämän kaltaisen kenttätaulun asennus vaatii ensisijaisesti hyvää suunnittelua: sijoitus-, virtapiiri- ja kytkentäkuvien osalta systemaattista riskiarviointia, kaapelointia, paneelinhankintaa, asennusta. Systemaattinen riskienarviointi pitää sisällään mm. lay-out-diagrammin sekä tulipaloriskien arvioinnin. Toteutuksen osalta pitää päättää, millaisia kokonaisuuksia paneeliin kootaan, esimerkiksi yksikön kompressorit, turvasulkuventtiilit tai hätäpaineenpoistot. Ei kannata tehdä liian suuria kokonaisuuksia, sillä suuresta määrästä kytkimiä on hankala löytää oikea toiminto hätätilanteessa. Tauluun voi kuitenkin laittaa suurien laitteiden, kuten kompressorit ja syöttöpumput, käynnistyskytkimet. Toimitusrajat tällaiselle projektille ovat sovittavissa tapauskohtaisesti. [28.]

Mikäli kenttäkytkintauluun jää tilaa, voi siihen asentaa merkkivalot laitteita valvovista (ei uunien) liekinilmäsimistä. Esimerkiksi vihreä lamppu – normaalitila, punainen lamppu – syttymä. Tällöin kenttäoperaattorit voivat ohimennen vilkaista taulua ja varmistua laitteen eheydestä. Tämä ei tietenkään poista kenttäkierroksesta käymistä kyseisellä laitteella.

Mikäli tehdään kaksi identtistä rinnakkaistaulua, niin täytyy ottaa huomioon, että käyttövarmuus voi heikentyä, kun lisätään esimerkiksi kriittisiä kytkintoimintoja ketjuttamalla useampaan paikkaan. Lisäksi riskien määrä vikaantumismielessä voi kasvaa, koska rinnakkaistaulu on yksi vikaantumiskohde lisää. Se voi vikaantumisen johdosta aiheuttaa häiriöitä yksikköön. Sen sijaan käytettävyys paranee siinä mielessä, että esimerkiksi yksikön tulipalotilanteessa yhdelle kenttäkytkintaululle voi olla pääsy estetty, kun taas toiselle taululle pääsee suhteellisen turvallisesti kääntämään kytkimiä. Rinnakkaistaulut vaativat myös enemmän rahaa. [28.]

Kaikki ns. kriittiset piirit, esimerkiksi hätä-seis, tehdään langoittamalla, eli käyttämällä kiinteää kaapelia. Väyläratkaisu ei käy turvallisuussyistä. Turvallisuusheikkouksien lisäksi kenttäväylä on myös kallis ratkaisu. [28.]

Yksittäisten kenttäkytkimien siirto kenttätauluun ei onnistu yksikön ollessa käynnissä. Operaatio vaatii yksikönseisokin tai suurseisokin. Sen sijaan kaikki kaapelointityöt sekä kenttätaulujen asennustyöt voi tehdä etukäteen yksikön käydessä. Silloin yksikköseisokissa pitää vain tehdä kytkennät ja testaukset. Kenttätauluratkaisun kustannusarvion saa selville vasta, kun on yksilöity suunnitelma valmiina. [28.]

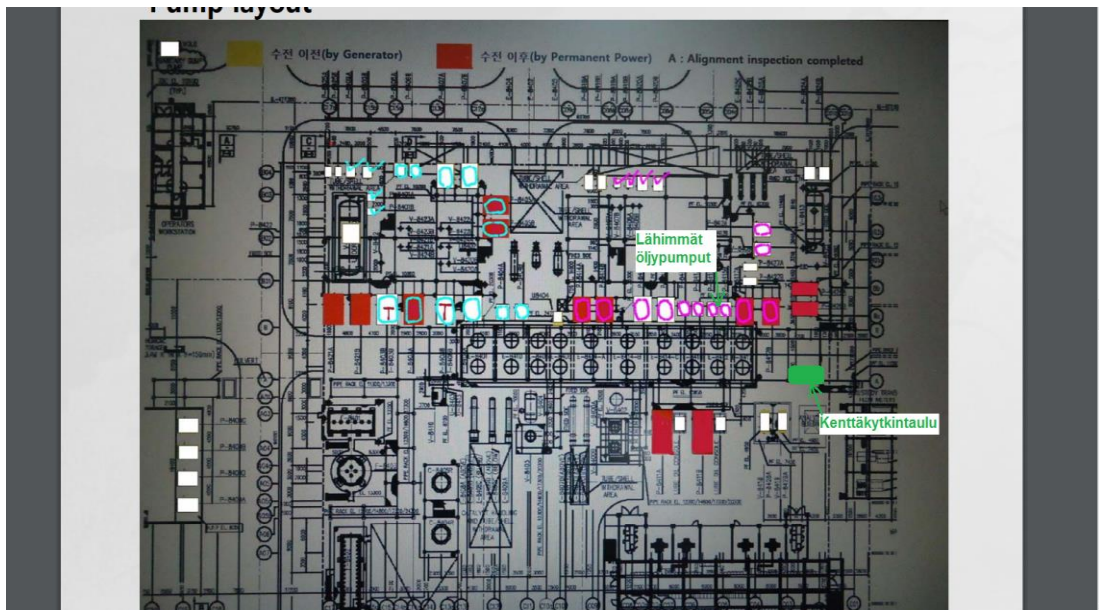
6.10 Kenttäkytkintaulut muualla maailmassa

6.10.1 UPM Lappeenranta

Lappeenrannassa sijaitsevalla UPM:n biojalostamolla ei ole käytössä yhtä erillistä taulua, johon olisi kaikki tietyn yksikön kytkimet koottu. Yksiköiden hätä-seis-kytkimet on sijoitettu ympäri aluetta, kuitenkin siten, että niihin pääsee käsiksi hätätilanteissakin. [14.]

6.10.2 Bapco Bahrain perusöljy-yksikkö

Bahrainin perusöljy-yksikkö on rakennettu hyvin väljästi ja tilaa säästämättä. Yksiköstä löytyy kenttäkytkintaulu, johon kaikki yksikön ilmajäähdyttimien käynnistyskytkimet on koottu yhteen. Samasta taulusta löytyy pumppujenkin käynnistyskytkimet. Kyseinen kenttäkytkintaulu oli sijoitettuna suojaisan paikkaan niin, että etäisyys lähimpään öljypumppuun on noin 10 m (kuva 7). Yksikön hätä-seis-kytkimet eivät myöskään ole ripoteltuna ympäri aluetta. [29.]



Kuva 7. Bahrainin perusöljy-yksikön aluekuva. Vihreällä merkitty kytkintaulu ja lähimmät öljypumput. [29.]

7 Suojahöyryt

7.1 Suojahöyryt yleisesti

Höyrysammutus on apukeino tulen sammuttamisessa rajoitetulla alueella. Sammutus tapahtuu, kun höyryä puhalletaan rajoitettuun tilaan. Rajoitetulla tilalla voidaan tarkoittaa uunin, kiehuttimen tai jonkun muun kuumennusmekanismin tulipesää. Höyrysammutusta käytetään silloin, kun paloveden käyttö rajoitetussa tilassa voi olla turvatonta tai kun sen käytöstä aiheutuu mekaanista haittaa laitteistolle tai putkistolle. Erityistä huomiota kannattaa kiinnittää siihen, ettei höyry tai lauhde reagoi tilassa olevien kemikaalien kanssa

aiheuttaen täten hengenvaaraa henkilöstölle tai vahingoita lisää sammutettavaa laitteistoa. [3, s. 226.]

7.2 Suojahöyryjen sijoitus

Sammutushöyrystandardia ei ole olemassa, mutta NFPA 86:n liitteestä F löytyy jotakin rajoitettua tietoa sammutushöyryjärjestelmän päävaatimuksista sekä sen suunnittelusta. [6, s. 211.]

NFPA 86:n liite F ei varsinaisesti kuulu NFPA 86 -standardiin, mutta se on otettu siihen mukaan vain maininnan vuoksi. Liite ei siis ole standardi suojahöyryjen käytöstä tai sijoittelusta, mutta se antaa joitain vinkkejä, milloin suojahöyryä voi käyttää ja milloin ei kannata. Siitä myös selviää hyvin se, ettei suojahöyryistä ole tehty mitään yhtenäistä ja varsinaista standardia, ja tämän vuoksi suojahöyryyn käyttö sammutusjärjestelmänä ei ole luotettavaa. Lisäksi kyseinen liite kertoo enimmäkseen uunin suojahöyrytyksestä. [30.]

Porvoon jalostamolla TL1:llä suojahöyryjakotukkien runkoventtiilit sekä haarakohtaiset suojahöyryyn sulkuventtiilit on pyritty sijoittamaan turvalliseen paikkaan ottaen huomioon venttiilien operoitavuus, huolto ja kulkutiet niille venttiileille. Valitettavasti tämä turvalliseen paikkaan sijoittaminen ei ole aina onnistunut parhaalla mahdollisella tavalla.

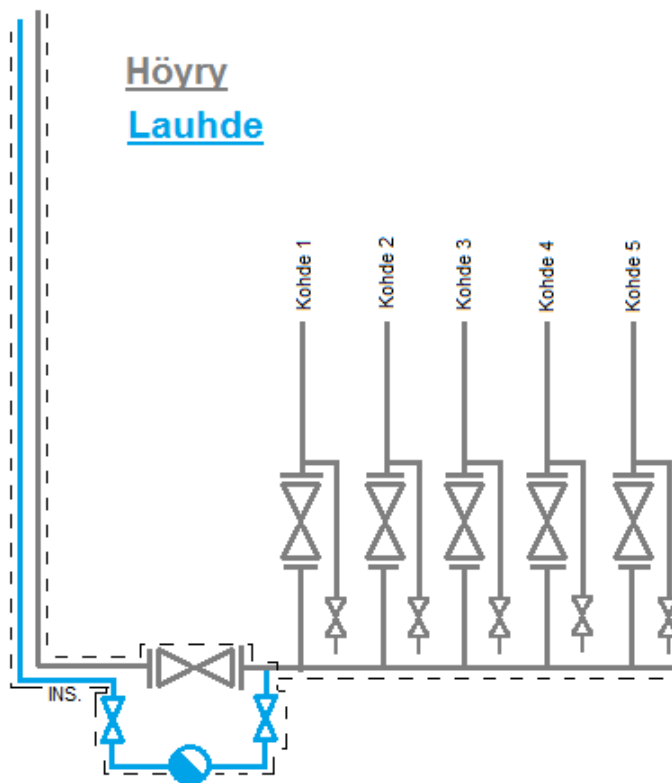
7.3 Porvoon jalostamon suojahöyryt yleisesti

Jalostamolla on paljon yksiköitä, joissa käsitellään korkeassa lämpötilassa olevia palavia aineita. Häiriön, ajomuutoksen tai syöttöaineen vaihdon johdosta saattaa laitteistoon tulla vuoto. Tällöin kuumaa öljyä, kaasua ja/tai sumua alkaa purkautua ulkoilmaan. Joissakin yksiköissä tämä öljy on niin kuumaa, että se syttyy itsestään, kun se pääsee ilman kanssa kosketukseen. Tällaisia tilanteita varten on kehitetty suojahöyryt. Suojahöyrynä käytetään matalapainehöyryä (ES-höyry). Suojahöyrylinjaston suunnittelulämpötila-alue on -29–400 °C. Kuumaa, palavaa öljyä ei aina pysty palovedellä jäähdyttämään, mutta höyry tukahduttaa liekin hyvin.

Yleisimmät käyttökohteet ovat lämmönvaihtimet ja reaktorit, mutta myös uunien sisäänmeno- ja ulostulolaihat. Suojahöyryjä ei laiteta koko laitteen ympärille, vaan ne tulevat

laitteen laippapareille. Koska nämä kohteet ovat pyöreitä, on kehitetty suojahöyryrenkaat.

Joissakin yksiköissä on paljon suojattavia kohteita. Sinne on kehitetty suojahöyryn jakotukki. Tukissa on runkoventtiili, jonka jälkeen vesitys lauhteenpoistimen kautta lauhdelinjaan. Vesitystä käytetään, jotta höyry pysyisi mahdollisimman kuivana suojahöyryn haaraventtiileille saakka [31]. Vesityksen jälkeen on tarvittava määrä suojahöyrylähtöjä. Jokaisen lähdön alussa on venttiili. Venttiin jälkeen on tyhjennysyhde, joka avataan käytön jälkeen, jotta mahdollinen kondensoitunut vesi valuisi pois eikä putki jäätyisi talvella. Kuva 8 esittää edellä mainittua suojahöyryjakotukin rakennetta. Tyhjennussyhteen jälkeen on hiiliteräksestä hitsattu putki, jonka päässä on suojahöyryrenkas. Renkaassa on pieniä aukkoja, joista höyry puhaltaa kyseiseen kohteeseen päin. Lisäksi renkaassa voi esiintyä ohjauslevyjä, jotta renkaan asennus ja kohdistus kyseiseen kohteeseen olisi mahdollisimman hyvä. Suojahöyryputkistossa tulee välttää pussikohtia, jottei lauhtumista, ja sitä mukaa, jäätymistä tapahtuisi.



Kuva 8. Suojahöyryjakotukin rakenne.

7.4 Suojahöyryputkisto ja sen materiaali

Suojahöyryputkiston suunnittelussa ja asennuksessa pyritään noudattamaan tiettyjä periaatteita [31]. Esimerkiksi samassa kohteessa olevien lämmönvaihtimien suojahöyryrenkaat ja linjastot voidaan laittaa saman haaroitusventtiilin taakse; KP-uunien haaroille tulisi laittaa suojahöyrysuuttimet; reaktoreiden ja pystysäiliöiden ala- ja yläyhteisiin tulisi omat suojahöyryrenkaat omilla sulkuventtiileillä varustettuna [31].

Putkiston, venttiilien ja laippojen materiaalina käytetään ASTM:n luokittelemaa hiiliterästä luokkaa A105N. Kyseinen materiaali sopii hyvin kuumille sovelluksille. [32.] Materiaalin kemiallinen koostumus on esitetty taulukossa 1.

Luokkatunnuksen lopussa oleva N -kirjain tarkoittaa, että materiaali on normalisoitu. Normalisointi on materiaalin valmistuksen yhteydessä käytetty lämpökäsittelymenetelmä, jolla pyritään poistamaan lämpökäsittelystä, muovauksesta, valusta ja niin edelleen muodostuvaa materiaalin sisäistä rasitusta. Menetelmä soveltuu vain ferriittisille materiaaleille. [32.]

Taulukko 1. Suojahöyryputkiston materiaalin koostumus [32].

Luokka	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	V
A105	-	0,60	-	-	0,10	-	-			
	0,35	1,05	0,035	0,040	0,35	0,40	0,40	0,30	0,12	0,08

Putket on liitettävä toisiinsa ensi sijaisesti hitsaamalla, ellei putkiston irrotus- tai sokeointitarve edellytä laippaliitosta. Uudet putkistot kuuluu tehdä BW-osilla, mutta käyttöhyödykelinjasto (paitsi tyyppi), muun muassa höyrylinjaston voi tehdä SW-osilla, mikäli paineluokka on alle 300 lbs. [31.]

Putkiston laipat ovat pääsääntöisesti kauluslaippoja (kuva 9). Tilanteissa, joissa kauluslaipoille ei ole tilaa, käytetään slip-on-laippoja. Laippojen kiinnityksessä käytettävien pulttien/ vaarnojen ja muttereiden kuuluu olla standardin NOS5102 (Vaarnaruuvit. Täyskierteiset vaarnaruuvit ASME-laippaliitoksiin) mukaisia ja niissä kuuluu olla metriset kierteet. Laippojen väliset tiivisteet ovat spiraalitiivisteitä ja ne valitaan standardin NOS5403 avulla. [31.]



Kuva 9. Kauluslaippa [33].

Tapauskohtaisesti on selvitettävä suojahöyrylinjaston eristyksen ja lauhteenpoiston tarve (erityisesti pitkät putkistot). [31.]

Materiaalin mekaaniset vaatimukset on esitettyinä taulukossa 2.

Taulukko 2. Suojahöyryputkiston materiaalin mekaaniset vaatimukset [32].

Luokka	Vetolujuus min. (MPa)	Myötölujuus min. (MPa)	Venymä (L = 4d%)	Reduktio % min.	Brinellin ko- vuus max.
A105N	485	250	22	30	187

Suojahöyryjakotukissa oleva vesitys venttiilit ja lauhteenpoistin mukaan lukien on suunniteltava nojaten Nesteen spesifikaatioon H105 – Putkiston höyrysaattospesifikaatio. Näin on toimittava, sillä vesitystä käytetään osittain saattona jakotukille sekä jakotukin runkoputkelle, jolloin vesitys viedään saman eristeen alla, kuin jakotukin runkolinjakin. Vesitys liitetään lauhteenkokoajalinjastoon. [34.]

7.5 Suojahöyryputkiston venttiilit

Oli kyse mistä tahansa putkistosta, käytetään siinä oikean paineluokan ja nimellishalkaisijan omaavia, hitsattuja tai laipallisia venttiileitä. Mikäli putkiluokka sallii, venttiilit, joiden koko on yli 2”, ovat laipallisia ja alle 2” olevat venttiilit ovat hitsattavia. [31.]

Venttiilit pyritään sijoittamaan pääsääntöisesti kara ylöspäin tai vaakatasoon. Venttiileiden nimellissuuruus on yleensä sama kuin putken nimellishalkaisija. [31.]

Suojahöyryventtiileihin sovelletaan Nesteen spesifikaatiota H131 - Venttiilimateriaalit ja tarkastusvaatimukset. Sieltä löytyy tietoa venttiileiden materiaaleista, painetta kantavista metallisista osista, pulteista, venttiilin sisäosista sekä kara- ja kansitiivistemateriaaleista. Materiaalitietojen lisäksi spesifikaatiosta löytyy tietoa venttiileiden testauksesta sekä tarkastusmenetelmistä ja -vaatimuksista. [35.]

Euroopan unionin painelaitedirektiiviä 97/23/EY (PED) on noudatettava venttiilien valmistuksessa, tarkastuksessa ja suunnittelussa. [35.]

Yleisimmät käytössä olevat venttiilit suojahöyryputkistoissa ovat pallo- ja luistiventtiilit. Palloventtiileiden hyvät puolet ovat nopea avautuminen ja sulkeutuminen, sekä hienosäädön ominaisuus. Huono puoli on se, että pallon tiiviste voi pettää tai kulua, jolloin venttiili alkaa vuotamaan läpi. Suojahöyrylinjastoissa tämä ei ole kovin hyvä asia, sillä haarakohtaiset putket ovat eristämättömiä ja talvisin venttiilistä läpi vuotanut vesi jäätyy, jolloin hädän tullen ei saadakaan suojahöyryä tiettyyn kohteeseen. Luistiventtiilin hyvänä puolena on venttiilin pitävyys. Huonot puolet taas ovat huono säädettävyyys sekä se, ettei niitä saa niin nopeasti auki kuin palloventtiileitä.

Palloventtiileihin sovelletaan Nesteen spesifikaatiota H132 – Pallo-, läppä- ja tulppaventtiilit. Kyseinen spesifikaatio pohjautuu palloventtiilien osalta standardeihin ASME B16.34, ISO 14313 ja ISO 17292. Kyseisestä spesifikaatiosta löytyy tietoa venttiilin rakenteesta, pesän kansiliitännästä, karan rakenteesta ja tiivistyksestä sekä itse pallosta ja sen tiivisteistä ja tiivistemateriaaleista. [36.]

Luistiventtiileihin sovelletaan Nesteen spesifikaatiota H130 – Luisti-, istukka- ja takaiskuventtiilit. Standardit, joihin kyseinen spesifikaatio pohjautuu luistiventtiilin osalta, ovat ASME B16.34, API 600 / ISO 10434. Suojahöyryjen osalta käytetään spesifikaatiossa esitettyä luistiventtiilin tyyppiä II. Spesifikaatiosta löytyy tietoa venttiilien paine-lämpötiläkäyristä, pesän kansiliitännöistä ja tiivisterenkaista, miniseinämävahvuuksista, haaroista, karatiivistyksestä, laipoista ja niiden pulteista. Lisäksi spesifikaatiosta löytyy tietoa venttiileiden testauksesta ja tarkastuksesta, kuten esimerkiksi painekokeesta. [37.]

7.6 Suojahöyryputkiston pinnoitus

Niin kuin kuvasta 8 näkyy, haarakohtaiset putket ovat eristämättömiä. Koska putkimateriaali on hiiliteräs ja putkistossa virtaava aine on kuuma, täytyy haarakohtaiset putket pinnoittaa lämpökestävällä maalilla. Pinnoitus tehdään myös korroosionestosyistä. Värinä käytetään RAL Classic-värikartan mukaista RAL 9006-alumiinia [38]. Putkistojen värit on määritelty Nesteen korroosionestomaalausspesifikaatiossa L-103 liitteessä 1.

Pinnoitus tehdään maaliyhdistelmällä. Yhdistelmät on määritelty erilaisten tekijöiden perusteella: ilmasto- tai ympäristöolosuhteet, kemiallinen raskaus, operointilämpötila ja materiaalin tyyppi. Lisäksi on otettava huomioon lämpötilavaihtelut. [38.]

Pinnoitus suoritetaan Nesteen oman spesifikaation L-103 (korroosionestomaalausspesifikaatio) mukaan. Spesifikaatio pitää sisällään esikäsittelyyn, maalaukseen, kuljetukseen, asennukseen, varastointiin sekä koestusmenetelmiin ja -laitteisiin liittyviä asioita. Lisäksi sieltä löytyvät viitteet SFS-, EN- ja ISO-standardeihin, joita on käytetty hyväksi tai joita voi käyttää hyväksi tätä spesifikaatiota soveltaessa. Niistä tämän työn kannalta tärkeät ovat SFS 5873: Metallirakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä ja SFS-EN ISO 12944: Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. [38.]

7.7 Suojahöyryputkiston kannakointi

Putkistokannakoinnin tavoitteena on muun muassa tukea putki niin, ettei se missään tapauksissa ja olosuhteissa ylitä sallittuja jännityksiä, taipumia ja liikkeitä. Putkistolle on siis järjestettävä riittävä määrä kiintopisteitä ja ohjainrakenteita, jotka ottavat putkistokuormia vastaan. Tuenta on mahdollista tehdä teräs-, riippu- tai jousikannakkeilla. Mieluisin vaihtoehto on putkiston alapuolelle sijoitettava sinkitty teräsluisti. Luistia ei saa missään tapauksessa hitsata tuettavaan putkeen, vaan putki lukitaan putkisangoilla, jotka myös ovat sinkittyjä. Putkistokannakointi ja tuennat suunnitellaan ja suoritetaan spesifikaation H109:n - Putkikannakkeet avulla. [39.]

