

SÄILIÖN YLITÄYTÖN ESTON UUDISTAMISEN PERUS- SUUNNITTELU

Alex Hast

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2021

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Alex Hast	Vuosi	2021
Ohjaaja	Ins. (AMK) Jukka Hietämäki		
Toimeksiantaja	Neste Oyj Mikko Junnonaho		
Työn nimi	Säiliön ylitäytön eston uudistamisen perussuunnittelu		
Sivu- ja liitesivumäärä	53 + 51		

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä perussuunnittelu Nesteen Kemin terminaalin säiliön ylitäytön esto järjestelmän uudistamisen toteutukseen. Näiden suunnitelmien pohjalta voidaan toteuttaa tarvittavat instrumentointi sekä automaatiouudistukset Nesteen terminaaliin, uudistamisella pyritään parantamaan turvallisuutta sekä estämään säiliön ylitäytyminen sen täydennysvaiheessa. Nesteellä käytössä on jo, ylitäytön valvonta järjestelmä, joka tässä työssä uudistetaan. Osa nykyisistä komponenteista hyödynnetään suunnittelun toteutuksessa.

Aineistona käytettiin Nesteen intranettiä sekä valmistajien ja maahantuojien hakemistoja. ATEX-aineistona käytettiin SFS-materiaaleja ja EU-direktiiviä sekä verkosta löytyviä ATEX-ohjeistuksia.

Ylitäytön estosuunnittelu aloitettiin käymällä läpi Neste Oyj:ltä saatuja lähtötiedokumentteja, sekä otettuja valokuvia terminaalialueelta. Lähtötietoja hyödyntämällä tehtiin suunnitelmat XCV-venttiiliin, yläpinta rajakytkimen, sekä pintatutkan sijoittelusta. Säiliön katolle oli tehty aikaisemmassa vuosihuollossa valmiiksi yhde pintatutkalle, siihen lisätään uusi pintatutka. Yläpinta rajakytkimen paikka valikoitui vanhan ylärajakytkimen tilalle.

Opinnäytetyö koski säiliö 15:tä, joka sisältää BE95E10 polttoainetta. Opinnäytetyössä esitettiin vaihtoehto järjestelmän toteutukselle. Haasteita toi erityisesti ATEX- ja SIL-luokitusvaatimukset, joiden piti täytyä jokaisessa säiliöalueelle suunnitellussa komponentissa. Työssä myös määritettiin suojausten toimintakuvaudet koskien ylitäytön estosuunnitelmaa.

Avainsanat instrumentointi, automaatiojärjestelmä, suunnittelu, ATEX, SIL

Electrical and Automation Engineer-
ing
Bachelor of Engineering

Author	Alex Hast	Year	2021
Supervisor	Jukka Hietamäki, Eng. (BaSc)		
Commissioned by	Neste Oyj. Mikko Junnonaho		
Subject of thesis	Basic design for tank overflow prevention renewal		
Number of pages	53 + 51		

The subject of this thesis was to make a basic design for the prevention of overfilling of the tank at Neste's Kemi terminal for the implementation of the system renewal. On the basis of these plans, the necessary instrumentation and automation upgrades can be implemented at Neste's terminal, with the aim of improving the safety and preventing the tank from overfilling during its replenishment phase. Neste already has an overflow monitoring system, which will be renewed in this work. Some of the existing components are utilized in the implementation of the design.

Neste's intranet and directories of manufacturers and importers were used as material. The ATEX material used consisted of SFS materials and the EU directive, as well as the online ATEX guidelines.

Overflow prevention planning was started by reviewing the source data documents received from Neste Corporation, as well as photographs taken from the terminal area. Utilizing the input data, plans were made for the placement of the XCV valve, the upper surface limit switch, and the surface radar. In the previous annual maintenance, a pipe for one surface radar had been added on the roof of the tank, where the new surface radar will be added. The location of the upper limit switch was selected to replace the old upper limit switch.