7.8 Suojahöyryputkiston eristys

Suojahöyryputkisto eristetään pähöyryrunkolinjasta lähtevästä haarasta aina jakotukin alaosaan myöten käyttäen tietyn paksuista eristevillaa ja eristepeltiä. Tarkemmat ohjeet koskien eristepaksuuden valintaa sekä muut eristykseen liittyvät ohjeet ovat esitettynä Nesteen spesifikaatiossa L101 – Lämpöeristysspesifikaatio. [40.]

7.9 Suojahöyryputkistoon tehtävät analyysit

Suojahöyryputkistolle ei tarvitse tehdä lujuusteknistä mitoitusta (jännitysanalyysiä) eikä iskutkeyskoetta, sillä putkiston paineluokka on alhainen. Suojahöyryputkisto on kuitenkin suunniteltava riittävän joustavaksi. Putkiston lämpöliikkeet täytyy myös ottaa huomioon. [31.]

Lämpölaajenemisesta aiheutuvat jännitykset on otettava myös huomioon, eivätkä ne saa ylittää suurimpia sallittuja jännityksiä. Lämpöliikkeet eivät saa aiheuttaa kovin suuria jännityksiä kiintopisteille (tuennat, kannakkeet, luistit yms.), liitoksille tai laitteille. [31.]

Putkistolle sekä sen osille, kuten esimerkiksi venttiilit, tehdään painekoe. Paineekokeen tarkoitus on kuormittaa paineella putkistoa ja sen osia sisäpuolelta siten, että perusaineessa mahdollisesti olevat viat tulisivat esille. Lisäksi hitsausseamojen virheet saadaan selville sekä liitosten rakenteellinen lujuus ja tiiveys todennetaan. Paineekokeen paine on yleensä $1,5 \cdot$ suunnittelupaine. Painekoetta kuvataan tarkemmin Nesteen spesifikaatiossa H106 – Putkiston painekoe. [41.]

Taulukossa 3 on listattu suojahöyryjen suunnitteluun tarvittavat Neste Oyj:n spesifikaatiot.

Taulukko 3. Suojahöyryputkiston suunnitteluun tarvittavat Neste Oyj:n spesifikaatiot.

Spesifikaation tunnus	Spesifikaation kuvaus
H 100	Putkistovalmistuksen yleisspesifikaatio
H 101	Putkiston suunnittelu
H 102	Putkistomateriaalit laippaliitoksilla
H 103	Putkiston esivalmistus- ja asennusspesifikaatio (lähinnä ohjeet urakoitsijalle)
H 104	Putkiston tyyppiirustukset (Suojahöyrykuvat NP4-17404)
H 105	Höyrysaattospesifikaatio (jakotukin vesitys)
H 106	Painekoespesifikaatio
H 109	Putkikannakkeet
H 130	Luisti-, istukka- ja takaiskuventtiilit
H 131	Venttiilimateriaalit ja tarkastusvaatimukset
H 132	Pallo-, läppä- ja tulppaventtiilit
L 101	Lämpöeristysspesifikaatio
L 103	Korroosionestomaalausspesifikaatio

7.10 Milloin suojahöyryjä käytetään ja milloin ei

Tukehduttamishöyryn tai suojahöyryn käyttäminen hiilivetyteollisuudessa rajoittuu yleensä tuubivuototilanteisiin uuneissa tai lämmönvaihtajassa. Porvoon jalostamolla TL1:llä suojahöyryä käytetään myös kuumien reaktoreiden, uunien, lämmönvaihtimien laippojen pienehköissä vuodoissa. Höyryn käyttö on tehokkaimmillaan, kun halutaan tukahduttaa tuli suhteellisen pienellä ja rajoitetulla alueella. Höyry sammuttaa tulen syrjäyttämällä ilman. [6, s. 211.]

API RP 2001 -standardin mukaan yllä mainittujen kohteiden lisäksi sammutushöyryä voidaan käyttää, kun halutaan peittää alue pienen vetypalon yhteydessä. [42.]

Sammutushöyryn käyttö vaatii jonkin verran perustietoa palontorjunnasta sekä tietoa, mistä nopeasti saa höyryä tarvittaessa lisää. Sammutushöyry tarkoittaa myös palovaa-
raa henkilöstölle, mikäli sitä puhalletaan suoraan paljaalle iholle tai sen viereen. Tämän takia muiden sammutusjärjestelmien käyttö on miellyttävämpi vaihtoehto. [6, s. 211.]

Höyryä voidaan käyttää sammutuskeinona rajoitetuilla alueilla. Sen avulla voidaan hallita joitain laippapaloja vetyä käsittelevillä laitoksilla. Lisäksi sillä voidaan hallita tulipaloa sellaisilla laitteilla, joiden sisällä virtaavat aineet ovat itsesyttymislämpötilassa tai sen yli. [43.]

Sammutushöyryn käyttöä ei suositella kaasuvuoto- ja -palotilanteissa. Tämä sen takia, koska vaikka höyry saattaa sammuttaa liekin ja laimentaa kaasuseosta, kaasua kuitenkin purkautuu ulkoilmaan aiheuttaen räjähdysvaaran, mikäli seos syttyy jälleen. Kaasuvuotojen torjuntakeino on hallittu kaasun poltto ja ympäröivien laitteiden jäähdytys. [44.]

Suojahöyryä ei pitäisi suihkuttaa suuriin tiloihin, joissa on hiilivetyhöyryjä, esimerkiksi kartiokattoisten säiliöiden sisään. Tällaisen käytön uskotaan aiheuttavan tulipaloja staattisen sähkön ansiosta menneisydessä. [42.]

7.11 Suojahöyryjen nykytilanne ja ongelman esittely

TL1:llä suojahöyryjä käytetään viidessä yksikössä. Näitä ovat VK, VHVI, KTY, KAAPO ja BIY. Kaikissa edellä mainituissa yksiköissä, paitsi BIY:ssä, suojahöyryjen osalta on ongelmia.

7.11.1 KAAPO

KAAPO:ssa on suojahöyryt tällä hetkellä pelkästään reaktoreiden ylälaipoissa. Suojahöyrynä käytetään MS-höyryä (normaalisti käytetään ES-höyryä). Suojahöyryventtiilit ovat suoraan reaktoreiden alla, mikä tekee niiden käytöstä täysin turvattoman tositilanteessa. Lisäksi toisen reaktorin suojahöyryventtiileistä toinen on suljettu putkisillan päällä noin 5 metrin korkeudella maatasosta. Kyseinen venttiili on kiinni, koska ennen varsinaista, maatasolla olevaa venttiiliä pitäisi olla vesitys ES-höyryverkkoon, jota ei jostain syystä ole, vaan siinä on noin 1” reikä sen tilalla. Tämäkin vaikeuttaa suojahöyryjen käyttöä toisella reaktorilla. Toisella reaktorilla taas vesityslinja on paikallaan, mutta se on halki noin 2 metrin pystysuoralla noususuudella.

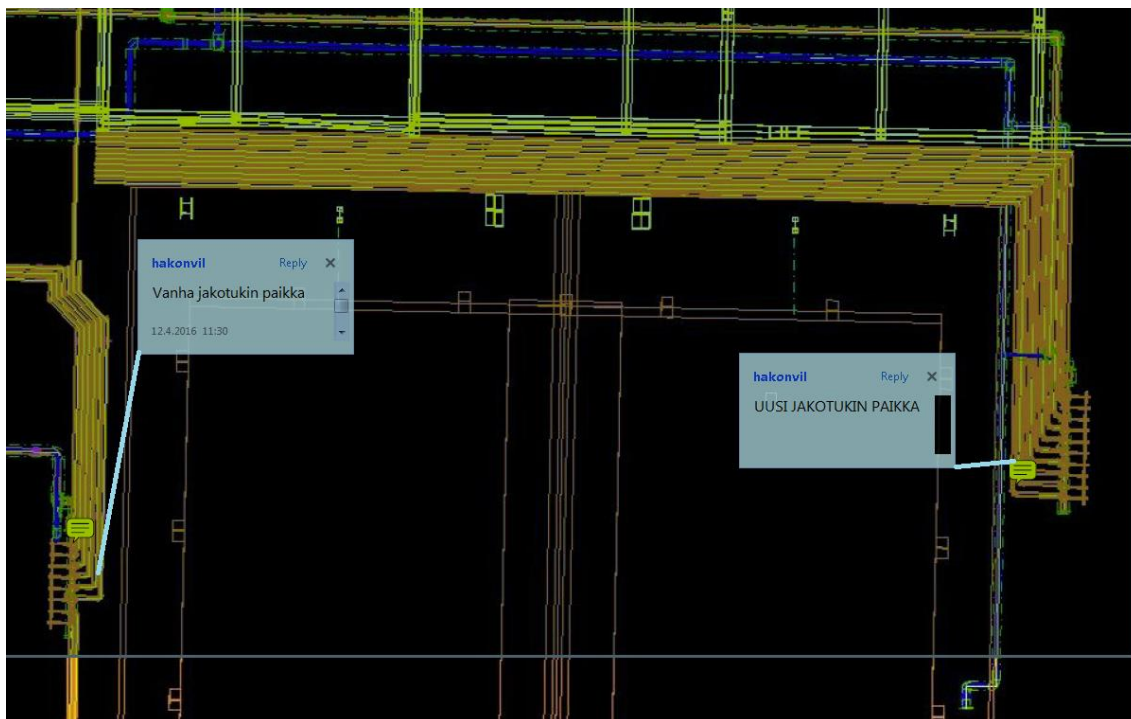
Kun ottaa huomioon, että KAAPO:ssa reaktoriosassa on yli 30 bar painetta ja mukana on vetyä, niin paloturvallisuuden kannalta suojahöyryjen olisi hyvä olla toiminnassa. Tämän lisäksi uunin BA-8501 syöttöhaaroja ja ulostulohaaroja ei ole otettu lainkaan huomioon, eikä myöskään syöttö-poistolämmönvaihtimia EA-8501A-D.

7.11.2 VK

VK:ssa suojahöyryjen jakotukki on sijoitettu keskelle yksikön korkeapaineosaa. Tällä hetkellä suojahöyryä saadaan tarpeen tullen lämmönvaihtimille EA-322, -23, -24, 301E-G (A, B ja C ovat tyypiltään ja rakenteeltaan erilaiset, eivätkä täten omaa suojahöyryrenkaita), uunin sisäänmenoputken laippaparille sekä reaktoreille DC-302 ja -3. Uunin syöttöhaarat ja ulostulolaihat ovat ilman suojahöyryjä, kuten myös reaktoreiden ulostulolaihat.

VK:ssa on painetta yli 140 bar ja mukana on vetyä. Lämpötilat suojahöyryjakotukin lähellä olevissa kohteissa vaihtelevat 350–400 °C välillä. Tämän lisäksi VK:lle on tulossa lähiaikoina kolme kappaletta uutta korkeapaine lämmönvaihdinta, jotka sijoitetaan vanhojen jo purettujen D-, E-, F-, G-vaihtimien paikalle. Uudet lämmönvaihtimet ja niiden putkisto vaikeuttavat nopeaa pääsyä suojahöyryventtiileille.

Tämän hetken tilanne VK:ssa on se, että suojahöyryjakotukille on suunnitteilla siirto uunin toiselle puolelle (kuva 10), mikä ei sekään ole turvallisin mahdollinen paikka. Se ei ole turvallinen, koska uunin ulostulo- ja sisäänmenolaihat ovat lähellä uutta jakotukkia.



Kuva 10. VK:n suojarahöyryjakotukin siirto uunin toiselle puolelle 3D-malli [34].

7.11.3 KTY

KTY:ssä on tällä hetkellä vain yksi suojarahöyryventtiili, jota aukaisemalla saadaan höyryä kolmelle lämmönvaihtimille EA-572 A, -B ja -C. Vaihtimet sijaitsevat pohjoisessa vaihdinjunassa, jossa on paljon muitakin kuumia vaihtimia. Ongelmana on se, että yksikön heilunnan (ajotavan muutos, syöttöaineen muutos tai jotain muuta vastaavaa) johdosta saattavat vaihtimet alkaa vuotamaan kuumaa öljyä ulkoilmaan. Kyseisessä vaihdinjunassa on kuumia lämmönvaihtimia kolme tai neljä kappaletta päällekkäin. Jos ylimmästä vaihtimesta pääsee öljy vuotamaan alempana olevan vaihtimen päälle, se saattaa milloin tahansa syttyä kosketuksesta kuuman metallipinnan kanssa. Tähän mennessä yksikön ajotapamuutoksiin ja vastaaviin on varauduttu virittämällä valmiiksi höyryletkuja eri tasoille. Pahimmassa tapauksessa höyryletkuja on vedetty vasta vuototilanteissa. Vuoro 6 on laatimassa aloitetta, että saataisiin suojarahöyryrengas kaikista muutosherkimmälle lämmönvaihtimelle (EA-579).

Lämmönvaihtimien lisäksi myös uunin syöttö- ja ulostulohaaroilta puuttuu suojarahöyryt. Syöttö- ja ulostulohaarojen laipat ovat melko korkealla, eikä sinne lähelle pääse nopeasti ja turvallisesti tulipalon sattuessa, koska ne ovat putkisillan keskiosassa hoitotasolla, jolle pitää kiivetä pystytikkaita pitkin. Uunin ulostulolämpötila on yli 350 °C. Tämän takia

sinne olisi hyvä ainakin miettiä ja/tai harkita suojahöyryrenkaiden hankkimista ja asentamista.

7.11.4 VHVI

VHVI:ssä painetaso on n. 140 bar ja mukana on vetyä. Lämpötilat ovat yli 300 °C. Tämän hetken tilanne on, että reaktoreiden DC-36001 ja -2, sekä lämmönvaihtimien EA-36002A, -B ja EA-36003A, -B, -C, -D suojahöyryt ovat kohteisiin nähden hyvin suojaisissa paikassa. Sen sijaan, uunien BA-36001 ja -2 sisäänmeno- ja ulostulolaippojen suojahöyryventtiilit ovat turhan lähellä suojattavia kohteita.

Suojahöyryventtiileinä käytetään palloventtiileitä, mikä sinänsä on ihan hyvä ratkaisu, koska ne ovat nopeasti operoitavissa. Ongelmana on, että ajan myötä pallon tiiviste kuluu tai vaurioituu ja venttiili alkaa vuotamaan höyryä läpi. Kun höyryn virtaus on pieni, se alkaa kondensoitua vedeksi. Lopulta suojahöyryputki täyttyy vedellä. Talvella vesi jäätyy ja silloin tuloksena on haljennut suojahöyryputki, jota ei voi käyttää.

7.11.5 BIY

BIY:ssä suojahöyryt on jaettu kolmeen eri jakotukkiin, jotka on sijoitettuna pumppukäytävälle. Tukeista saadaan höyryä lämmönvaihtimille EA-31001A-E, EA-31001G-K ja EA-31006A-D. Kyseinen jakotukkien sijoittelu on hyvä. Kaikki kolme jakotukkaa sijaitsevat kukin oman pilarin kyljessä maatasolla niin, että pilari on vaihtimien ja jakotukin välissä. Kyseisissä kohteissa paine ei ole kovin suuri. Lämpötila sen sijaan on melko korkea ja jos bitumi syttyy, se palaa kuumasti ja sitä on hankala sammuttaa. Lähistöllä on kuitenkin paloposteja tykkeineen sekä jauhesammuttimia. Tämän lisäksi vaihtimien edessä on leveä tie, jonne palokunta pääsee nopeasti tarpeen tullen.

Yksikön uunin syöttö- ja ulostulohaarailta suojahöyryt puuttuvat kokonaan. Sisäänmeno- ja ulostulohaarat ovat melko korkealla ja putkisillan ja uunin välissä. Tämä tarkoittaa sitä, että sinne on hyvin vaikea päästä käsiksi vuototilanteissa. Vaikka kyseessä on bitumi, joka itsestään on hyvin raskas ja viskoottinen aine, kun sitä kuumennetaan noin 400 °C:n lämpötilaan, muuttuu se hyvin juoksevaksi ja paloherkäksi.

7.12 Ratkaisuehdotus

7.12.1 KAAPO

KAAPO:n suojahöyryjen osalta on tehty aloite niiden muuttamisesta (liite 7 sivu 1). Se ei kuitenkaan tapahdu hetkessä, koska suojahöyry täytyy muuttaa 16 bar → 5 bar. Lisäksi suojahöyryn jakotukki siirretään turvallisempaan paikkaan. Tämä vaatii putkistosuunnittelun lisäksi myös isometrikuvien ja PI-kuvien muokkaamista.

7.12.2 VK

Suunnitteilla oleva suojahöyryn putkisto ja jakotukki, joka tulee uunin BA-301:n eteläpuolelle, suunnitellaan niin, että se on mahdollista jatkossa muuttaa hiukan kauemmaksi, kuitenkin paljon putkistoa purkamatta [34]. Varautuminen tehdään joko asentamalla laippapari putkiston suoralle osiolle juuri ennen, kun se kääntyy uunin taakse, tai asentamalla laippaparia, jolloin putki tarvittaessa katkaistaan hitsaussaumasta ja jatketaan suunniteltuun paikkaan [34].

Oma henkilökohtainen mielipide on se, että jakotukki olisi paljon turvallisempi sijoittaa VK:n uuden piipun eteläpuolelle (liite 7 sivu 5). Tällöin jakotukki olisi kauempana korkeapaineosasta ja uunin syöttöhaaroista. Tultaessa TL1:n tukitilasta suojahöyryventtiilit olisivat heti operoitavissa. Lisäksi kyseiseen paikkaan voisi sijoittaa yksikön kenttäkytkintaulu. Myös yksikön vesivaleluventtiilit ovat lähellä (luultavasti siirretään jossakin vaiheessa lähemmäksi uutta piippua). Tällöin suurin osa yksikön turvallisuuteen liittyvistä järjestelmistä olisi keskitettynä samaan paikkaan.

Uunin BA-301:n syöttö- ja ulostulohaaroille kannattaisi suunnitella suojahöyryrenkaat, kuten myös reaktoreiden DC-302 ja -3 ulostulolaipoille.

7.12.3 KTY

Pohjoisen lämmönvaihdinjunan suojahöyryjä olisi hyvä käydä ajatuksella läpi aluevas-
taavan, putkistosuunnittelijan, yksikön käyttöinsinöörin ja vuoro-operaattoreiden kassa. Nykyinen toimintamalli ei ole turvallinen: kuumaa öljyä valuu ylimmästä lämmönvaihti-

mesta kahden alla olevan vaihtimen päälle, ja operaattorit virittävät höyryletkuja vuoto-kohteen vieressä. Tilaa suojahöyryn jakotukille on ja se on merkitty liitteessä 7 sivulla 3. Myös suojahöyryrenkaille on tilaa.

Mikäli jossakin vaiheessa tulee tarpeen laittaa uunin BA-501:n syöttö- ja ulostulohaaroille suojahöyryrenkaat, tulee suojahöyrynjakotukille keksiä oma paikka, sillä vaihdinjunan jakotukin paikka on yksikön toisessa päädyssä, melko kaukana uunista.

7.12.4 VHVI

VHVI:ssä olisi hyvä siirtää uunien BA-36001 ja -2 suojahöyryjen venttiilit samaan paikkaan, missä muiden laitteiden suojahöyryventtiilit sijaitsevat (liite 7 sivu 4). Tällöin kaikki yksikön turvallisuuteen liittyvät järjestelmät sijaitsisivat kootusti turvallisessa paikassa mahdollisimman kaukana suojattavista kohteista. Muutostyön yhteydessä olisi hyvä tarkistaa palloventtiilien sopivuuden kyseiseen järjestelmään.

7.12.5 BIY

BIY:n lämmönvaihtimien suojahöyryjärjestelmälle ei ole tarpeellista tehdä mitään. Sen sijaan uunille on saatava suojahöyryrenkaat syöttö- ja ulostulolaiipoille.

7.13 Saavutettavat hyödyt

Hyvin suunnitelluista ja toimivista suojahöyryjärjestelmistä on paljonkin hyötyä. Yksi hyödyistä on se, että yksikön paloturvallisuus paranee huomattavasti, sillä yrityksellä on parempi valmius pienten palojen ja vuotojen torjuntaan.

Jakotukin ja venttiilien sijoitus on myös tärkeä tekijä operointiturvallisuuksessa ja paloturvallisuuksessa. Kun jakotukki venttiileineen on sijoitettu turvalliseen paikkaan kauemaksi suojattavista kohteista, muuttuu suojahöyryjärjestelmä käyttäjäystävällisemmäksi. Lisäksi käyttäjä itse on turvassa operoitaessa suojahöyryjä palo- ja/tai vuototilanteissa. Yllä mainittujen syiden lisäksi myös se, että yksikön turvallisuuteen liittyvät järjestelmät on keskitetty yhteen paikkaan, parantaa operointiturvallisuuksia.

Esimerkiksi, kun johonkin vuoroon tulee uusi operaattori, hänelle näytetään ensimmäisinä päivinä, missä ovat eri yksiköiden kenttäkytkimet, suojahöyryventtiilit ja yksiköiden vesivalelut. Tällä hetkellä kaikki nämä ovat hajotetusti alueella ja uusi operaattori ei pysty millään muistamaan kaikkia venttiileitä eikä sitä, missä pilarissa mikäkin kenttäkytkin oli kiinni ja kummalla puolella pilaria. Jos kaikki nämä turvajärjestelmät viedään yhteen paikkaan, niin uusien operaattoreiden opastuskin paranee ja helpottuu huomattavasti. Tällöin uudesta operaattoristakin on paljon enemmän hyötyä, kun hän tietää, missä kaikki kytkimet ja suojahöyryventtiilit ovat. Hän voi yksinään operoida niitä, ja kokeneemmat operaattorit voivat keskittyä yksikön turvalliseen tilaan saattamiseen.

Eli yhteenvetona saavutettavista hyödyistä: paloturvallisuus, operointiturvallisuus ja uusien operaattoreiden opastus paranevat huomattavasti.

7.14 Suojahöyryt muualla maailmassa

7.14.1 UPM Lappeenrannan biojalostamo

Suojahöyryt ovat käytössä kriittisillä laipoilla, joissa ollaan aineiden itsesyttymislämpötilan yläpuolella. Käytännössä niitä käytetään korkeapainelämmönvaihtimien laipoilla ja reaktoreiden sisäänmeno- ja ulostulolaipoilla. Jakotukit on sijoitettu yhteen paikkaan, josta niitä pääsee turvallisesti operoimaan. [14.]

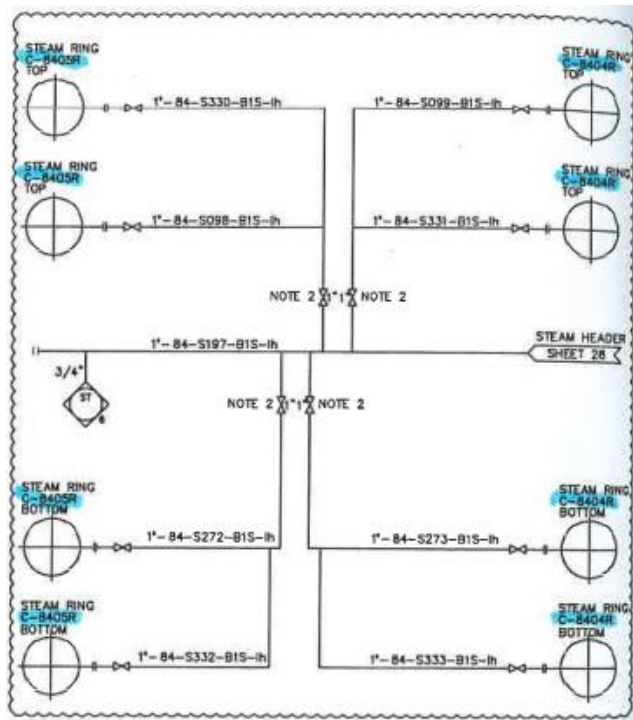
7.14.2 Borealis Polymers Oy Kilpilahti

Suojahöyryrenkaita löytyy kriittisiltä laitteilta, pääsääntöisesti reaktoreiden ja lämmönvaihtajien laipoilta. Suojahöyryjä käytetään myös tilanteissa, joissa kaasuja joudutaan päästämään ulkoilmaan, kaasuseoksen laimentamiseksi. Jakotukit on pyritty sijoittamaan turvalliseen paikkaan. [15.]

7.14.3 Bapco Bahrain perusöljy-yksikkö

Bahrainin perusöljy-yksikön laitteilla ovat myös käytössä suojahöyryrenkaat. Kuten muillakin laitoksilla, renkaat löytyvät kuumilta ja paineellisilta laitteilta. Laitos on rakennettu väljästi, joten jakotukitkin ovat turvallisessa paikassa. Yleensä suojahöyryrenkaita on

asennettu vähintään 15 metrin etäisyydelle jakotukin juuriventtiilistä. Kuvassa 11 note 2 kuvaa edellistä lausetta. Tämä ehto asettaa tietyntylaiset rajoitteet jakotukin sijoittelulle.



Kuva 11. Bahrain suojahöyryt eräällä laiteryhmällä [29].

7.14.4 Neste Netherlands B.V. Rotterdamin jalostamo

Rotterdamin uusiutuvien polttoaineiden jalostamolla ovat suojahöyryt myös käytössä. Kuten kaikkialla muuallakin, sielläkin suojahöyryt ovat pääsääntöisesti käytössä lämmönvaihtimilla ja reaktoreilla. [16.]

8 Yhteenveto

Palontorjunta öljynjalostamolla on hyvin tärkeä asia turvallisuuden kannalta. Palontorjuntamenetelmistä on paljon asiaankuuluvaa kirjallisuutta. Suurin osa on kuitenkin ohjekirjoja, joissa on asiantuntijoiden ehdotuksia ja näkemyksiä erilaisista palontorjuntamenetelmistä. Turvallisuuden lisäksi toimiva ja ajan tasalla oleva palontorjunta merkitsee myös kustannussäästöjä esim. vakuutusmaksujen osalta. Turvallisuusasetuksien mukaan jalostamolla pitäisi nykyään olla liekinilmaisujärjestelmiä. Tällä hetkellä Porvoon jalostamon TL1:n prosessialueella ei ole liekinilmaisimia.

Tässä työssä tutkittiin kolmea erilaista palontorjuntamenetelmää. Ensimmäisessä osassa kerättiin paljon tietoa liekinilmaisimista, erilaisista kentällä olevista kytkimistä sekä sammutus- eli suojahöyryistä. Lisäksi kerättiin tietoa liekinilmaisimien ja hätä-seis-kytkimien sijoituksesta kentälle, paloturvallisuudesta sekä turva-automaatiosta. Tietämystä hätä-seis-kytkimien sijoittelusta käytettiin hyväksi kenttäkytkintaulujen sijoitteluehdotuksien tekemisessä. Tietoa liekinilmaisimien havaitsemistekniikoista ja niiden ominaisuuksista käytettiin hyväksi liekinilmaisimien vertailutaulukon tekemisessä.

Työn toisessa osassa laadittiin taulukko, jossa oli TL1:n prosessiyksiköiden jakeet ja niiden palamiseen liittyvät ominaisuudet listattuna. Lisäksi taulukkoon listattiin jakeita prosessoitavat laitteet sekä ko. laitteiden olosuhteet, kuten lämpötila ja paine. Kriittisimmät kohteet merkittiin punaisella ja harkintakohteet oranssilla taustavärillä. Lisäksi laadittiin lay-out-kaaviot kentällä olevista kytkimistä sekä suojahöyryistä. Lay-out-kaavioihin merkittiin myös ehdotetut suojahöyryjen jakotukkien paikat. Ehdotettuja ratkaisuja eri palontorjuntamenetelmästä verrattiin kirjallisuuteen. Lopuksi yritettiin ottaa puhelimitse ja sähköpostitse yhteyttä eri öljynjalostamoihin ympäri maailmaa. Tarkoituksena oli selvittää, millä tasolla tässä työssä käsiteltävät palontorjuntamenetelmät ovat muualla maailmassa. Vastausprosentti oli kuitenkin todella heikko.

Työn aikana löytyi eräs liekinhavaitsemisjärjestelmä, jonka avulla voidaan muitakin ominaisuuksia mitata. Tällaista järjestelmää kannattaisi vähintään harkita jalostamolle käytettäväksi.

Kenttäkytkintaulut ovat sinänsä suhteellisen uusi järjestelmä. Niistä on hyvin vähän tietoa saatavilla. Ne ovat kuitenkin toimiva järjestelmä, joka auttaa paitsi paloturvallisuusasioissa, mutta myös käytännön asioissakin, kuten esim. uusien operaattorien opastamisessa.

Suojahöyryjen osalta paljastui, ettei Neste Oyj:llä ole yhtenäistä omaa spesifikaatiota niiden suhteen. Jos sellainen saataisiin, olisi näiden suunnittelu jatkossa paljon helpompaa. Uskon, että tämän työn avulla voitaisiin laatia sellainen spesifikaatio tai ohje.

Yllätyksenä, tai pikemminkin pettymyksenä tuli se, ettei suurin osa yhtiöistä, joita yritin tavoitella, vastannut millään tavalla viesteihini. Muuten työ oli kaikin puolin mielenkiintoinen ja itse opin paljon uutta asiaa mm. ATEX:sta ja turva-automaatiosta. Toivon, että tällä työllä olisi käyttöä Porvoon jalostamolla.

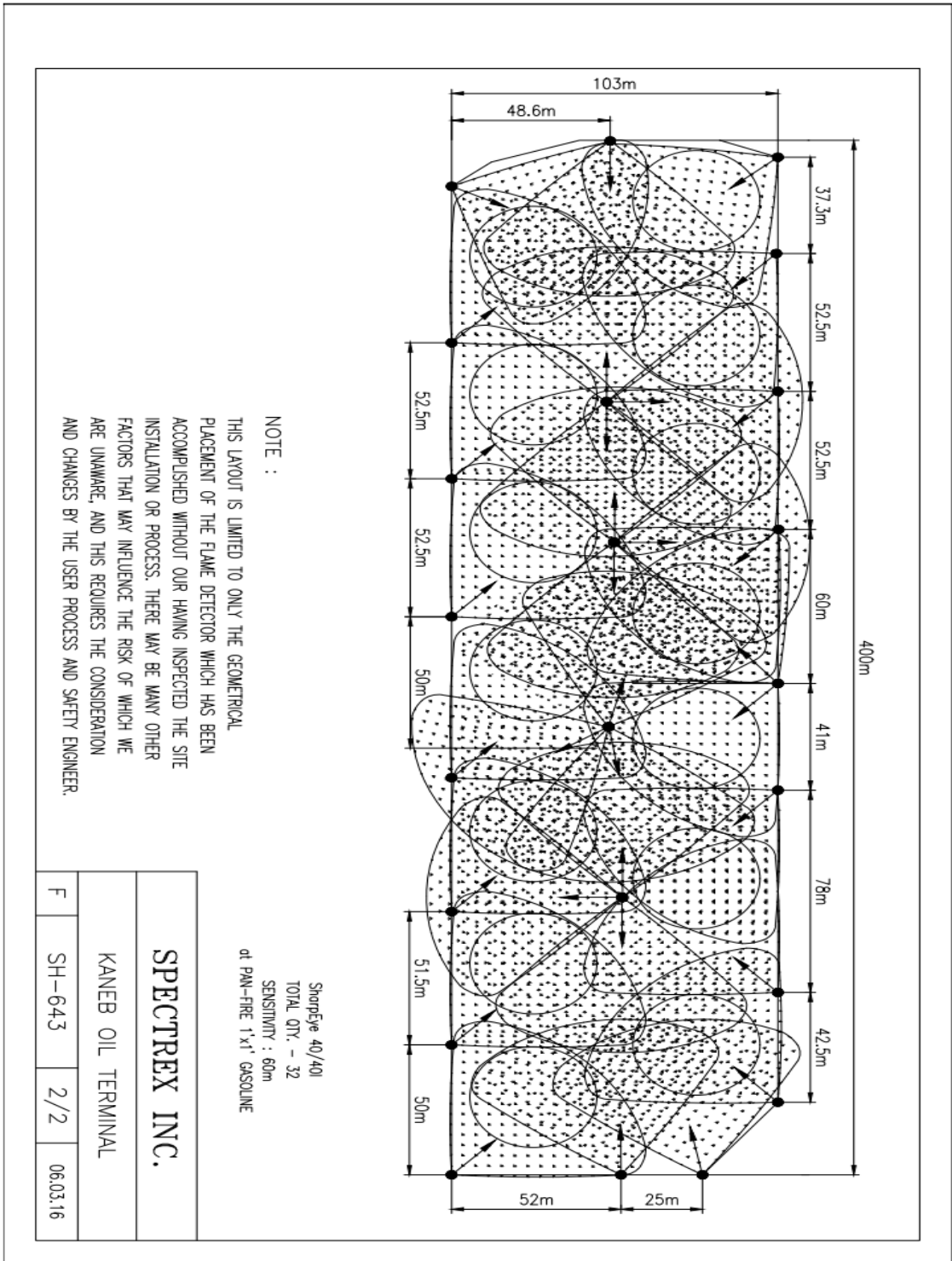
Lähteet

- 1 Porvoon tuotantolaitokset. Neste Oyj. 2014. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 2 Harju, Jouni. 2004. Tulipaloriskien analysointi ja riskeihin varautuminen öljynjalostuksessa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu.
- 3 Guidelines for fire protection in chemical, petrochemical and hydrocarbon processing facilities. American Institute of Chemical Engineers. 2003. Publication number G-83, s. 5–255.
- 4 Tukes. 2015. ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus-opas, s. 4–9.
- 5 SKS Automaatio. 2009. ATEX-merkinnän lukuohje. Verkkodokumentti, s. 3–12.
- 6 Nolan, Dennis. 1996. Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles: for Oil, Gas, Chemical and Related Facilities. 1st Edition, s. 116–119; 177; 180–185; 211.
- 7 The SharpEye™ 40/40I (Triple IR). 2016. Verkkodokumentti. Fire detector. < http://www.draeger.com/sites/en_sea/Pages/Oil-Gas-Industry/SharpEye-40-40I-Triple-IR-IR3-Flame-Detector.aspx >. Luettu 2.11.2016.
- 8 Vierinen, Kari. 2016. Kuituoptiset anturijärjestelmät. Opetusaineisto. Langattomat Anturijärjestelmät/Kuituoptiset anturijärjestelmät, s. 1–22.
- 9 Protectowire Fibersystem 8000. 2016. Verkkodokumentti. < <http://callpsi.com/products/protectowire-linear-heat-detection-cable/control-systems/fiber-optic-linear-heat-detection/> >. Luettu 20.10.2016.
- 10 Opsens Solutions. 2016. Verkkodokumentti. < <https://opsenssolutions.com/products/fiber-optic-point-sensors-pressure-temperature/> >. Luettu 20.10.2016.
- 11 NFPA 72. 2007. National Fire Alarm Code. Initiating devices, s. 38–45; 92–114.
- 12 Hofman, Jurgen. 2016. Desu Systems – Special Hazard Fire Detection and Suppression. Sähköpostikeskustelu 11.8.2016.
- 13 Vakuutustarkastuksen suosituksia. 2014. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 14 Junnonen, Ossi. 2016. Vuoromestari, UPM, Lappeenranta. Sähköpostikeskustelu 24.9.2016.
- 15 Kallio, Jyri. 2016. Operaattori, Borealis Polymers OY, Kilpilahti. Suullinen keskustelu.

- 16 Neste Oyj. 2013. Rotterdamin laitoksen vakuutustarkastusten raportti. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 17 Neste Oyj. 2013. Singaporen laitoksen vakuutustarkastusten raportti. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 18 Lehto, Juuso. 2014. RFID-turvakytkinten käyttö suojaorttilukituksessa ja sen valvonnassa. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 19 Turvakytkin. 2013. Verkkodokumentti. < <https://fi.wikipedia.org/wiki/Turvakytkin> >. Luettu 14.6.2016.
- 20 Turvakytkin. 2016. Verkkodokumentti. < <http://en.elektrotools.de/Product/Explosion-proof-switch-Plastic-Off-switch-3-GHG2622301R0002> >. Luettu 14.6.2016.
- 21 Häätä-seis-painike. 2016. Verkkodokumentti. < <https://fi.wikipedia.org/wiki/H%C3%A4t%C3%A4-seis-painike> >. Luettu 15.6.2016.
- 22 Häätä-seis-painike. 2016. Verkkodokumentti. < <http://www.selcast.fi/fi/tuotteet/9/98> >. Luettu 15.6.2016.
- 23 Turva-automaatiojärjestelmän suunnittelu. Neste Oyj. 2004. K-140. Revisio 3. Nesteen sisäinen dokumentti, s. 11–12 ja 29.
- 24 Turva-automaatio prosessiteollisuudessa. 2007. TUKES. Verkkodokumentti. < http://www.tukes.fi/Tiedostot/kemikaalit_kaasu/Turva-automaatio_prosessiteollisuudessa.pdf >. Luettu 22.10.2016.
- 25 Pirinen, Jukka-Pekka. 2013. Turva-automaatio. Koulutusmateriaali.
- 26 Neste Oyj. 2010. VK-yksikön suojausten toimintakuvaus. OQD-786. Versio 10. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 27 Vepsäläinen, Pasi. 2016. Automaationtyöjohtaja, Neste Oyj, Porvoon jalostamo. Sähköpostikeskustelu 11.8.2016 ja suullinen keskustelu 05.6.2016.
- 28 Tolonen, Matti. 2016. Automaationtyöjohtaja, Neste Oyj, Porvoon jalostamo. Sähköpostikeskustelu 25.6.2016.
- 29 Mårtens, Jarmo. 2016. Operaattori, Neste Oyj, Porvoon jalostamo. Suullinen keskustelu + Bahrainin materiaalikansion lainaus 20.9.2016.
- 30 NFPA 86 liite F. 2016. Standard for ovens and furnaces. Appendix F. Luettu 29.7.2016.

- 31 Putkiston suunnitteluspesifikaatio. 2016. H-101. Revisio 18. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 32 ASTM A105 / A105N Flanges. 2015. Verkkodokumentti. < <http://astm-a105n-flanges.blogspot.fi/2015/02/astm-a105-a105n-flanges.html> >. Luettu 25.6.2016.
- 33 Kauluslaippa. 2016. Verkkodokumentti. < https://www.alibaba.com/product-detail/carbon-steel-forged-black-steel-a105_60124012309/showimage.html >. Luettu 24.7.2016.
- 34 Hakonen, Ville. 2016. Putkistosuunnittelija, Neste Jacobs, Porvoo. Puhelinkeskustelu. Kesä 2016.
- 35 Venttiilimateriaalit ja tarkastusvaatimukset. 2013. H-131. Revisio 2. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 36 Pallo-, läppä- ja tulppaventtiilit. 2013. H-132. Revisio 2. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 37 Luisti-, istukka- ja takaiskuventtiilit. 2013. H-130. Revisio 4. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 38 Korroosionestomaalauspesifikaatio. 2012. L-103 + liite 1. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 39 Putkikannakkeet. 2013. H-109. Revisio 9. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 40 Lämpöeristyspesifikaatio. 2012. L-101. Revisio 15. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 41 Putkiston painekoe. 2016. H-106. Revisio 13.1. Nesteen sisäinen dokumentti.
- 42 Fire Protection in Refineries. 2012. API Recommended Practice 2001. Ninth edition. Steam smothering, s. 36.
- 43 Fire Safety Guidelines for Open Plant Structures in Oil, Chemical and Process Industries. 2011. Singapore Fire Safety Guidelines. Steam systems, s. 39. Luettu 6.8.2016.
- 44 Prosessipalojen sammuttaminen. 2016. OQD-6641. Versio 4. Nesteen sisäinen dokumentti.

Liekinilmaisimien valmistajan esimerkki 400 x 103 metrin alueen kattamisesta liekinilmaisimilla



Liekinilmaisimien ominaisuuksien vertailutaulukko

Valmistaja	Emerson							
Malli	Rosemount 975UR		Rosemount 975UF		Rosemount 975HR		Rosemount 975	
Havaitsemistekniikka	UV/IP-dual		UV/IP-dual		Multispektri IP		3 IP taajuusalueita	
Aurinkosokea	-		Kyllä		-		-	
Buil-in-test (BIT)	Automaattinen ja manuaalinen		Automaattinen		Automaattinen ja manuaalinen		Visuaalieheys: Autom. Ja manuaalinen	
Linssin lämmitys	Kyllä		Kyllä		Kyllä		Kyllä	
MTBF	150 000h		150 000h		150 000h		150 000h	
Takuu	5 vuotta		5 vuotta		5 vuotta		5 vuotta	
SIL2	Hyväksytty		Hyväksytty		Hyväksytty		Hyväksytty	
Spektrivaste	UV: 0,185 - 0,260 µm		UV: 0,185 - 0,260 µm		Multi IP taajuusalueet		3 IP taajuusalueita	
	IP: 4,4 - 4,6 µm		IP: 2,5 - 3,0 µm					
Havaitsemistäisyys (korkeimmalla herkkyyssasetuksella; 0,1 m2 lamikkopalo); * = 0,75m korkea, 0,25m leveä tulipilvi; ** = 0,5m korkea, 0,2m leveä tulipilvi	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)
	n-heptaani	20	n-heptaani	20	n-heptaani	65	n-heptaani	65
	benziini	20	benziini	20	benziini	65	benziini	65
	diesel	15	diesel	15	diesel	45	diesel	45
	JP5	15	JP5	15	JP5	45	JP5	45
	petroli	15	petroli	15	petroli	45	petroli	45
	metanoli	12	metanoli	8	metanoli	35	metanoli	40
	IPA	16	IPA	13	IPA	40	IPA	40
	metaani *	13	metaani *	8	metaani *	45	metaani **	30
	alkoholi 95%	12	etanoli	7,5	etanoli	40	etanoli	40
	polypropyleenipellettejä	15	polypropyleenipellettejä	13	polypropyleenipellettejä	35	polypropyleenipellettejä	5
	Vety *	-	Vety *	11	Vety *	38	Vety *	-
	Ammoniakki	-	Ammoniakki **	6	Ammoniakki **	18	Ammoniakki **	-
	Silaani	-	Silaani **	1,8	Silaani **	2	Silaani **	-
toimistopaperi	7	toimistopaperi	5	toimistopaperi	25	toimistopaperi	10	
LPG *	15	LPG *	13	LPG *	45	LPG **	30	
Elektromagneettinen yhteensopivuus	EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan		EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan		EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan		EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan	
Vasteaika	Normaalisti 3s		Normaalisti 3s, 20 ms reagointi-aika väkkyvälle liekille		Normaalisti 5s		Normaalisti 5s	
Näkökenttä	Vaakasunnassa 100°		Vaakasunnassa 100°		Vaakasunnassa 80° / 67°		Vaakasunnassa 100°	
	Pystysunnassa 95°		Pystysunnassa 95°		Pystysunnassa 80° / 70°		Pystysunnassa 95°	
Lämpötila-alue	Operointi: -55 °C - +75 °C		Operointi: -55 °C - +75 °C		Operointi: -55 °C - +75 °C		Operointi: -55 °C - +75 °C	
	Option: -55 °C - +85 °C		Option: -55 °C - +85 °C		Option: -55 °C - +85 °C		Option: -55 °C - +85 °C	
	Varastointi: -55 °C - +85 °C		Varastointi: -55 °C - +85 °C		Varastointi: -55 °C - +85 °C		Varastointi: -55 °C - +85 °C	
Kosteus	Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)		Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)		Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)		Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)	
Operointijännite	24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)	
Sähkökulutus	Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linsinlämmityksellä)		Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linsinlämmityksellä)		Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linsinlämmityksellä)		Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linsinlämmityksellä)	
	Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linsinlämmityksellä)		Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linsinlämmityksellä)		Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linsinlämmityksellä)		Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linsinlämmityksellä)	
Kaapeliliäpiviennit	2 x ¾" - 14 NPT kierrelliitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO		2 x ¾" - 14 NPT kierrelliitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO		2 x ¾" - 14 NPT kierrelliitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO		2 x ¾" - 14 NPT kierrelliitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO	
Releet	Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele	
	Vika:	0 + 1 mA	Vika:	0 + 1 mA	Vika:	0 + 1 mA	Vika:	0 + 1 mA
0-20 mA (porrastettu)	BIT vika:	2 mA ± 10 %	BIT vika:	2 mA ± 10 %	BIT vika:	2 mA ± 10 %	BIT vika:	2 mA ± 10 %
	Normaali:	4 mA ± 10 %	Normaali:	4 mA ± 10 %	Normaali:	4 mA ± 10 %	Normaali:	4 mA ± 10 %
	IP:	8 mA ± 5 %	IP:	8 mA ± 5 %	IP:	8 mA ± 5 %	IP:	8 mA ± 5 %
	UV:	12 mA ± 5 %	UV:	12 mA ± 5 %	UV:	12 mA ± 5 %	UV:	12 mA ± 5 %
	Varoitust:	16 mA ± 5 %	Varoitust:	16 mA ± 5 %	Varoitust:	16 mA ± 5 %	Varoitust:	16 mA ± 5 %
	Hälytys:	20 mA ± 5 %	Hälytys:	20 mA ± 5 %	Hälytys:	20 mA ± 5 %	Hälytys:	20 mA ± 5 %
	Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω	Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω	Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω	Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω
HART-protokola RS-485	mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen	
Materiaali	Ruostumatonta teräs 316L		Ruostumatonta teräs 316L		Ruostumatonta teräs 316L		Ruostumatonta teräs 316L	
Vesi ja pöly	IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P		IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P		IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P		IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P	
Vaara-alue	ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx	
	Ex II 2 GD		Ex II 2 GD		Ex II 2 GD		Ex II 2 GD	
	Ex d e IIC T5 Gb		Ex d e IIC T5 Gb		Ex d e IIC T5 Gb		Ex de IIC T5 (Ta -55 °C - +75 °C)	
	Ex tb IIIC T96 °C Db (-55 °C ≤ Ta ≤ +75 °C)		Ex tb IIIC T96 °C Db (-55 °C ≤ Ta ≤ +75 °C)		Ex tb IIIC T96 °C Db (-55 °C ≤ Ta ≤ +75 °C)		Ex tD A21 IP66/X7 T 95 °C	
	Ex d e IIC T4 Gb		Ex d e IIC T4 Gb		Ex d e IIC T4 Gb		Ex de IIC T4 (Ta -55 °C - +85 °C)	
	Ex tb IIIC T106 °C Db (-55 °C ≤ Ta ≤ +85 °C)		Ex tb IIIC T106 °C Db (-55 °C ≤ Ta ≤ +85 °C)		Ex tb IIIC T106 °C Db (-55 °C ≤ Ta ≤ +85 °C)		Ex tD A21 IP66/X7 T 105 °C	
	FM/FMC/CSA		Ex tD A21 IP66/X7 T 95 °C		FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA	
	Luokka I Div.1 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 Ryhmät B, C ja D		-	
Luokka II/III Div. 1 Ryhmät E, F ja G		Luokka II/III Div. 1 Ryhmät E, F ja G		Luokka II/III Div. 1 Ryhmät E, F ja G		-		
Muuta huomioitavaa								
Hinta (€)	Määrästä riippumatta, hinta on 1764/kpl		Määrästä riippumatta, hinta on 1878/kpl		Määrästä riippumatta, hinta on 2576/kpl		Määrästä riippumatta, hinta on 2450/kpl	