The thesis concerned tank 15, which contains BE95E10 fuel. An alternative to the implementation of the system was presented in the thesis. In particular, the ATEX and SIL classification requirements, which had to be met in each component designed for the tank area, posed challenges. The work also defined functional descriptions of the protections regarding the overflow prevention plan.

Key words

instrumentation, automation system, design, ATEX, SIL

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	NESTE OYJ.....	11
3	SAFETY INTEGRITY LEVEL (SIL).....	12
4	ATEX DIREKTIIVIT.....	15
4.1	Laiteluokkien ja tilaluokkien välinen suhde	16
4.2	Lämpötilaluokitukset	16
4.3	Laiteluokat ja ryhmät.....	17
5	ATEX VAATIMUKSET TERMINAALIALUEELLA.....	18
6	YLITÄYTÖN ESTOJÄRJESTELMÄN TOIMINTA SEKÄ LÄHTÖKOHDAT ...	21
7	LAITEVALINNAT	23
7.1	Laitevalintojen suunnittelu.....	23
7.2	Pintakytkin	23
7.3	Pintatutka.....	24
7.4	Turvalogiikka.....	25
7.5	I/O	26
7.6	Profinet	27
7.7	Turvatulot ja -lähdöt	27
7.8	XCV-venttiili	27
8	PINTAMITTAUKSET TERMINAALIALUEELLA.....	29
9	YLITÄYTÖN ESTON SUOJAUSTEN TOIMINTAKUVAUS.....	30
9.1	Toteutus automaatiojärjestelmässä	30
9.2	Suojausten määrittelmä	31
10	SÄILIÖN PINNAKORKEUDEN MITTAUS	33
10.1	LIA-15 pinnanmittaus.....	33
10.2	Pintamittauksen määrittely.....	34
10.3	Ylärajakytkimen määrittely.....	35
10.4	Toimittajan valinta.....	38
11	XCV-VENTTIILI	39
12	XCV-VENTTIILIN SIJOITUSVAIHTOEHDOT	41

13ASENNUSVALVONTA	43
14AUTOMAATIOKESKUS SEKÄ KAAPELOINTI MUUNTAMOHUONEESSA	44
14.1 Kaapelointi kentällä	45
14.2 Pintamittauksen sekä ylärajakytkimen kaapelointi.....	46
15VALVOMO	49
16POHDINTA	50
LÄHTEET	51
LIITTEET	53

ALKUSANAT

Haluan antaa kiitokset Neste Oyj:lle sekä erityisesti terminaalipäällikölle Mikko Junnonaholle mahdollisuudesta toteuttaa opinnäytetyö Nesteelle. Ohjauksesta ja avustuksesta opinnäytetyön toteutuksessa haluan kiittää opinnäytetyön valvojaa Jukka Hietamäkeä. Lisäksi haluan kiittää Nesteen Kemian organisaatiota tästä mahdollisuudesta tutustua terminaalien toimintaan ja toteuttaa opinnäytetyö Nesteelle.

18.11.2021

Alex Hast

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ATEX	Atmosphere Explosible (Räjähdysvaarallinen tila)
CPU	Central Processing Unit
Ex	ATEX-direktiivin edellyttämä Ex-merkintä
IEC	Sähköalan kansainvälinen standardisoimisjärjestö (International Electrotechnical Commission)
I/O	Input/Output
HOSL	Hertfordshire Oil Storage Terminal
HMI	Human-machine interface
LIZ-15	Pintatutka (turva)
LZ-15	Pintakytkin (turva)
LSA-100	Pintakytkin (turva)
M001	Muuntamohuone 001
M002	Muuntamohuone 002
NES	Neste engineering solutions
PC	Professional computer
PFH	Turvatoiminnon epäonnistumisen todennäköisyyden mittaaminen (Probability of Dangerous Failure/Hour)
Profinet	Teollisuuden ethernet väylä
Profibus	Perinteinen prosessiautomaation kenttäväylä
S7-1500	Siemens ohjelmoitava logiikka
S-14	Säiliö 14