Valmistaja	Spectrex Inc.					
Malli	Sharpeye 40/40I		Sharpeye 40/40M		Sharpeye 40/40 UV/IR	
Havaitsemistekniikka	3 IP taajuusalueita		Multispektri IP		UV/IP -dual	
Aurinkosokea	-		-		kyllä	
Buil-in-test (BIT)	Automaattinen ja manuaalinen		Automaattinen ja manuaalinen		Automaattinen ja manuaalinen	
Linssin lämmitys	Kyllä		Kyllä		Kyllä	
MTBF	150 000h		150 000h		150 000h	
Takuu	5 vuotta		5 vuotta		5 vuotta	
SIL2	Hyväksytty		Hyväksytty		Hyväksytty	
Spektrivaste	3 IP taajuusalueita		Multi IP taajuusalueet		40/40L-LB UV: 0.185 - 0.260 µm; IP: 2.5 - 3.0 µm 40/40L4-L4B UV: 0.185 - 0.260 µm; IP: 4.4 - 4.6 µm	
Havaitsemistäisyys (korkeimmalla herkkyyasetuksella: 0,1 m2 lammikkopalo); * = 0,75m korkea, 0,25m leveä tulipilvi; ** = 0,5m korkea, 0,2m leveä tulipilvi	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)
	n-heptaani	65	n-heptaani	65	n-heptaani	15
	bensiini	65	bensiini	65	bensiini	15
	diesel	45	diesel	45	diesel	11
	JP5	45	JP5	45	JP5	11
	petroli	45	petroli	45	petroli	11
	metanoli	35	metanoli	35	metanoli	7,5
	IPA	40	IPA	40	IPA	7,5
	metaani **	30	metaani **	30	metaani **	5
	etanoli 95 %	40	etanoli 95 %	40	etanoli 95 %	7,5
	polypropyleenipellettejä	5	polypropyleenipellettejä	5	polypropyleenipellettejä	4
	Vety *	-	Vety **	30	Vety **	5
	Ammoniikki **	-	Ammoniikki **	-	Ammoniikki **	-
	Silaani **	-	Silaani **	-	Silaani **	-
toimistopaperi	10	toimistopaperi	10	toimistopaperi	5	
LPG **	30	LPG **	30	LPG **	5	
Elektromagneettinen yhteensopivuus	EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan		EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan		EM/RFI suojattu EN 61326-3 ja EN 61000-6-3 mukaan	
Vasteaika	Normaalisti 5s		Normaalisti 5s		Normaalisti 5s	
Näkökenttä	Vaakasunnassa 100°		Vety / bensini 80° / 67°		Vaakasunnassa 100°	
	Pystysuunnassa 95°		80° / 70°		Pystysuunnassa 95°	
Lämpötila-alue	Operointi: -55 °C - +75 °C		Operointi: -55 °C - +75 °C		Operointi: -55 °C - +75 °C	
	Option: -55 °C - +85 °C		Option: -55 °C - +85 °C		Option: -55 °C - +85 °C	
	Varastointi: -55 °C - +85 °C		Varastointi: -55 °C - +85 °C		Varastointi: -55 °C - +85 °C	
Kosteus	Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)		Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)		Aina 95 %:iin asti ei kondensoituvaa (kestää jopa 100% RH lyhyitä aikoja)	
Operointijännite	24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)	
Sähkökulutus	Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linssinlämmityksellä)		Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linssinlämmityksellä)		Valmiustila: Max 90 mA (110 mA linssinlämmityksellä)	
	Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linssinlämmityksellä)		Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linssinlämmityksellä)		Hälytystila: Max 130 mA (160 mA linssinlämmityksellä)	
Kaapeliläpiviennit	2 x 3/4" - 14 NPT kierreltiitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO		2 x 3/4" - 14 NPT kierreltiitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO		2 x 3/4" - 14 NPT kierreltiitos tai 2 x M25 x 1,5 mm ISO	
Releet	Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele	
0-20 mA (porrastettu)	Vika:	0 + 1 mA	Vika:	0 + 1 mA	Vika:	0 + 1 mA
	BIT vika:	2 mA ± 10 %	BIT vika:	2 mA ± 10 %	BIT vika:	2 mA ± 10 %
	Normaali:	4 mA ± 10 %	Normaali:	4 mA ± 10 %	Normaali:	4 mA ± 10 %
					IP:	8 mA ± 5 %
					UV:	12 mA ± 5 %
	Varoitus:	16 mA ± 5 %	Varoitus:	16 mA ± 5 %	Varoitus:	16 mA ± 5 %
	Hälytys:	20 mA ± 5 %	Hälytys:	20 mA ± 5 %	Hälytys:	20 mA ± 5 %
Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω	Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω	Resistanssi luuppi:	100 - 600 Ω	
HART-protokola	mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen	
RS-485	mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen	
Materiaali	Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L	
Vesi ja pöly	IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P		IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P		IP66 ja IP67 per EN 60529, NEMA 250 6P	
Vaara-alue	ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx	
	Ex II 2 GD		Ex II 2 GD		Ex II 2 GD	
	Ex de IIC T5 (Ta -55 °C - +75 °C)		Ex de IIC T5 (Ta -55 °C - +75 °C)		Ex de IIC T5 (Ta -55 °C - +75 °C)	
	Ex tD A21 IP66/X7 T 95 °C		Ex tD A21 IP66/X7 T 95 °C		Ex tD A21 IP66/X7 T 95 °C	
	Ex de IIC T4 (Ta -55 °C - +85 °C)		Ex de IIC T4 (Ta -55 °C - +85 °C)		Ex de IIC T4 (Ta -55 °C - +85 °C)	
	Ex tD A21 IP66/X7 T 105 °C		Ex tD A21 IP66/X7 T 105 °C		Ex tD A21 IP66/X7 T 105 °C	
	FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA	
	Luokka I Div.1 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 Ryhmät B, C ja D	
Luokka II/III Div. 1 Ryhmät E, F ja G		Luokka II/III Div. 1 Ryhmät E, F ja G		Luokka II/III Div. 1 Ryhmät E, F ja G		
Muuta huomioitavaa						
Hinta (€)	3000 - 3050, Riippuen määrästä		3400 - 3500, Riippuen määrästä		2200 - 2300, Riippuen määrästä	

Valmistaja	Honeywell							
Malli	Fire Sentry SS4-AS		Fire Sentry SS2-A & SS2-AN		Fire Sentry FS24X		Fire Sentry FS20X	
Havaitsemistekniikka	UV/IP/Näkyvä valo		UV/IP/Näkyvä valo		3IP/Näkyvä valo		UV/2IP/Näkyvä valo	
Aurinkosuoja	kyllä		kyllä		-		kyllä	
Buil-in-test (BIT)	Automaattinen		Automaattinen		Automaattinen		Automaattinen	
Linsin lämmitys	-		-		-		-	
MTBF	-		-		-		-	
Takuu	2 vuotta postitusajankohdasta		2 vuotta postitusajankohdasta		3 vuotta postitusajankohdasta		3 vuotta postitusajankohdasta	
SIL2	Hyväksytty		-		FMEDA saatavissa pyydettäessä		-	
Spektrivaste	UV: 0.185 - 0.260 µm; Laaja-alueinen IP: 0.7 - 3.5 µm (vain SS4-A ja SS4-AS); Näkyvä: 0.4 - 0.7 µm		UV: 0.185 - 0.260 µm; Laaja-alueinen IP: 0.7 - 3.5 µm; Näkyvä: 0.4 - 0.7 µm		suppea-alueinen IP: 0.7 - 1.1 µm; Laaja-alueinen IP: 1.1 - 3 µm; Laaja-alueinen IP: 3.0 - 5.0 µm; Näkyvä: 0.4 - 0.7 µm		suppea-alueinen IP: 0.7 - 1.1 µm; Laaja-alueinen IP: 1.1 - 3.5 µm; UV: 0.185 - 0.26 µm; Näkyvä: 0.4 - 0.7 µm	
Havaitsemisetäisyys (korkeimmalla herkkyysasetuksella: 0,1 m2 lammikkopalo); * = 0,75m korkea, 0,25m leveä tulipilvi; ** = 0,5m korkea, 0,2m leveä tulipilvi	Palava aine		Etäisyys (m)		Palava aine		Etäisyys (m)	
	heptaani		18		heptaani		-	
	benssiini		18		benssiini		-	
	diesel		-		diesel		45,75	
	JP5		-		JP5		-	
	petroli		18		petroli		-	
	metanoli		2,3/4,5/18		metanoli		18	
	IPA		18		IPA		53	
	metaani		4,5		metaani		27	
	etanoli 95 %		4,5		etanoli 95 %		26	
	polypropyleenipellettejä		-		polypropyleenipellettejä		-	
	Vety		4,5		Vety		-	
	Ammoniakki		-		Ammoniakki		-	
	Silaani		Soveltuu		Silaani		-	
toimistopaperi		-		toimistopaperi		15		
LPG		Soveltuu		LPG		-		
Elektromagneettinen yhteensopivuus	-		-		-		-	
Vasteaika	Normaalisti 2-5s 0.09 m2 benssiinille 18 m etäisyydellä		Normaalisti 2-5s 0.09 m2 n-heptaanille 18 m etäisyydellä		3-5s 0.09m2 n-heptaanille 30.5m etäisyydellä; 3-10s 0.09m2 n-heptaanille 61m etäisyydellä		3-5s 0.09m2 n-heptaanille 30.5m etäisyydellä; 3-10s 0.09m2 n-heptaanille 61m etäisyydellä	
Näkökenttä	120° kartiomainen havaitsemiskenttä		120° kartiomainen havaitsemiskenttä		90° tai 110° kartiomainen havaitsemiskenttä		90° kartiomainen havaitsemiskenttä	
Lämpötila-alue	Operointi: -40 °C - +85 °C		Operointi: -40 °C - +85 °C		Operointi(110°): -40 °C - +85 °C		Operointi: -40 °C - +85 °C	
	-		-		Operointi(90°): -60 °C - +85 °C		Varastointi: -55 - +110°C	
	-		-		Varastointi: -55 - +110°C		-	
Kosteus	Ei kondensoitua, 10 - 90 % RH		Ei kondensoitua, 0 - 90 % RH		Ei kondensoitua, 5 - 98 % RH		Ei kondensoitua, 5 - 98 % RH	
Operointijännite	24 VDC nimellinen (20.5 - 34 VDC)		24 VDC nimellinen (20.5 - 34 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)		24 VDC nimellinen (18 - 32 VDC)	
Sähkökulutus	Valmiustila: 68 mA		Valmiustila: 56 mA		Valmiustila: 56 mA		Valmiustila: 83 mA @ 24 VDC nimellisellä	
Kaapelipiiviennit	Hälytystila: 75 mA rele-versio; 95 mA analoginen versio		Hälytystila: 68 mA		Hälytystila: 106 mA		Hälytystila: 133 mA @ 24 VDC nimellisellä	
	Lämmitin: 155 mA		-		Lämmitin: 155 mA		-	
0-20 mA (porrastettu)	2 x 3/4" - 14 NPT kierrelliitos tai vaihtoehtoisesti M25		3 x 3/4" - 14 NPT kierrelliitos		2 x 3/4" NPT kierrelliitos tai vaihtoehtoisesti M25		2 x 3/4" NPT kierrelliitos tai vaihtoehtoisesti 2 x M25	
	Releet		Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele		Hälytys, Vika ja Apurele	
	Vika:		< 0,6 mA		Vika:		-	
	BIT vika:		-		BIT vika:		-	
	Normaali:		4 mA ± 0.6 mA		Normaali:		-	
	IP:		-		IP:		-	
	UV:		-		UV:		-	
	Varoitust:		-		Varoitust:		-	
Hälytys:		20 mA ± 0.6 mA		Hälytys:		-		
Resistanssi luuppi:		283 Ω???????		Resistanssi luuppi:		-		
Resistanssi luuppi:		-		Resistanssi luuppi:		50 - 400 Ω		
HART-protokola	mahdollinen		-		mahdollinen		mahdollinen	
RS-485	mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen	
Materiaali	Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L	
Vesi ja poly	NEMA Tyyppi 3 & 4		NEMA Tyyppi 4 & 4X-IP66		NEMA Tyyppi 4 & 4X, IP66		NEMA Tyyppi 4 & 4X, IP66	
Vaara-alue	ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx	
	Ex II 2 GD		II 2 D Ex tb IIIC T135°C		II 2 D Ex tb IIIC T135°C		II 2 G D	
	Ex db IIC T5 (Ta -40 °C - +75 °C)		II 2 G Ex db IIC T4 (Ta -40 °C - +85 °C)		II 2 G Ex db IIC T4 (110° Ta -40 °C - +85 °C; 90° Ta -60 -		Ex d IIC T4 (Ta -40 °C - +110°C)	
	Ex db IIC T6 (Ta -40 °C - +75°C)		II 2 G Ex db IIC T5 (Ta -40 °C - +75)		II 2 G Ex db IIC T5 (110° Ta -40 °C - +75 °C; 90° Ta -60 -		Ex d IIC T5 (Ta -40 °C - +75°C)	
	Ex db IIC T4 (Ta -40 °C - +85 °C)		II 2 G Ex db IIC T6 (Ta -40 °C - +60°C)		G Ex db IIC T6 (110° Ta -40 °C - +60°C; 90° Ta -60 - +110		Ex d IIC T6 (Ta -40 °C - +60°C)	
	Ex tb IIIC T135°C		Ex tb IIIC T135°C		Ex tb IIIC T135°C		Ex tb IIIC T135°C	
	FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA	
	Luokka I Div.1 & 2 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 & 2 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 & 2 Ryhmät B, C ja D		Luokka I Div.1 & 2 Ryhmät B, C ja D	
	Luokka II Div.1 & 2 Ryhmät E, F ja G		Luokka II Div.1 & 2 Ryhmät E, F ja G		Luokka II Div.1 & 2 Ryhmät E, F ja G		Luokka II Div.1 & 2 Ryhmät E, F ja G	
	Luokka III		Luokka III		Luokka III		Luokka III	
Noudattaa EN6100-6-4 & EN50130-4		-		Noudattaa EN6100-6-4 & EN50130-4		Noudattaa EN6100-6-4 & EN50130-4		
Muuta huomioitavaa	Sopii kaasukompressoritiloihin.		-		-		-	
Hinta (€)	Ei vastausta		Ei vastausta		Ei vastausta		Ei vastausta	

Valmistaja	GENERAL MONITORS					
Malli	Modeli FL4000H		Models FL3110 / FL3111		Models FL3100H / FL3101H	
Havaitsemistekniikka	Multispektri IP		UV+IP ja UV		UV+IP ja UV	
Aurinkoskoeka	-		-		-	
Buil-in-test (BIT)	Automaattinen		Automaattinen		Automaattinen	
Linssin lämmitys	-		-		-	
MTBF	SIL 3 soveltuva		-		SIL 3 soveltuva	
Takuu	2 vuotta		2 vuotta		2 vuotta	
SIL2	-		-		-	
Spektrivaste	IP: 2 - 5 µm		IP: 4.35 µm UV: 0.185 - 0.26 µm		IP: 4.35 µm UV: 0.185 - 0.26 µm	
Havaitsemistäisyys (korkeimmalla herkkyyssasetuksella: 0,1 m2 lammikkopalo); * = 0,75m korkea, 0,25m leveää tulipiivi; ** = 0,5m korkea, 0,2m leveä tulipiivi	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)	Palava aine	Etäisyys (m)
	n-heptaani	Soveltu	Kyseinen ilmaisin soveltuu mm. jalostamoille, kompressoriasemille, LNG/LPG prosessointi- ja varastointisovelluksille yms.	Kyseinen ilmaisin soveltuu mm. jalostamoille, kompressoriasemille, LNG/LPG prosessointi- ja varastointisovelluksille yms.	Kyseinen ilmaisin soveltuu mm. jalostamoille, kompressoriasemille, LNG/LPG prosessointi- ja varastointisovelluksille yms.	Kyseinen ilmaisin soveltuu mm. jalostamoille, kompressoriasemille, LNG/LPG prosessointi- ja varastointisovelluksille yms.
	bensiini	Soveltu				
	diesel	Soveltu				
	JP4	Soveltu				
	JP8	Soveltu				
	metanoli	Soveltu				
	IPA	Soveltu				
	metaani	Soveltu				
	etanoli	Soveltu				
LPG	Soveltu					
Lisäksi kyseinen malli pystyy näkemään korkean tiheyksen omaavien savujen läpi. Näitä ovat esim. Dieseli-, kumi-, muovit- ja raakaöljysavut						
Elektromagneettinen yhteensopivuus	Noudattaa EN6100-6-4 & EN50130-4		Noudattaa EN50270		Noudattaa EN6100-6-4 & EN50130-4	
Vasteaika	Normaalisti ≤10 s		Normaalisti <3 s @ 15 m (FL3110) <1 s @ 15 m (FL3111)		Normaalisti <3 s @ 15 m (FL3100H) <1 s @ 15 m (FL3101H)	
Näkökenttä	100° @ 30.5 m; 90° @ 64 m.		FL3110/FL3111 Vaakasuora: 120° Pystysuora: 115°		Kartiomainen, 120° (FL3100H); 140° (FL3101H)	
Lämpötila-alue	Operointi ja varastointi T: -40 - +80°C		Operointi ja varastointi T: -40 - +90°C		Operointi ja varastointi T: -40 - +85°C	
Kosteus	Ei kondensoituvaa, 10 - 95 % RH		Ei kondensoituvaa, 0 - 100 % RH		Ei kondensoituvaa, 10 - 95 % RH	
Operointijännite	24 VDC @ 150 mA (20 - 36 VDC)		24 VDC @ 150 mA (20 - 36 VDC)		24 VDC @ 150 mA (20 - 36 VDC)	
Sähkökulutus	-		-		-	
Kaapeliläpiviennit	2 x ¼" NPT kierrelliitos		2 x M20		2 x ¼" NPT tai 2 x 25 mm ISO tai 2 x 20 mm ISO tai 2 x 13.5 PG	
Releet	Halytys, Vika ja Apurele		Halytys, Vika ja Apurele		Halytys, Vika ja Apurele	
0-20 mA (porrastettu)	Vika:	0.0 - 0.2 mA	Vika:	0.0 mA	Vika:	0.0 - 0.2 mA
	Testi:	1.5 (±0.2 mA)	Testi:	-	COPM Vika:	2.0 (±0.1 mA)
	COPM Vika:	2.0 (±0.2 mA)	COPM Vika:	2.0 (±0.2 mA)	Normaali:	4.05 (±0.0.5 mA)
	Normaali:	4.3 (±0.2 mA)	Normaali:	4.0 (±0.2 mA)	IP:	8 mA +0.1 mA (vain FL3100H)
	IP:	-	IP:	-	UV:	12 mA +0.1 mA (vain FL3100H)
	Varoitus:	16.0 (±0.2 mA)	Varoitus:	16.0 (±0.2 mA)	Varoitus:	16.0 (±0.1 mA)
	Hälytys:	20.0 (±0.2 mA)	Hälytys:	20.0 (±0.2 mA)	Hälytys:	20.0 (±0.1 mA)
	Resistanssi luuppi:	-	Resistanssi luuppi:	-	Resistanssi luuppi:	-
HART-protokola	mahdollinen		-		mahdollinen	
RS-485	mahdollinen		mahdollinen		mahdollinen	
Materiaali	Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L		Ruostumaton teräs 316L tai alumiini	
Vesi ja pöly	-		-		-	
Vaara-alue	ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx		ATEX ja IECEx	
	Ex d IIC T5 Gb		II 2 GD Eex de IIC T4/T5, IP66/67		Ex d IIC T5 Gb	
	Ex tb IIC, T100°C Db, IP66/67		-		Ex tb IIC, T100°C Db, IP66/67	
	FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA		FM/FMC/CSA	
	Luokka I Div.1 & 2 Ryhmät B, C ja D		-		Luokka I Div.1 & 2 Ryhmät B, C ja D	
	Luokka II Div. 1 & 2 Ryhmät E, F ja G		-		Luokka II Div. 1 & 2 Ryhmät E, F ja G	
	Luokka III, Tyyppi 6P		-		Luokka III, Tyyppi 4X	
Muuta huomioitavaa	-		-		-	
Hinta (€)	1 kpl = 3750 + ALV; 10 kpl = 3060 + ALV; Asennussarja 295/kpl + ALV		[FL 3110] 1 kpl = 3291 + ALV; 10 kpl = 2674 + ALV [FL 3111] 1 kpl = 2675 + ALV; 10 kpl = 2173		[FL 3100H] 1 kpl = 3324 + ALV; 10 kpl = 2701 + ALV [FL3101H] 1 kpl = 2827 + ALV; 10 kpl = 2297 + ALV	

Liekinilmaisinta tarvitsevien kohteiden määrittystaulukko

Yksikkö	Virtaava aine	Kohteen/ kohderyhmän lämpötila/ keskimääräinen lämpötila				
		Kohde/ lämpötila 1	Kohde/ lämpötila 2	Kohde/ lämpötila 3	Kohde/ lämpötila 4	Kohde/ lämpötila 5
BESSI	Isomeraatti	DA-9201; EA-9205; EA-9203 / 141 - 180°C	EA-9208 / 22 - 158°C	EA-9209 / 158 - 318°C	EC-9203 / 301 - 41°C	-
	Vety	FF-9202A / regeneroinnissa yli 300°C	FF-9202B / regeneroinnissa yli 300°C	-	-	-
	n-heksaani (=Syöttö)	FF-9201A / regeneroinnissa yli 300°C	FF-9201B / regeneroinnissa yli 300°C	DC-9201 / 115 - 141°C	-	-
BIY	ÖYT	Ylimenoöljy on melko viileä: korkein lämpötila on ennen ylimenolauhdutinta, 58°C. Ulosottomäärä melko vähäinen.				
	KAKE	KAKE melko viileä: pumpulla 125°C.				
	KARE	GA-31003 / 285°C	EA-31004 / 285 - 166°C	FD-31005AB / 285°C	-	-
	ÖP	FD-31001AB / 347°C	GA-31001 / 347°C	FD-31301AB / 200°C	GA-31301 / 200°C	EA-31301A-C / V; höyry; T: 200 - 172°C
	Syöttö (RT3, LK2 ÖP; TT2 KAK; R8/9; FD-516)	EA-31001A-E tai G-K / V: 154 - 236°C; T: 347 - 202°C	EA-31006CD / V: 236 - 256°C; T: 285 - x	BA-31001 / 256 - 382°C	-	-
TAME	Syöttö (FCC BEK)	EA-35001AB / V: 105 - 76°C; T: 72 - 81°C	EA-35008 / V: 101 - x°C; T: 52 - 68°C	EA-35009 / V: 68 - 83°C; T: 102 - 87°C	-	-
	Vety	Vedyn kulutus on noin 20 kg/h ja lämpötilat melko alhaiset.				
	TAME BEK	BEK-lämpötilat kaikissa vaiheissa ovat melko alhaiset.				
	TAME-tuote	GA-35006 / 101°C	-	-	-	-
OKSY	Propaani	Kolonnin huipun lämpötila on -55°C ennen ylimenolauhdutinta. Lauhduttimen jälkeen -40°C. Huipunpalautus / varastopumpun jälkeen -42°C.				
	BDH tuote (butaani)	-	-	-	-	-
	Buteeni	EA-1459 / V: 27°C - 64°C; T: 86 - 61°C	EA-1453A / V: 145 - 89°C; T: -86°C	EA-1453B / V: 5bar höyry; T: -86°C	-	-
VHVI	Vety	Tuorevety tulee VK:sta GB-305:n painepuolelta ~250kg/h ja sen lämpötila on noin 87°C. VHVI:n kiertokaasukompressorin GB-36001:n poistopuolen lämpötila on 97°C.				
	VHVI BE	BE-tuotteen lämpötila on 150°C ennen ylimenolauhdutinta. Lauhduttimen jälkeen melko matala. Bensiinin ulosottomäärä melko vähäinen: ~2t/h.				
	VHVI ÖYT	ÖYT-jakeen lämpötila on 133°C ennen ylimenolauhdutinta. Lauhduttimen jälkeen melko matala. Ylimenoöljy otetaan ulos syklittäin.				
	VHVI PE	GA-36004 / 237°C	EC-36004 / 237 - 37°C	-	-	-
	VHVI KA	GA-36008 / 175°C	EC-36002 / 175 - 73°C	FD-36005AB / 175°C	-	-
	AKP	GA-36009 / 235°C	EA-36025 / V: 206 - 219°C; T: 235 - 215°C	EA-36012 / V: BW + höyry; T: 215 - ~160°C	FD-36006AB / 180°C	FD-36007AB / 235°C
	VHVI PROVHZ	GA-36010 / 229°C	EA-36013 / V: BW + höyry; T: 229 - 158°C	EC-36003 / 158 - 56°C	-	-
	VHVI VHVIZ	GA-36011 / 284°C	EA-36005 / V: 219 - 249°C; T: 284 - 243°C	EA-36024 / V: 170 - 206°C; T: 243 - 198°C	EA-36014 / V: BW; T: 198 - 194°C	EA-36015 / V: 194 - 70°C; T: CW
	Kuumaöljy	Kuumaöljykierto on melko kuuma: minimilämpötila yli 250°C ja uunin jälkeen 360°C. Suuret virtausmäärät.				
	Syöttö VHVI (VK, VKT, SA)	EA-36002AB / V: 226 - 192°C; T: 107 - 185	EA-36003A-D / V: 325 - 229°C; T: 185 - 287°C	BA-36001 / 287 - 320°C	EA-36004A-C / V: 192 - 114; T: 55 - 170°C	-
VKT	VKT ÖYT	Ylimenoöljy on melko viileä: korkein lämpötila on ennen ylimenolauhdutinta, 78°C.				
	VKT KA / YKP	GA-38004 / 148°C	FD-38002A/B / 148°C	EA-38009 / V: 75 - 127°C; T: 148 - 130°C	-	-
	VKT STR	EA-350 / 226 - ~190°C	EA-38007 / V: höyry; T: 236 - 162°C	GA-38005 + FD-38004AB / 226°C	EA-38002 + FD-38003AB / ~190 - 166°C + 166°C	GA-38003 / 236°C
	VKT ÖP	EA-353 / V: 221 - 229°C; T: 290 - 256°C	GA-38011 / ~290°C	GA-38002 / ~290°C	EA-38008 / V: höyry; T: 256 - 242°C	EA-38004 / V: höyry; T: 242 - >130°C
	Kuumaöljy	EA-38001AB / V: 290 - 298°C; T: 360 - 308°C	EA-38003 / V: 236 - >250°C; T: 306 - 260°C	-	-	-
	Syöttö VKT (VK, T-41)	EA-579 / V: 305 - 296°C; T: 76 - 240°C	FA-38001 (alalaiippa, jossa XCV) / 288°C	-	-	-

Yksikkö	Virtaava aine	Kohteen tai kohderyhmän paine					Muuta huomioitavaa
		Kohde/ paine 1	Kohde/ paine 2	Kohde/ paine 3	Kohde/ paine 4	Kohde/ paine 5	
BESSI	Isomeraatti	DA-9201; EA-9205; EA-9203 / -17bar	EA-9208 / -10bar	EA-9209 / -10bar	EC-9203 / -10bar	-	Huuhdetujen aikana bensiini on ylikriittisellä alueella
	Vety	FF-9202A / -35bar	FF-9202B / -35bar	-	-	-	Huomioi sekvenssi-XCV:t
	n-heksaani (=Syöttö)	FF-9201A / -36bar	FF-9201B / -36bar	DC-9201 / -32bar	-	-	Huomioi sekvenssi-XCV:t
BIY	ÖYT	Ylimenoliijypumppu painaa 9 bar. Määrä on kuitenkin vähäinen: <2t/h.					
	KAKE	KAKE pumppu painaa noin 12bar.					
	KARE	GA-31003 / -8,5bar	EA-31004 / -8,5bar	FD-31005AB / -8,5bar	-	-	
	ÖP	FD-31001AB / -0,4bar	GA-31001 / 16bar	FD-31301AB / -1bar	GA-31301 / 15bar	EA-31301A-C / V: höyry; T: -15bar	
TAME	Syöttö (RT3, LK2 ÖP; TT2 KAK; R8/9; FD-516)	EA-31001A-E tai G-K / V: -14-8bar; T: 15 - 9bar	EA-31006CD / V: -8bar; T: -8,5bar	BA-31001 / -7 - 8bar	-	-	
	Syöttö (FCC BEK)	EA-35001AB / V: -12bar; T: >10bar	EA-35008 / V: 5bar; T: >18bar	EA-35009 / V: 18,5bar; T: -4bar	-	-	
	Vety	Vedyn kulutus on melko vähäinen. Paine on kuitenkin yli 10bar.					
	TAME BEK	BEK-tuotteen paineet ovat ennen huipupalautuspumppua noin 1bar ja pumpun jälkeen 10bar.					
OKSY	TAME-tuote	GA-35006 / -5bar	-	-	-	-	
	Propaani	Paine ennen huipupalautuspumppua 10bar. Pumpun jälkeen ~18bar.					
	BDH tuote (butaani)	EA-1459 / V: yli 10bar; T: ~11bar	-	-	-	-	
VHVI	Buteeni	EA-1453A / V: -11bar; T: -12bar	EA-1453B / V: 5bar; höyry; T: -11bar	-	-	-	
	Vety	GB-36001:n poistopuolen paine on 164bar, mikä on kohtalaisen suuri.					
	VHVI BE	Paine ennen BE-jakeen pumppua: ~1,3bar; pumpun jälkeen 11,5bar.					
	VHVI ÖYT	Paine ennen ÖYT-pumppua on alipaineen puolella. Pumpun jälkeen ~9bar.					
	VHVI PE	GA-36004 / -8bar	EC-36004 / -8bar	-	-	-	
	VHVI KA	GA-36008 / -11,5bar	EC-36002 / -11,5bar	FD-36005AB / -??bar	-	-	
	AKP	GA-36009 / 6,5bar	EA-36025 / V: -14bar; T: 6,5bar	EA-36012 / V: BW + höyry; T: -6bar	FD-36006AB / -5bar	FD-36007AB / -5,5bar	
	VHVI PROVHZ	GA-36010 / 10bar	EA-36013 / V: BW + höyry; T: 10bar	EC-36003 / -9bar	-	-	
	VHVI VHVI Z	GA-36011 / ~10bar	EA-36005 / V: -13bar; T: -10bar	EA-36024 / V: 13,5bar; T: -9bar	EA-36014 / V: BW; T: -9bar	EA-36015 / V: -8bar; T: CW	HUOM. FD-36008AB, LT = -290; p = 1,3bar
	Kuumaöljy	Paineet vaihtelee kohdeittain. KÖ-pumpun jälkeen paine on 21bar.					
Syöttö VHVI (VK, VKT, SA)	EA-36002AB / V: 141bar; T: 162bar	EA-36003A-D / V: 151bar; T: -160bar	BA-36001 / 156bar	EA-36004A-C / V: 134bar; T: -16bar	-	HUOM. DC-36001 ja -2 sisäänmeno ja ulostulolaipat. (kuumat ja paineelliset)	
VKT	VKT ÖYT	Ylimenoliijyn pumppu painaa ~10bar. Huomioi pumpuntyyppi: kalvopumppu (voi nostaa paineen niin kauan, kun materiaali kestää)					
	VKT KA / YKP	GA-38004 / -15bar	FD-38002A/B / -13bar	EA-38009 / -14bar	-	-	
	VKT STR	EA-350 / -8bar	EA-38007 / -12,5bar	GA-38005 + FD-38004AB / -9bar	EA-38002 + FD-38003AB / -7bar	GA-38003 / -12,5bar	
	VKT ÖP	EA-353 / V: -12bar; T: -16bar	GA-38011 / -16,5bar	GA-38002 / -3bar	EA-38008 / V: höyry; T: -15bar	EA-38004 / V: höyry; T: -15bar	
	Kuumaöljy	EA-38001AB / V: -3bar; T: -13bar	EA-38003 / V: >10bar T: -12bar	-	-	-	
	Syöttö VKT (VK, T-41)	EA-579 / V: -10bar; T: 11bar	FA-38001 (alalaippa, jossa XCV) / -2,7bar	-	-	-	

Yksikkö	Virtaava aine	Kyseisen aineen ominaisuudet				
		itsesyttymislämpötila (°C)	leimahduspiste (°C)	Kiehumispiste/ kiehumisalue (°C)	Ylempi räjähdysvara	Alempi räjähdysvara
BESSI	Isomeraatti	264°C	<0°C	50-80°C	7,5 til-%	1,2 til-%
	Vety	571°C	<0°C	<0°C	74.2 til-%	4.1 til-%
	n-heksaani (=Syöttö)	225°C	<0°C	30-80°C	7,5 til-%	1,2 til-%
BIY	ÖYT	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	KAKE	n. 240°C	>65°C	180 - 400°C	7 til-%	0.8 til-%
	KARE	220 - 500°C	>60°C	150 - 750°C	8 %	1,40 %
	ÖP	ei tietoa	vähintään 210°C	400 - yli 750°C	ei tietoa	ei tietoa
	Syöttö (RT3, LK2 ÖP; TT2 KAK; R8/9; FD-516)	ei tietoa	~132°C	380 - 750°C	ei tietoa	ei tietoa
TAME	Syöttö (FCC BEK)	ei tietoa	<0°C	30 - 200°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	Vety	571°C	<0°C	<0°C	74.2 til-%	4.1 til-%
	TAME BEK	ei tietoa	<0°C	23 - 63°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	TAME-tuote	415°C	-11°C	86°C	7,10 %	1 %
OKSY	Propaani	450°C	-104°C	-42°C	9.5 til-%	2.3 til-%
	BDH tuote (butaani)	450°C	<0°C	<0°C	8.5 til-%	1.9 til-%
	Buteeni	440°C	<0°C	-6 - +4°C(buteeni) / -48°C(propenei)	9.7 til-%(cis-2-buteeni) / 10.3 til-%(propenei)	1.6 til-%(1-buteeni) / 2.4 til-%(propenei)
VHVI	Vety	571°C	<0°C	<0°C	74.2 til-%	4.1 til-%
	VHVI BE	n. 270°C	<0°C	20 - 240°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	VHVI ÖYT	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	VHVI PE	n. 230°C	Väh. 56°C	180 - 330°C	n. 6 til-%	n. 1 til-%
	VHVI KA	n. 350°C	Väh. 70°C	260 - 400°C	n. 6 til-%	n. 1 til-%
	AKP	ei tietoa	185 - 238°C	350 - 600°C	ei tietoa	ei tietoa
	VHVI PROVHZ	ei tietoa	185 - 238°C	350 - 600°C	ei tietoa	ei tietoa
	VHVI VHVIZ	ei tietoa	204 - 258°C	370 - 600°C	ei tietoa	ei tietoa
	Kuumaöljy	385°C	>160°C	kirjallisuus vaihtelee	5 til-%	0.9 til-%
	Syöttö VHVI (VK, VKT, SA)	ei tietoa	~210°C	~300 - 520°C	ei tietoa	ei tietoa
VKT	VKT ÖYT	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	VKT KA / YKP	300 - 350°C	n. 70°C	-	n. 6 til-%	n. 1 til-%
	VKT STR	n. 300°C	>180°C	n. 315 - 500°C	ei tietoa	ei tietoa
	VKT ÖP	n. 300°C	>120°C	n. 390 - 550°C	ei tietoa	ei tietoa
	Kuumaöljy	385°C	>160°C	kirjallisuus vaihtelee	5 til-%	0.9 til-%
	Syöttö VKT (VK, T-41)	n.330°C	>140°C	250 - 550°C	ei tietoa	ei tietoa

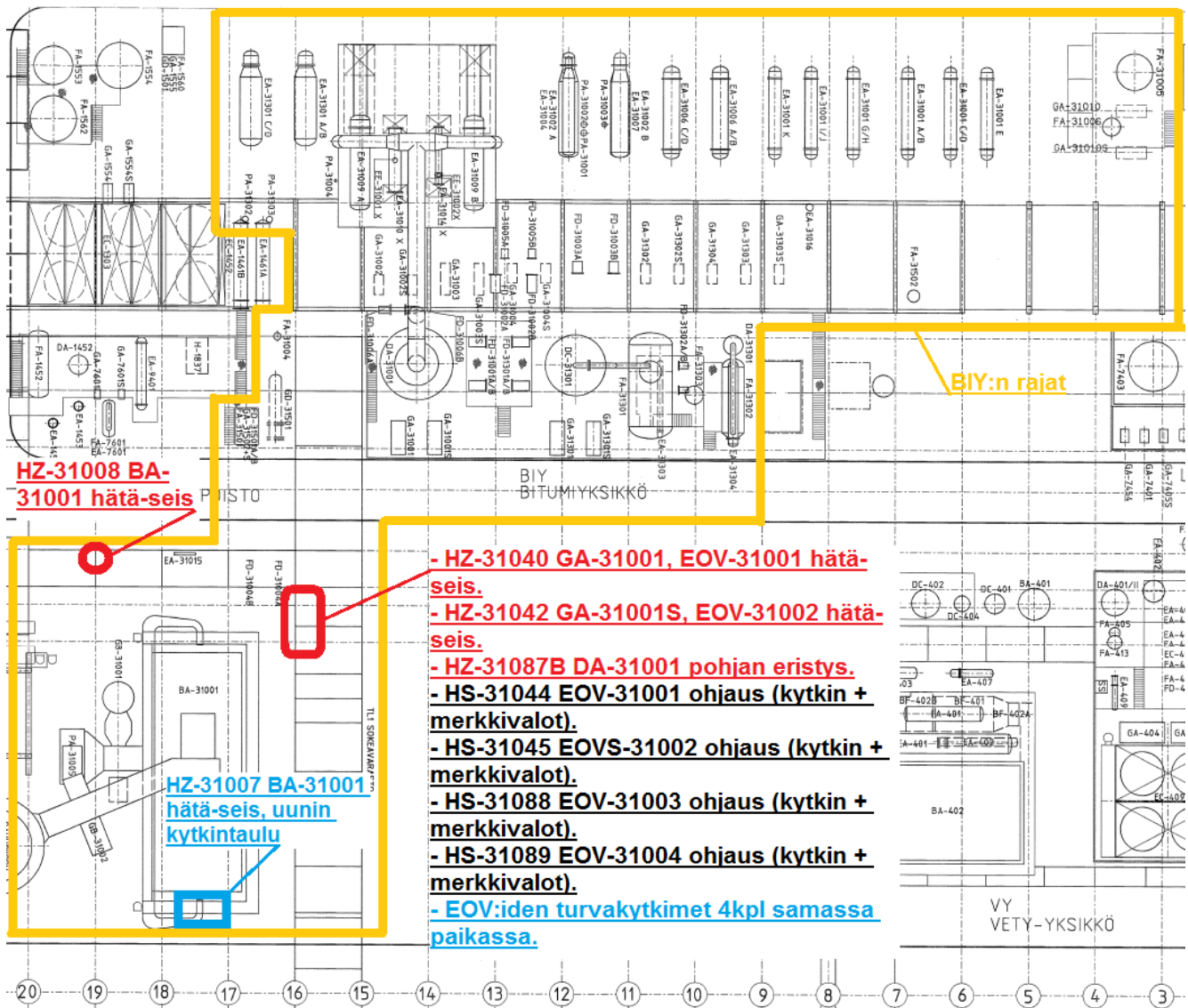
Yksikkö	Virtaava aine	Kohteen/ kohderyhmän lämpötila/ keskimääräinen lämpötila				
		Kohde/ lämpötila 1	Kohde/ lämpötila 2	Kohde/ lämpötila 3	Kohde/ lämpötila 4	Kohde/ lämpötila 5
HEXI	i-heksaani (HEY:lle)	Lämpötila ennen ylimenoilmajähdyttimiä ~61°C ja sen jälkeen ~30°C. Melko viileä.				
	n-heksaani (BERP3:lle)	GA-582 / 129°C	EA-580AB / V: höyry; T: 112 - 130°C	-	-	-
	Syöttö (BE-jakeet VK, KTY, MHC)	EA-581 / V: 48 - 92°C; T: 129 - 83°C	-	-	-	-
VK	Nestekaasu	Nestekaasun lämpötila on ennen ylimenolauhdutinta 82°C ja sen jälkeen ~30°C. Nestekaasu on hyvin H2S-pitoinen. Tässä tapauksessa kaasunhaistaja sopisi valvomaan nestekaasuja paremmin kuin liekinhälytin.				
	BUTBEK	Ei ulosottoa				
	BEK	Lämpötila ennen ylimenolauhdutinta ~110°C ja sen jälkeen ~17°C. Melko viileä.				
	BER	GA-306 / 141,5°C	EC-315 / 141,5 - 37°C	-	-	-
	PE STR	GA-308 / ~254°C	EA-314 / Vaippa: 254 - 206°C; Tuubi: 187 - 215°C	EC-306 / 206 - 35°C	BA-301 (konv.) / 206 - 270°C	-
	PE KP	GA-307A / ~230°C	EA-305ABC / Vaippa: 230 - 116°C; Tuubi: 101 - 180°C	-	-	-
	KA	GA-313 / ~300°C	EA-304 / Vaippa: 215 - 219°C; Tuubi: 288 - 218°C	EC-311 / 218 - 45°C	-	-
	ÖP	GA-309 / 304°C	(EA-351 / T vaihtelee yksikön ollessa kierrolla)	-	-	-
	Vety	Korkein lämpötila on 1-vaiheen ulostulossa: ~110°C (GB-305). Muissa kohdissa lämpötila melko alhainen. Kiertokaasukompressorin (GB-302) lämpötila myös melko matala: poistopuolella ~73°C				
	Syöttö (RT3 KARS, TT2 KAKTR)	EA-301A-G / Vaippa: 85 - 332°C; Tuubi: 363 - 148°C	EA-322, -323, -324 / Vaippa: 270 - 360, 263 - 318, 51 - 104°C; Tuubi: 398 - 363, 330 - 302, 148 - 126°C	-	BA-301(sät) / 333 - 388°C	DC-302 & -303 / 388 - 394°C
PELME	RT3 PE	Yksikössä pidetään melko alhainen lämpötila kaikissa prosessivaiheissa: <30°C				
	PELME PE					
KTY	Nestekaasu	Nestekaasun lämpötila on ennen ylimenolauhdutinta 61°C ja sen jälkeen ~30°C. Nestekaasu on hyvin H2S-pitoinen. Tässä tapauksessa kaasunhaistaja sopisi valvomaan nestekaasuja paremmin kuin liekinhälytin.				
	BET	BET-jae melko viileä: ennen ylimenolauhdutinta 128°C, lauhduttimen jälkeen 54°C				
	BER	BER-jae suhteellisen viileä: lämpötila ennen ylimenolauhdutinta 142°C, lauhduttimen jälkeen 95°C.				
	KAK	GA-508 / 222°C	GA-524 / 212°C	ETELÄINEN LÄMMÖVAIHDINJUNA: EA-527AB(V:212-196; T:35-106), -541(V: CW; T:196-101), -533(V:166-131; T:124-127), -538AB(V:171-29; T: CW), -564AB(V:150-121; T:76-124)	EA-6204ABC / V:222-49; T:HW	-
	Syöttö Tuonti KART U-7:sta	-	-		-	-
	KA	GA-504 / 289°C	GA-505 / 320°C	POHJOINEN LÄMMÖVAIHDINJUNA: EA-529(V:160-150; T:145-149), -570AB(V:191-160; T:149-163), -571AB(V:234-183; T:170-198), -524AB(V:199-165; T:163-170), -535ABC(V:199-287; T:198-219), -534(V:322-224; T:219-228), -572ABC(V:~300-233; T:228-263); -560AB(V:224-166; T:166-181), -579(V:308-300; T:x-241), -561(V:181-280; T:335-307), -576(V:~350-335; T:292-321), -577(V:~350-260; T:210-222).	-	-
	DA-515 Pohja	EA-563 / V: 173 - 176°C; T: 206 - 180°C	GA-544 / 170°C		-	-
	KAR	GA-503 / ~350°C	-		-	-
	Syöttö (KARP3 KAR; VK/VKT KA; VKT/VHVI ÖYT)	BA-501 / 264-360°C	-	-	-	-
Syöttö BE (KARP2/3/SYRP/MHC)	Bensiinin syöttöpuoli on melko viileä. Otettu huomioon eteläisessä vaihdinjunassa.					
KAAPO	BE	BE-tuote on melko viileä (lukuunottamatta kolonnin ja ylimenolauhduttimen välistä putkea)				
	KAK	GA-8504 ~245°C	GA-8505 ~245°C	BA-8502 ~245 - 263°C	EA-8503A-D / V: ~50 - 207°C; T: 245 -	EA-8503E-H / V: ~50 - 224; T: 245 -
	Vety	EA-8501A-B / Vaippa 42 - 168°C; Tuubi 231 - 108°C	EA-8501C-D / Vaippa 42 - 182°C; Tuubi 231-108°C	BA-8501 ~174°C	DC-8501 174 - 191°C	DC-8502 188 - 233°C
	Syöttö (S7/8)	EA-8501A-B / Vaippa 42 - 168°C; Tuubi 231 - 108°C	EA-8501C-D / Vaippa 42 - 182°C; Tuubi 231-108°C	BA-8501 ~174°C	-	-

Yksikkö	Virtaava aine	Kohteen tai kohderyhmän paine					Muuta huomioitavaa
		Kohde/ paine 1	Kohde/ paine 2	Kohde/ paine 3	Kohde/ paine 4	Kohde/ paine 5	
HEXI	i-heksaani (HEY:lle)	Paine ennen pumppua -0,8bar. Pumpun jälkeen -16bar					
	n-heksaani (BERP3:lle)	GA-582 / 30bar	EA-580AB / V: höyry; T: 0,85bar	-	-	-	
	Syöttö (BE-jakeet VK, KTY, MHC)	EA-581 / V: 11bar; T: 30bar	-	-	-	-	
VK	Nestekaasu	Nestekaasun paine on ennen pumppuja -5.5bar. GA-303/S jälkeen paine on -6.5bar. GA-339/S jälkeen -15bar.					
	BUTBEK	Ei ulosottoa					Ulosottonin jäätyminen ja halkeaminen
	BEK	Paine ennen pumppua -0,65bar. Pumpun jälkeen -11.5bar					
	BER	DA-302 - GA-306 / -0,72bar	GA-306 - EC-315 / -12bar	-	-	-	EC:n tuubit vuotaneet muutaman kerran.
	PE STR	GA-308paine / 6,5bar	EA-304 / -6,5bar	EC-306 / -6,5bar	BA-301(korv.) / -6,5bar	-	HUOM! Huuhteluöljy, kun yksikkö kierrolla
	PE KP	DA-302 - GA-307A / -0,76bar	EA-305ABC / -5bar	-	-	-	
	KA	GA-313paine / -13bar	EA-304 / -13bar	EC-311 / -13bar	-	-	
	ÖP	GA-309paine / 16bar	(EA-351 / 16bar)	-	-	-	HUOM! Huuhteluöljy, kun yksikkö kierrolla
	Vety	Paine on puolestaan kohtalaisen suuri: 3-vaiheen poistopuolella yli 150bar (GB-305). Kiertokaasukompressorissa (GB-302) poistopuolen paine on 165bar.					Huomioi rikkivety- ja ammoniakkaasut kiertokaasukompressorilla
Syöttö (RT3 KARS, TT2 KAKTR)	EA-301A-G V & T / 160 - 150bar & 146 - 140bar	EA-322, -323, -324 / V: -6bar, -16bar, -14bar; T: 146 - 140bar	BA-301(sät) / -150bar	DC-302 & -303 / 152bar & 149bar		HUOM. GA-304: LT = 259°C ja p = 16bar. Vuotanut muutama kerta.	
PELME	RT3 PE	Yksikön paine vaihtelee 4bar - 2,5bar välillä. Varastopumpun paine on 12bar.					
	PELME PE						
KTY	Nestekaasu	Nestekaasun paine on ennen pumppuja -5.5bar. GA-509/S jälkeen paine on -14bar. GA-547/S jälkeen -21bar.					
	BET	BET-jakeen paine alhainen: -0,2bar. BET-pumpun jälkeen 9,5bar.					
	BER	BER-jakeen paine alhainen: 0,3bar. BER-pumpun jälkeen 14bar.					
	KAK	GA-508 / 9,5bar	GA-524 / 13bar	ETELÄINEN LÄMMÖVAIHDINJUNA: EA-527AB(V:-13bar; T:-10bar), -541(V: CW; T:-13bar), -533(V:8bar; T:-), -538AB(V:-8bar; T: CW), -564AB(V:-15bar; T:-)	EA-6204ABC / V:-9bar; T:HW	-	
	Syöttö Tuonti KART U-7:sta	-	-		-	-	
	KA	GA-504 / 7,5bar	GA-505 / 8bar	POHJOINEN LÄMMÖVAIHDINJUNA: EA-529(V:15bar; T:22bar), -570AB(V:15bar; T:22bar), -571AB(V:15bar; T:22bar), -524AB(V:7,5bar; T:22bar), -535ABC(V:7,5bar; T:22bar), -534(V:8bar; T:22bar), -572ABC(V:15bar; T:22bar), -560AB(V:10bar; T:8bar), -579(V:10,5bar; T:11bar), -561(V:10bar; T:15bar), -576(V:15bar; T:0,4bar), -577(V:15bar; T:0,34bar).			
	DA-515 Pohja	EA-563 / V: 5,5bar; T: -14bar	GA-544 / 10bar				
	KAR	GA-503 / 15bar	-				
Syöttö (KARP3 KAR; VK/VKT KA; VKT/VHVI ÖYT)	BA-501 /	-					
Syöttö BE (KARP2/3/SYRP/MHC)	Paineet on otettu huomioon eteläisessä vaihdinjunassa.						
KAAPO	BE	Bensiinipumppu painaa noin 13bar. Bensiinin ulosotto melko vähäinen.					
	KAK	GA-8504 10bar	GA-8505 7bar	BA-8502 ---	EA-8503A-D -5 - 7bar	EA-8503E-H -5 - 7bar	GA-8504 laakerit kipinöivät 2 kertaa 5 wuden aikana
	Vety	EA-8501 V-40bar; T-33bar	EA-8501 V-40bar; T-33bar	BA-8501 -39bar	DC-8501 -37bar	DC-8502 -35bar	
	Syöttö (S7/8)	EA-8501 V-40bar; T-33bar	EA-8501 V-40bar; T-33bar	BA-8501 -39bar	-	-	Huomioi vetypaine

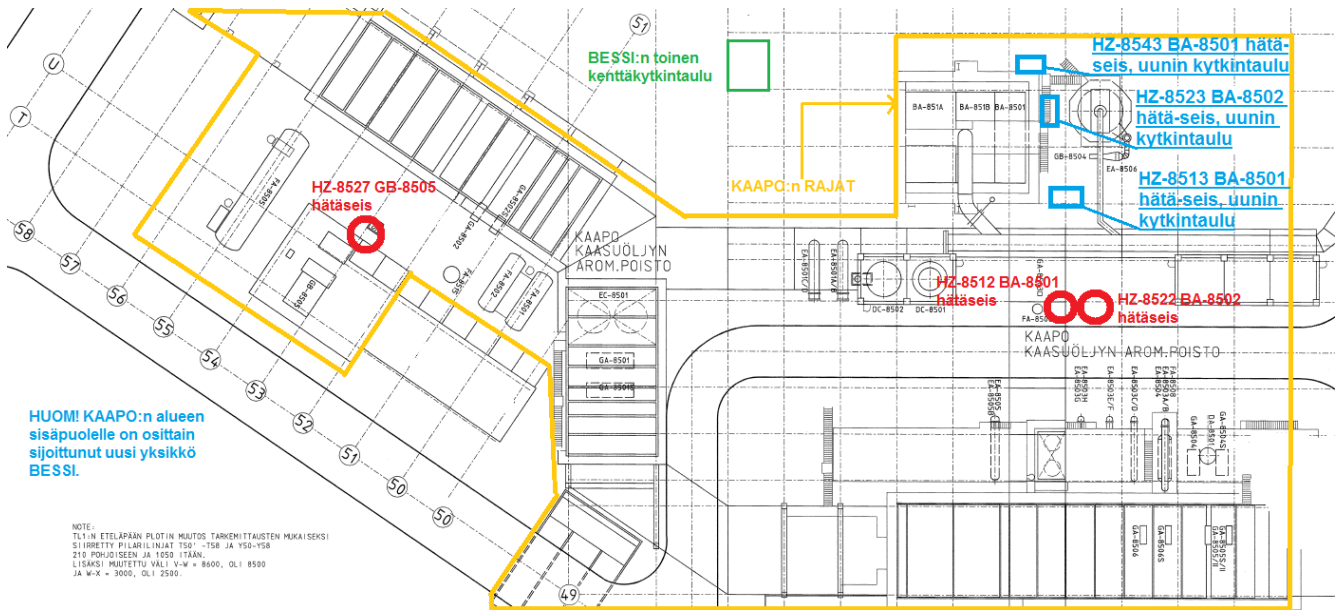
Yksikkö	Virtaava aine	Kyseisen aineen ominaisuudet				
		itsesyttymislämpötila (°C)	leimahduspiste (°C)	Kiehumispiste/ kiehumisalue (°C)	Ylempi räjähdysvara	Alempi räjähdysvara
HEXI	i-heksaani (HEY:lle)	264°C	<0°C	50-80°C	7,5 til-%	1,2 til-%
	n-heksaani (BERP3:lle)	225°C	<0°C	30-80°C	7,5 til-%	1,2 til-%
	Syöttö (BE-jakeet VK, KTY, MHC)	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
VK	Nestekaasu	n. 450°C	<0°C	<0°C	10 %	2 %
	BUTBEK	300 - 450°C	<0°C	<0°C	-	-
	BEK	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	BER	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	PE STR	>200°C	61 - 68°C	150 - 350°C	6 til-%	1 til-%
	PE KP	>200°C	61 - 68°C	150 - 350°C	6 til-%	1 til-%
	KA	300°C	77°C	150 - 370°C	6 %	1 %
	ÖP	n.330°C	>140°C	250 - 550°C	ei tietoa	ei tietoa
	Vety	571°C	<0°C	<0°C	74.2 til-%	4.1 til-%
	Syöttö (RT3 KARS, TT2 KAKTR)	ei tietoa	>75	300 - 550°C	ei tietoa	ei tietoa
PELME	RT3 PE	n. 250°C	37-42°C	170 - 300°C	6 til-%	0.6 til-%
	PELME PE	n. 250°C	≥40°C	170 - 300°C	6 til-%	0.6 til-%
KTY	Nestekaasu	n. 450°C	<0°C	<0°C	10 %	2 %
	BET	>300°C	<0°C	20 - 180°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	BER	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	KAK	ei tietoa	50 - 70°C	130 - 350°C	6 til-%	0.6 til-%
	Syöttö Tuonti KART U-7:sta	220 - 500°C	>60°C	150 - 750°C	8 %	1,40 %
	KA	n. 240°C	>65°C	180 - 400°C	7 til-%	0.8 til-%
	DA-515 Pohja	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	KAR	yli 400°C	65-80°C	150 - 750°C	6 %	1 %
	Syöttö (KARP3 KAR; VK/VKT KA; VKT/VHVI ÖYT)	ei tietoa	65-80°C	120 - 585°C	ei tietoa	ei tietoa
Syöttö BE (KARP2/3/SYRP/MHC)	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%	
KAAPO	BE	≥300°C	<0°C	30 - 205°C	7.6 til-%	1.4 til-%
	KAK	Ei tietoa	60 - 75°C	180 - 320°C	6 til-%	0.6 til-%
	Vety	571°C	<0°C	<0°C	74.2 til-%	4.1 til-%
	Syöttö (S7/8)	=KARP2 Tuote, n. 240°C	=KARP2 Tuote, yli 100°C	220 - 275°C	n. 6 til-%	n. 1 til-%

Eri yksiköiden kenttäkytkimien sijoittelu nykyhetkellä

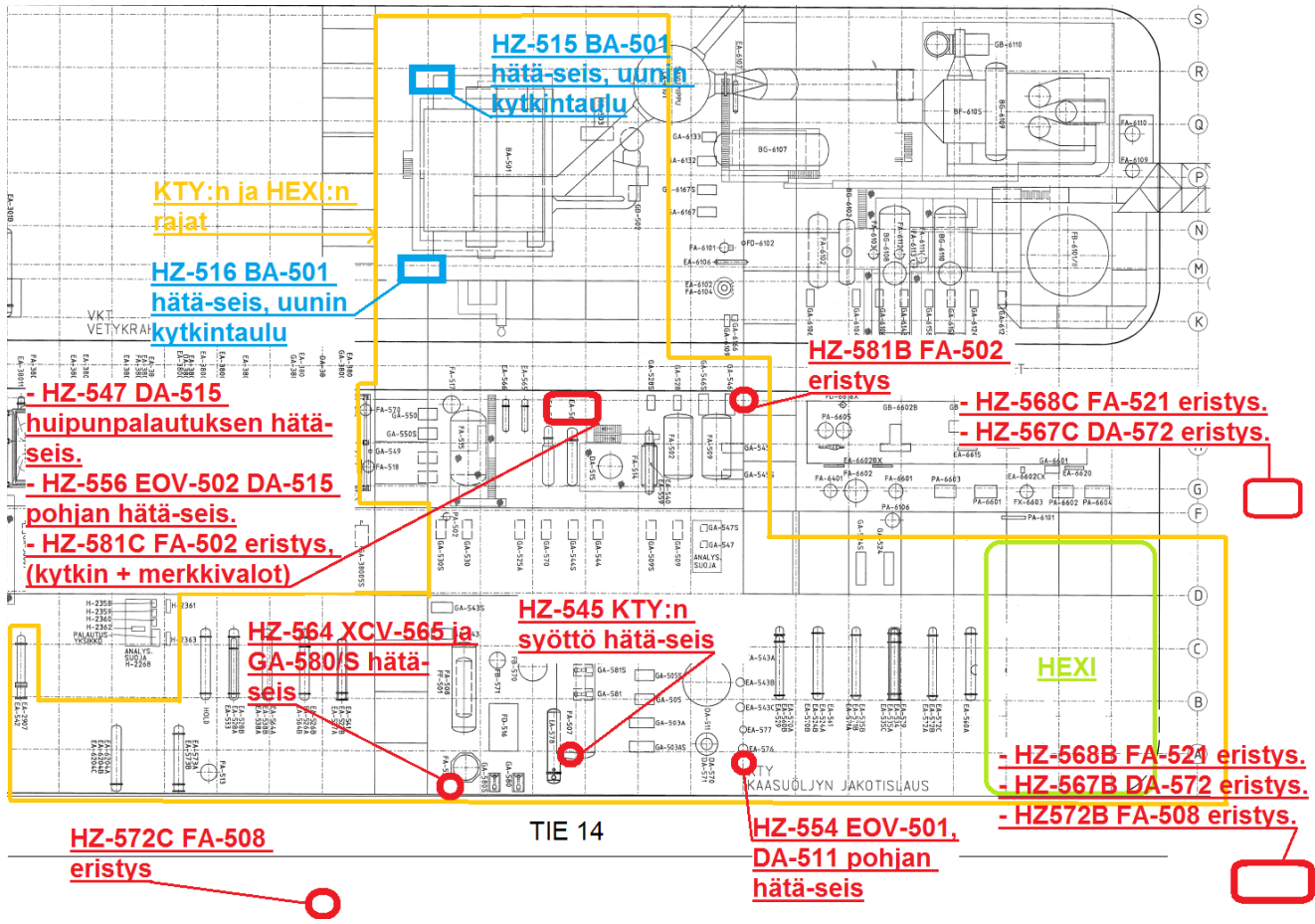
BIY



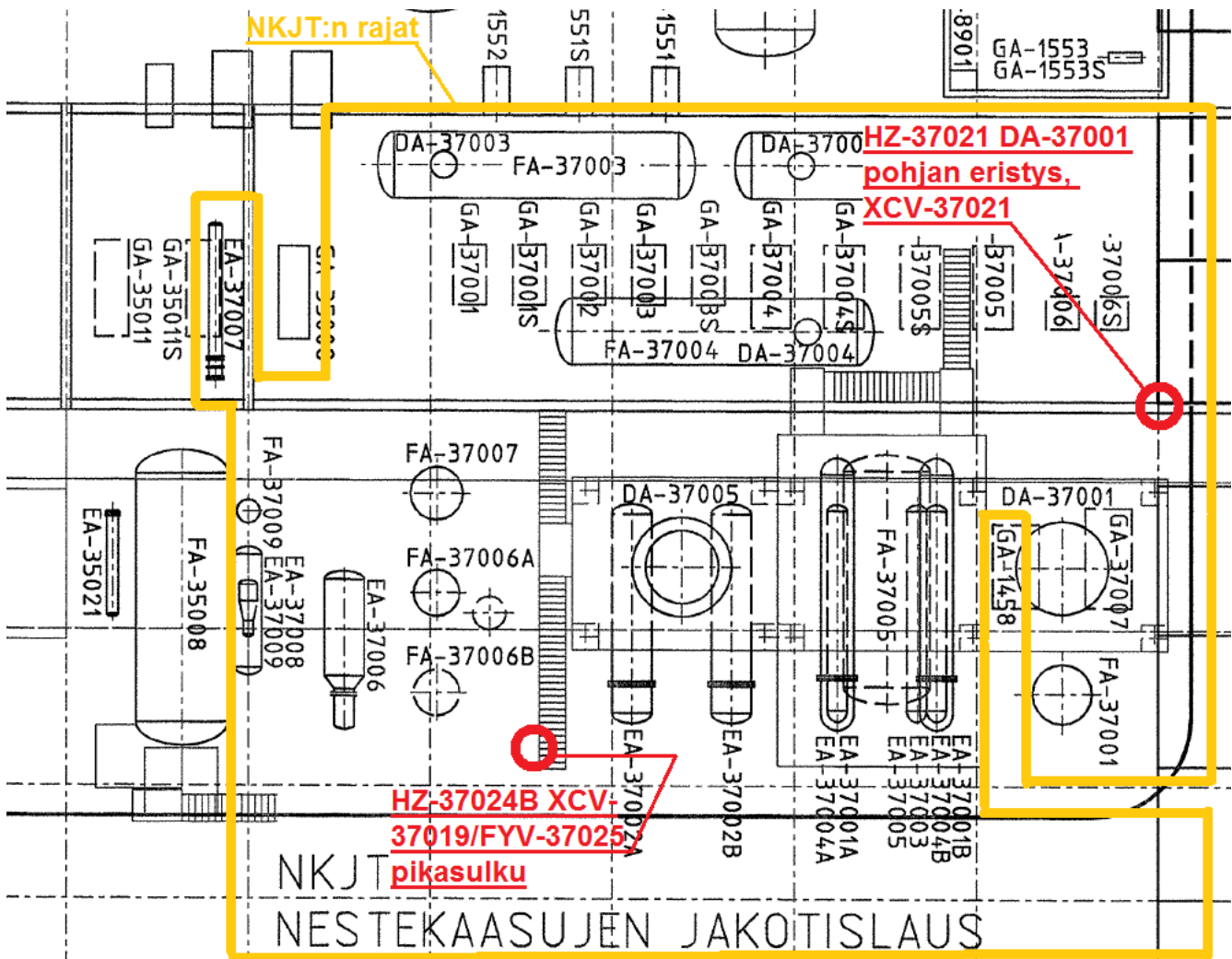
KAAPO



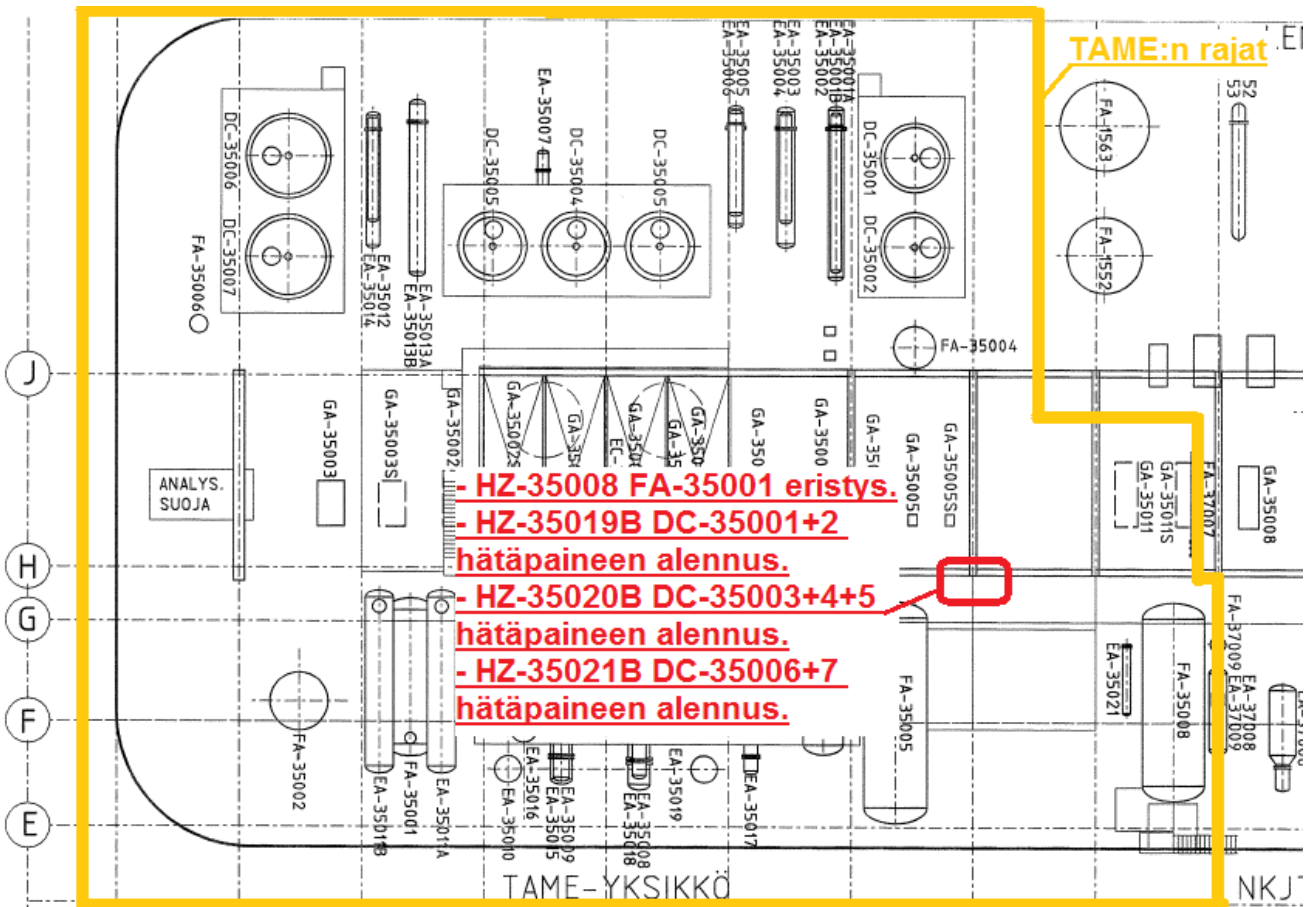
KTY+HEXI



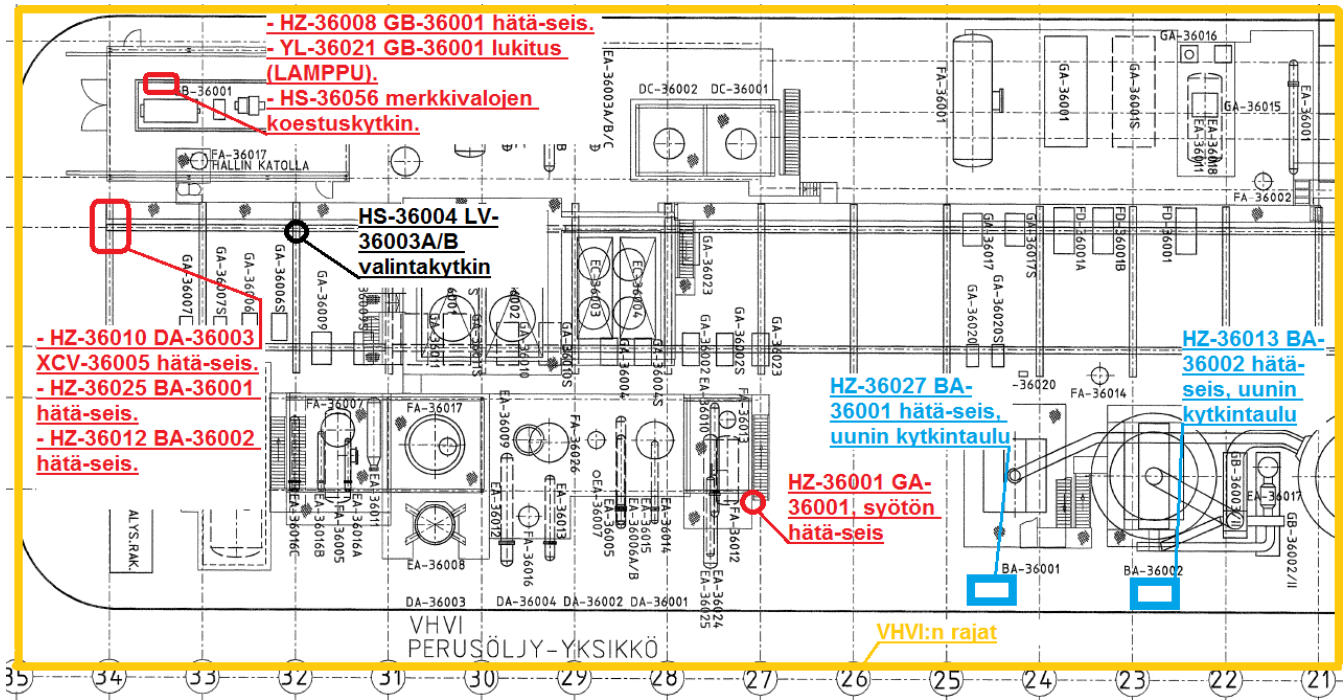
NKJT



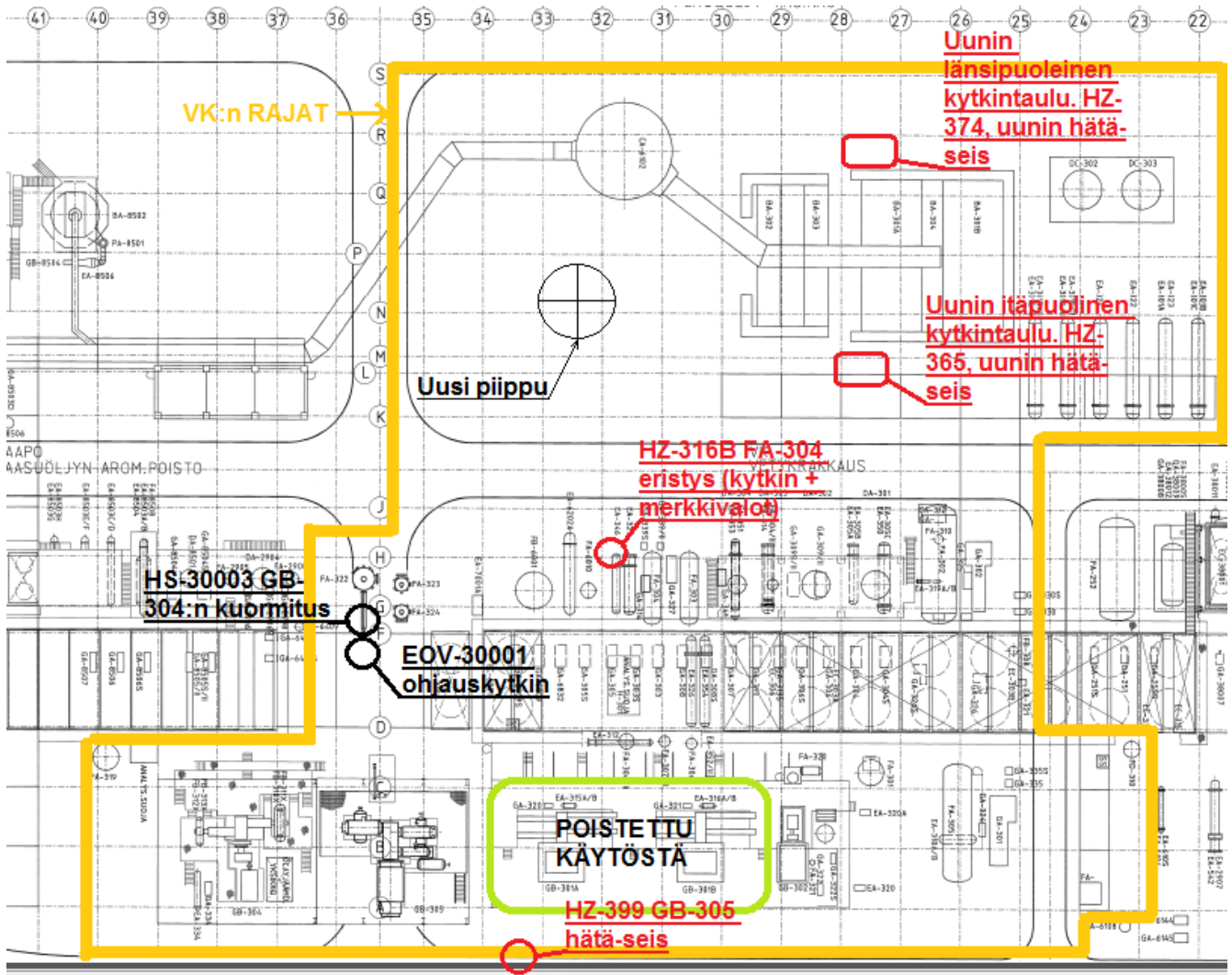
TAME



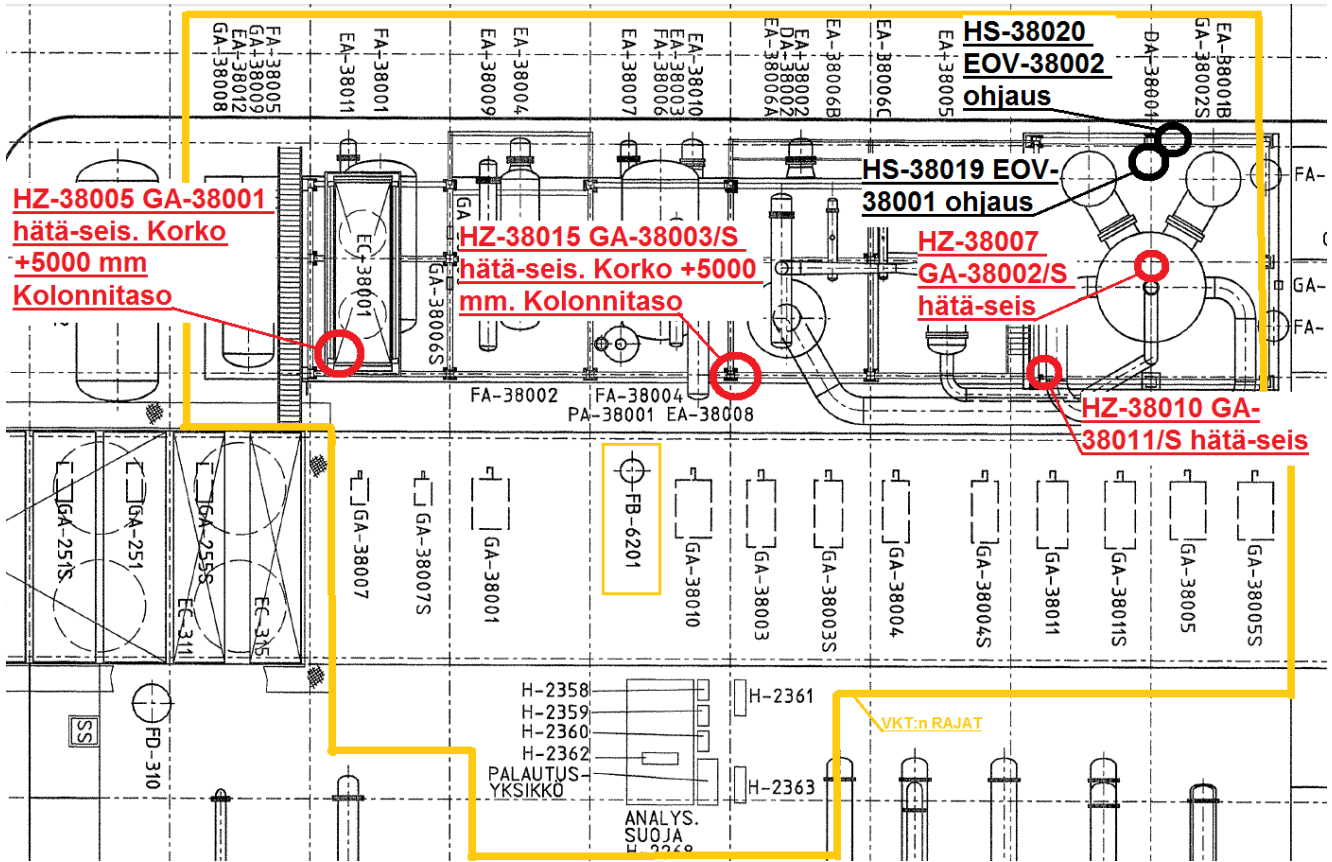
VHVI



VK

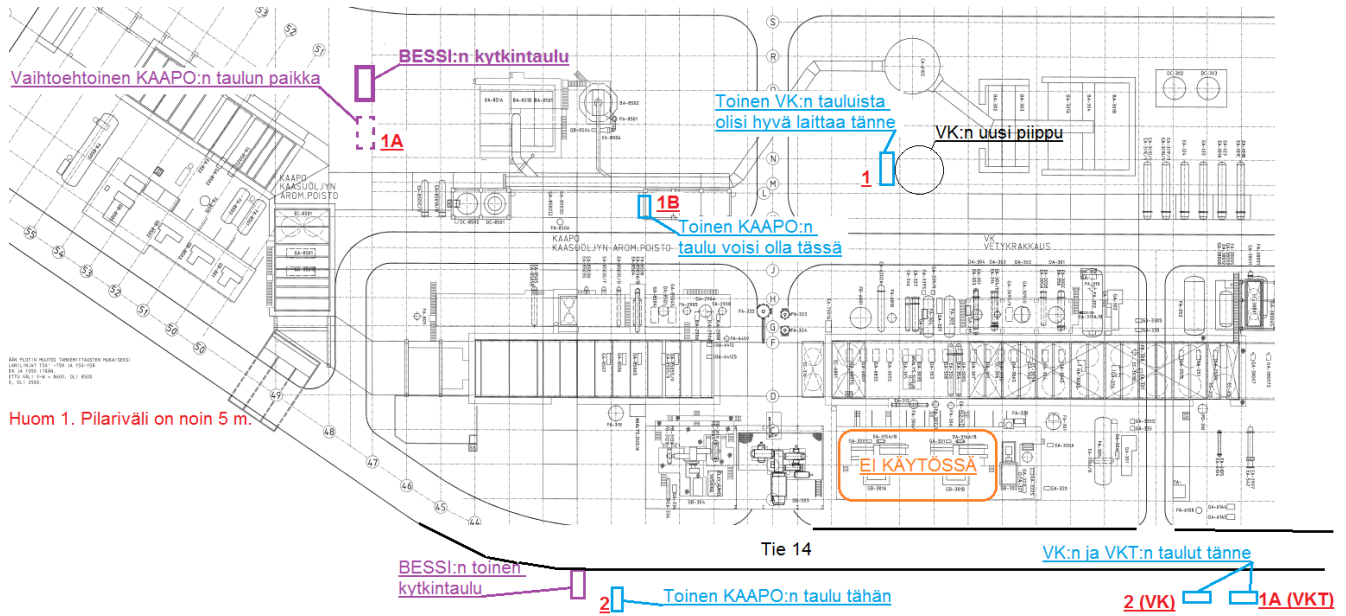


VKT

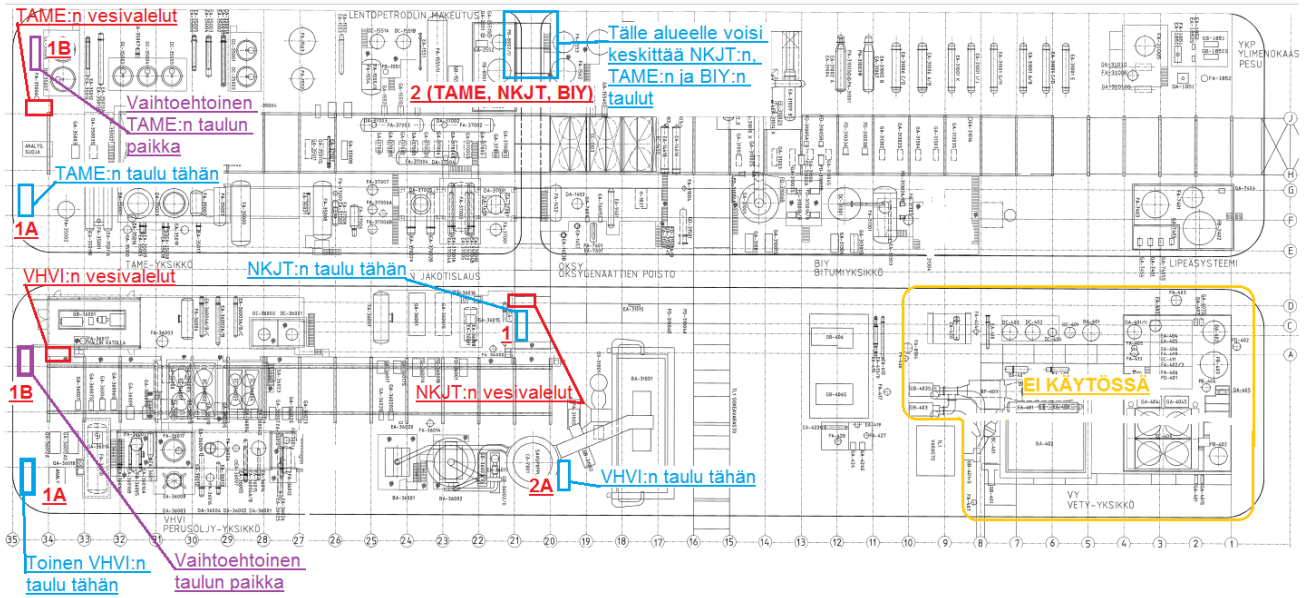


Kenttäkytkintaulujen sijoitteluehdotus

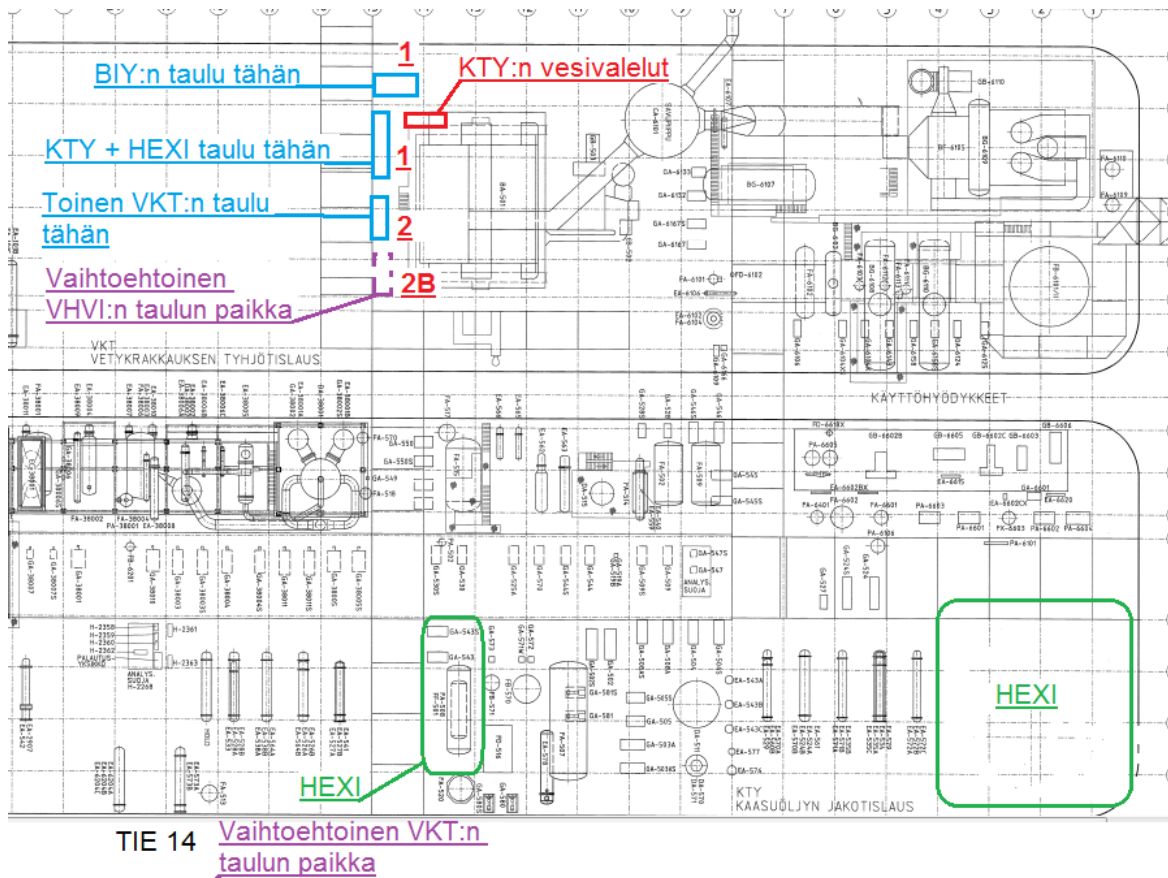
KAAPO+VK+VKT



TAME+VHVI+NKJT+BIY



KTY+BIY+HEXI+VKT



1B 2 Toinen KTY + HEXI taulu tähän

Kenttäkytkintaulujen sijoittelupaikkojen analysointi

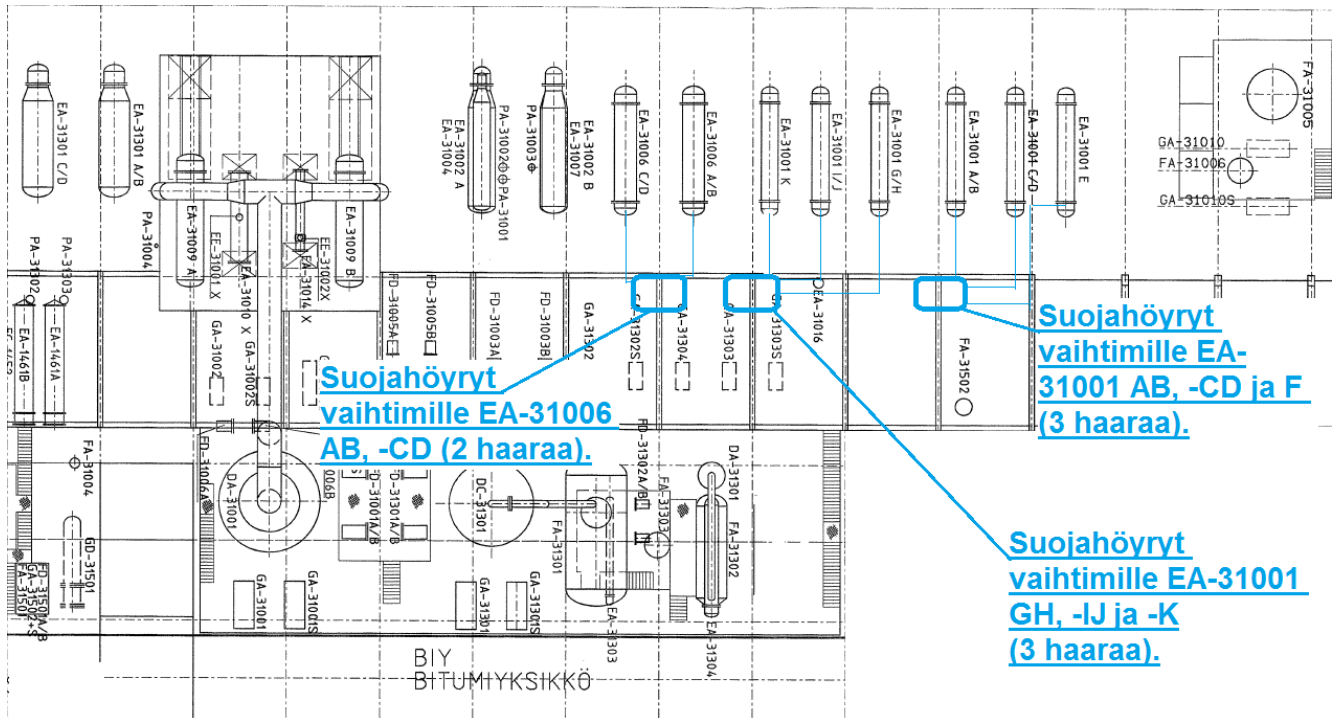
Yksikkö	Taulun nro	Paikan hyvät puolet	Paikan huonot puolet
KAAPO	1A	Suojaisa paikka prosessiin nähden. Helpompi muistaa paikan, koska vieressä on jo BESS:n taulu. Valmis kaapelikanava. Tukitilasta tultaessa on reitti turvallinen. Ei ole tiellä huoltotöiden (seisokki) aikana. Hyvät poistumistiet.	Voi mennä sekaisin toisen taulun kanssa. Muista prosessiyksiköistä tullessaan reitti ei ole suora.
KAAPO	1B	Samaan paikkaan suunnitellaan suojahöyryjakotukin asentamista. KAAPO:n vesivalelut ovat lähellä. Palovesitykin venttiilit ovat samassa paikassa. Suora reitti muista samaan vastuualueeseen kuuluvista yksiköistä tullessaan. Valmis kaapelikanava. Ei ole tiellä huoltotöiden (seisokki) aikana. Melko hyvät poistumistiet.	Lähellä reaktoriosaa (lämpötila + paine). Tukitilasta tultaessa reitti ei ole suora.
KAAPO	2	Lähellä jo olemassa olevaa BESS:n taulua. Tie lähellä. Suojaisa paikka KAAPO:oon nähden. Turvallista tulla muista yksiköistä päin.	Ei valmista kaapelikanavaa. VK:n kompressorihalli lähellä (paineet + huoltotyöt). Voi olla hankalaa päästä taululle, jos häiriöitä muissakin yksiköissä. Suhteellisen huonot poistumistiet, mikäli KAAPO:n lisäksi häiriöitä VK:ssa ja BESS:ssä.
VK	1	Tukitilasta tultaessa reitti on suora ja turvallinen. Valmis kaapelikanava lähellä. Suojahöyryt lähellä. Suojassa muusta prosessista. Ei ole tiellä huoltoseisokkien aikana. Hyvät poistumistiet.	KTY:stä, VKT:stä tai HEXI:stä tultaessa reitti ei ole suora/turvallinen.
VK	2	Viistosti toiseen tauluun nähden. Kaapelikanava lähellä. Tien vieressä. Kaukana muusta prosessista. Melko hyvät poistumistiet.	Tukitilasta tultaessa reitti ei ole suora/turvallinen. Voi mennä sekaisin VKT:n taulun kanssa. Huoltotöiden aikana voi olla tiellä ja saattaa vahingoittaa.
VKT	1A	Tukitilasta tultaessa reitti on melko suora ja turvallinen. Valmis kaapelikanava. Paikan muistaminen helpompaa, koska VK:n taulu vieressä. Tien vieressä. Pois muusta prosessista. Melko hyvät poistumistiet.	Jos saman aikaisesti häiriö VK:ssa, niin tukitilasta tultaessa reitti ei ole turvallinen. Voi mennä sekaisin VK:n taulun kanssa. Huoltotöiden aikana voi olla tiellä ja saattaa vahingoittaa.
VKT	1B	Tukitilasta tultaessa reitti on melko suora ja turvallinen. Valmis kaapelikanava. Paikan muistaminen helpompaa, koska KTY:n+HEXI:n taulu vieressä. Tien vieressä. Pois muusta prosessista. Näköyhteys isoon osaan prosessista.	Jos saman aikaisesti häiriö VK:ssa, niin tukitilasta tultaessa reitti ei ole turvallinen. Reitti KTY:n läpi KTY:n häiriön aikana ei ole turvallinen. Voi mennä sekaisin KTY:n+HEXI:n taulun kanssa. Huoltotöiden esim. KTY:n seisokin aikana voi olla tiellä ja saattaa vahingoittaa.
VKT	2	Tukitilasta ja muista yksiköistä tultaessa reitti on suora ja turvallinen. Valmis kaapelikanava. Samaan paikkaan on muidenkin yksiköiden taulut keskitettyinä. Näköyhteys koko yksikköön (ei pumppukäytävä). Hyvät poistumistiet.	Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. VK:n korkeapaineosa hiekkakentän toisella puolella. KTY:n uunin vieressä. Nykyään uunin edustaa pidetään telinefirman kenttävarastona, mikä vaikeuttaa pääsyä taululle.

Yksikkö	Taulun nro	Paikan hyvät puolet	Paikan huonot puolet
KTY+HEXI	1	Tukitilasta ja muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä tultaessa reitti on suora ja turvallinen. Valmis kaapelikanava. Samaan paikkaan on muidenkin yksiköiden taulut keskitettynä, mikä helpottaa paikan muistamista. Suojassa muusta prosessista. KTY:n vesivalelut samassa paikassa. Hyvät poistumistiet.	Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. VK:n korkeapaineosa hiekkakentän toisella puolella. KTY:n uunin vieressä. Nykyään uunin edustaa pidetään teliefirman kenttävarastona, mikä vaikeuttaa pääsyä taululle.
KTY+HEXI	2	Tukitilasta tultaessa reitti on melko suora ja turvallinen. Valmis kaapelikanava. Paikan muistaminen helpompaa, koska mahdollinen VKT:n taulu vieressä. Tien vieressä. Kaukana prosessin kuumista laitteista. Kaukana muiden yksiköiden vaarallisista laitteista. Melko hyvät poistumistiet.	Jos saman aikaisesti häiriö VK:ssa ja VKT:ssa, niin tukitilasta tultaessa reitti ei ole turvallinen. Voi mennä sekaisin VKT:n taulun kanssa. Huoltotöiden esim. KTY:n seisokin aikana voi olla tiellä ja saattaa vahingoittaa.
BIY	1	Tukitilasta päin tultaessa reitti on suora ja turvallinen. Iso osa yksiköstä näkyvillä. Suojaisalla paikalla yksikköön nähden. Valmis kaapelikanava lähellä. Muiden yksiköiden taulut vieressä, mikä helpottaa paikan muistamista. Hyvät poistumisreitit. Tien vieressä.	Muista yksiköistä päin tultaessa reitti ei ole turvallinen/suora. Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. Voi hankaloittaa pääsyä KTY:n uunin paneelille. Voi vaikeuttaa pääsyä KTY:n vesivaleluille.
BIY	2	Suojaisa paikka prosessiin nähden. Helpompi muistaa paikan, koska vieressä on muiden yksiköiden tauluja. Tukitilasta, ohjaamorakennuksesta ja muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä päin tultaessa reitti on selkeä ja turvallinen. Kaapelikanava lähellä. Tien vieressä. Hyvät poistumisreitit.	Ei näköyhteyttä prosessiin. Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. Saattaa vahingoittaa vieressä olevien säiliöiden huoltotöiden tmv. aikana.
NKJT	1	Hyvät reitit TL2:n tukitilasta ja ohjaamosta päin tultaessa. Hyvä näköyhteys prosessiin. Kaapelikanava lähellä. Tien vieressä. Yksikön vesivalelut samassa paikassa. Hyvät poistumistiet.	BIY:n uuni lähellä. Ei suojaisassa paikassa prosessiin nähden.
NKJT	2	Helpompi muistaa paikan, koska vieressä on muiden yksiköiden tauluja. Muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä sekä TL2 tukitilasta päin tultaessa reitti on selkeä ja turvallinen. Kaapelikanava lähellä. Tien vieressä. Hyvät poistumisreitit.	Huono näköyhteys prosessiin. Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. Saattaa vahingoittaa vieressä olevien säiliöiden huoltotöiden tmv. aikana.

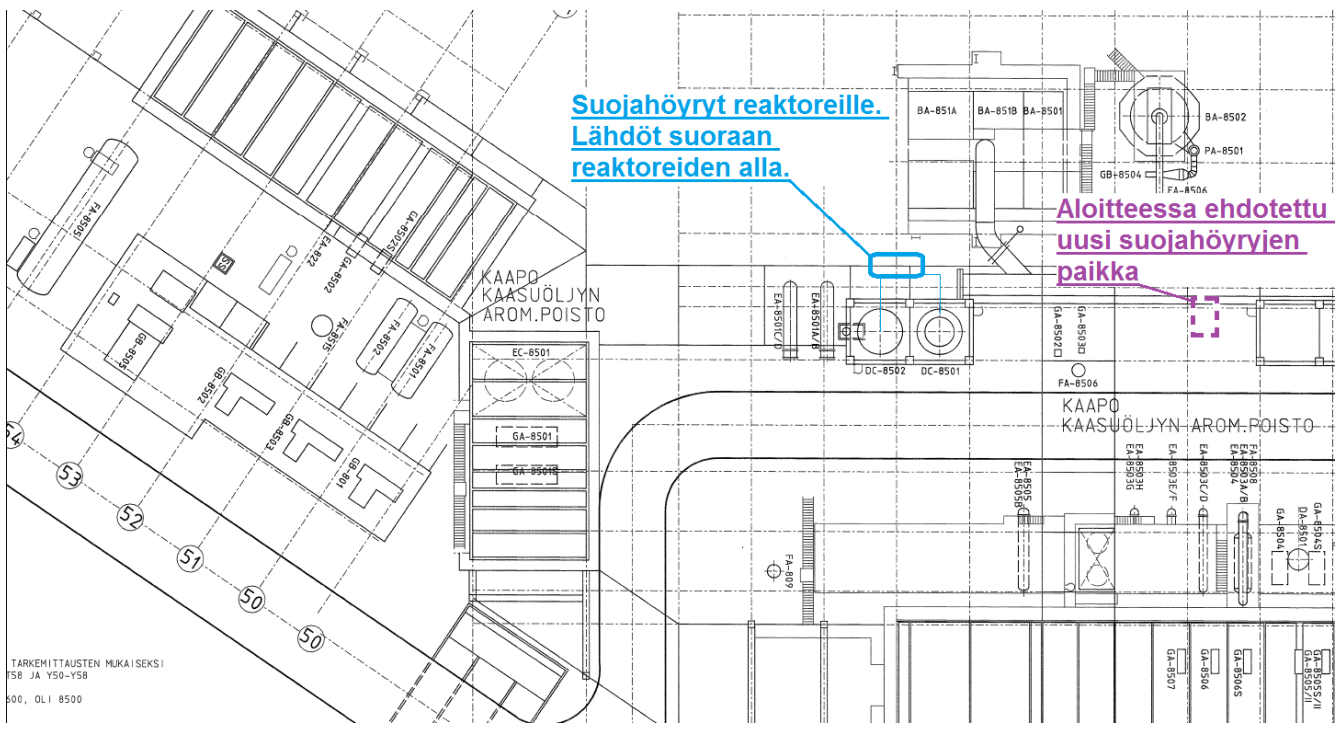
Yksikkö	Taulun nro	Paikan hyvät puolet	Paikan huonot puolet
TAME	1A	Suora reitti ohjaamorakennuksesta päin tultaessa. Tien vieressä. Näköyhteys prosessiin. Kaapelikanava lähellä. Hyvät poistumisreitit. Paloposti vieressä.	Jos samanaikaisesti häiriö VHVI:ssä, taulun luona ei ole turvallista olla. Muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä päin tultaessa reitti ei ole suora/turvallinen. Pääsy voi olla estetty esim. vieressä olevan VHVI-yksikön huoltotöiden aikana.
TAME	1B	Suora reitti ohjaamorakennuksesta päin tultaessa. TAME:n vesivalelut samassa paikassa. Tien vieressä. Hyvät poistumistiet.	Rajattu näköyhteys prosessiin. Muista yksiköistä päin tultaessa reitti ei ole suora/turvallinen. Sivukiertoreaktorit lähellä.
TAME	2	Suojaisa paikka prosessiin nähden. Helpompi muistaa paikan, koska vieressä on muiden yksiköiden tauluja. Muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä päin tultaessa reitti on selkeä ja turvallinen. Kaapelikanava lähellä. Tien vieressä. Hyvät poistumisreitit.	Ei näköyhteyttä prosessiin. Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. Saattaa vahingoittaa vieressä olevien säiliöiden huoltotöiden tmv. aikana. Tukitilasta päin tultaessa reitti ei ole suora.
VHVI	1A	Suora, nopea ja melko turvallinen reitti tukitilasta, KAAPO:sta ja BESSI:stä päin tultaessa. Kaapelikanava lähellä. Tien vieressä. Hyvät poistumisreitit. Suojassa yksikön korkeapaineosasta ja kolonneista.	Muista yksiköistä päin tultaessa reitti ei ole turvallinen. Kuumaöljypumput lähellä. Huono näköyhteys prosessiin. Teräsaidat voivat olla esteenä poistumistiellä.
VHVI	1B	Suora reitti ohjaamorakennuksesta päin tultaessa. VHVI:n vesivalelut ja suurin osa suojahöyryistä samassa paikassa. Tien vieressä. Kaapelikanava vieressä. Kaukana yksikön kuumista laitteista. Näköyhteys pumppukäytävälle.	Muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä päin tultaessa reitti ei ole suora eikä turvallinen. Lähellä kompressorihallia. Voi vahingoittaa esim. kompressorin huollon yhteydessä.
VHVI	2A	Suojassa muusta prosessista. VK:sta, VKT:stä KTY:stä ja HEXI:stä päin tultaessa reitti on melko suora ja turvallinen. Kaapelikanava lähellä. Tie vieressä. Hyvät poistumistiet.	BIY:n uuni lähellä. VK:n korkeapaineosa lähellä. Tukitilasta, BESSI:stä ja KAAPO:sta päin tultaessa reitti ei ole suora. Ei näköyhteyttä prosessiin.
VHVI	2B	Reitti muista vastualueeseen kuuluvista yksiköistä on turvallinen ja suhteellisen nopea. Kaapelikanava lähellä. Suojaisalla paikalla yksikköön nähden. Muiden yksiköiden taulut koottuna samaan paikkaan, mikä helpottaa paikan muistamista. Hyvät poistumisreitit. Näköyhteys isoon osaan yksikköä.	Reitti tukitilasta ei ole turvallinen eikä suora. Voi mennä sekaisin muiden yksiköiden taulujen kanssa. VK:n korkeapainepuoli hiekkakentän toisella puolella. KTY:n uuni lähellä. Nykyään unin edustaa pidetään telinefirman kenttävarastona, mikä vaikeuttaa pääsyä taululle.

Yksiköiden suojahöyryjen nykytilanne ja muutosehdotuksia

BIY

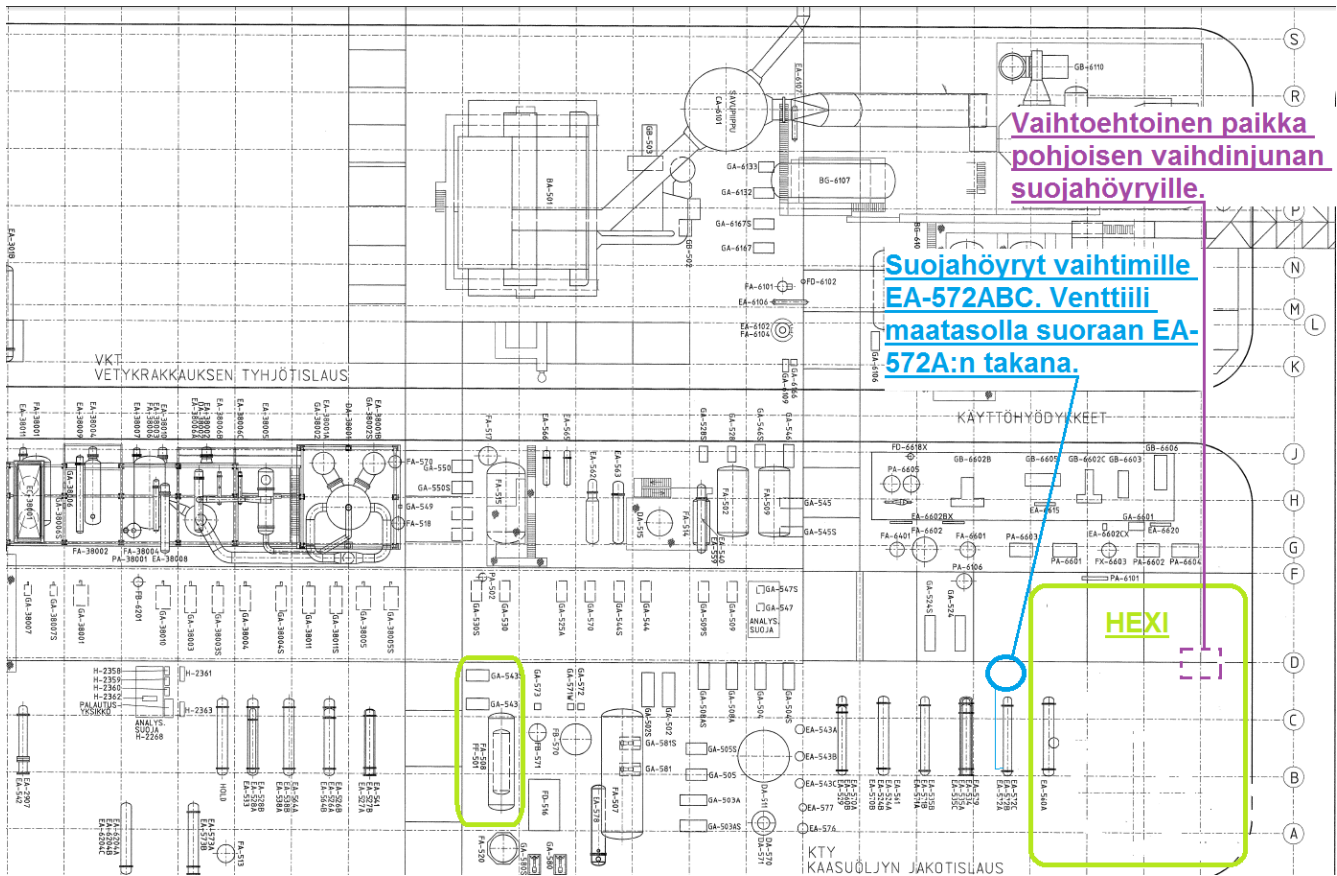


KAAPO



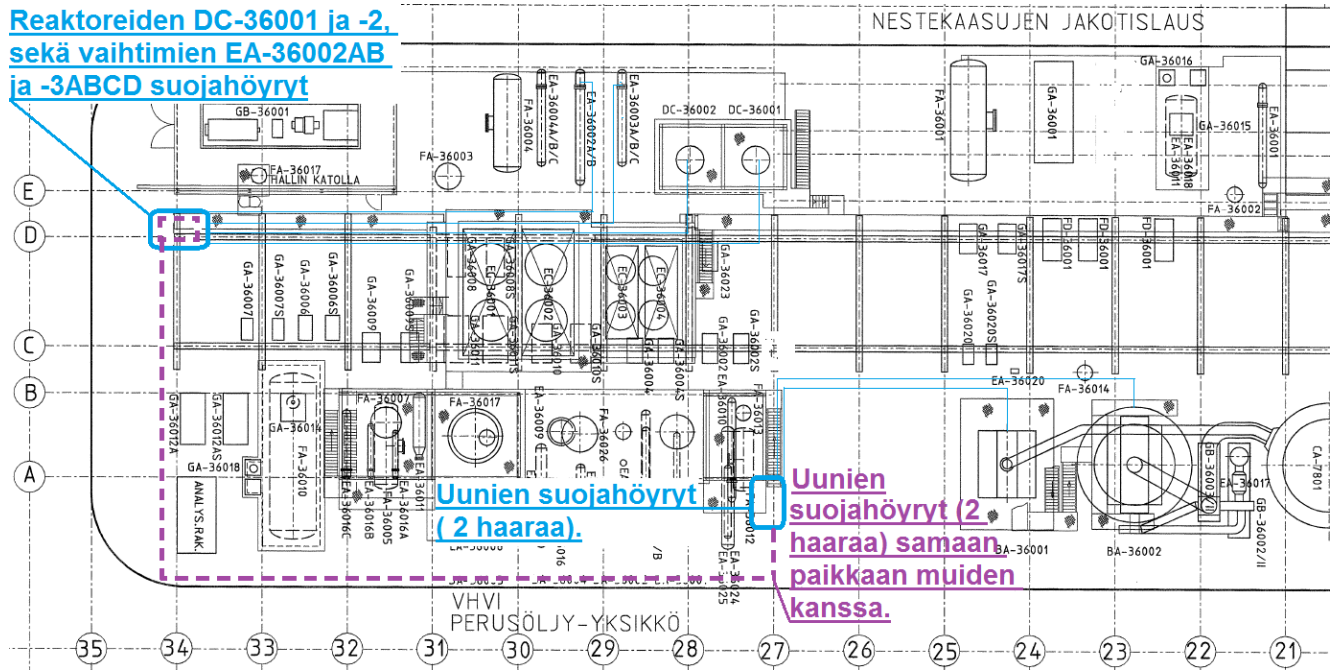
TARKEHMITTAUSTEN MUKAISEKSI
F58 JA Y50-Y58
500, OLI 8500

KTY



VHVI

Reaktoreiden DC-36001 ja -2, sekä vaihtimien EA-36002AB ja -3ABCD suoajahöyryt



VK