S-15	Säiliö 15
SFS	Suomen standardisoimisliitto
SIL	Safety Integrity Level
SRCF	Vaarallisen satunnaisen laitevian aiheuttaman turvallisuuden ohjaustoiminto (Safety-Related Control Functions)
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
XCV	Cross Check Valve

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajina on Neste Oyj. Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena on tehdä Nesteen terminaaliin ylitäytön estojärjestelmän perussuunnittelu, sekä siihen liittyvät automaatio- sekä instrumenttimuutokset. Opinnäytetyön tavoite on luoda turvallisempi ja nykyaikaisempi tapa hallita säiliön täyttöprosessia. Työ on ajankohtainen Nesteen terminaaliin, sillä käytössä on vanha Alcont-järjestelmä, joka on jo elinkaarensa päässä ja johon ei pystytty lisäämään tarvittavia muutoksia koskien ylitäytön estojärjestelmää. Vaihtoehdoksi päättyi Siemens S7-1500 logiikkaohjaus sekä ET200SP I/O-järjestelmä. Ohjauskeskusten sijoituspaikaksi määritettiin muuntamotila M001.

Ylitäytön estojärjestelmän pääasiallinen tavoite on hallita räjähdysriskissä tilassa olevien nesteiden ylitäyttymisen estoa. Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin lisäksi pinnanmittauksen laitevalinnat sekä ylitäytön estoventtiilien valinta. Koska alue on ATEX-aluetta eli räjähdysriskiä tilaa, tuli se ottaa huomioon laitevalintoja tehdessä, jotta kaikki kriteerit täytyivät. Opinnäytetyössä käsitellään myös suojausten toimintakuvaukset koskien uudistus suunnitelmaa. Automaatiojärjestelmän hankinta sekä ohjelmointi ei kuulunut opinnäytetyön laajuuteen.

Lähtökohdat olivat olemassa olevien instrumenttien uudistaminen sekä XCV-venttiilin lisäys. Instrumentit kytketään Siemensin logiikkaohjaukseen. Alcont-järjestelmä on poistumassa tulevina vuosina käytöstä, ja sen tilalle suunnitellaan Siemensin logiikkajärjestelmää.

Opinnäytetyöaiheen varmistuttua kävimme Nesteen terminaalipäällikön Mikko Junnonahon kanssa kiertämässä terminaalialueella, jossa kävimme läpi mahdollisia toteutusvaihtoehtoja. Kiersimme myös sähkötilat sekä valvomotilan, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä kokonaiskuva liittyen opinnäytetyön toteutukseen.

Työn tavoitteena on edistää turvallisuutta ja ennaltaehkäistä uusien onnettomuuksien syntymistä. Britanniassa vuonna 2005 sattunut Buncefieldin onnettomuus on hyvä esimerkki, jossa ylitäyttyminen oli yksi merkittävä syy onnettomuuteen.

Onnettomuus tapahtui sunnuntaina 11 joulukuuta, ja se oli yksi Britannian suurimmista palo-onnettomuuksista. Hertfordshiren öljyterminaali (HOSL), käsitteli vuodessa 2.37 miljoonaa kuutiota öljytuotteita, tarkemmin mainittakoon bensiiniä, dieseliä sekä lentopetrolia, jota alueelle kuljetettiin polttoaineautoilla sekä putkilinjoja pitkin.

Onnettomuus sai alkunsa aikaisin aamulla, kun lyijytöntä polttoainetta lastattiin säiliö 912:n, joka sijaitsi terminaalin luoteisessa nurkassa. Suojatoimet pettivät, ja yksi henkilökunnasta hoksasi säiliön 912 kapasiteetin tulleen täyteen. Ylitäytyminen johti rikkaan polttoaineen ja ilmahöyryn muodostumiseen. Se paksuuntui noin 2 metriin ja alkoi levitä kaikkiin suuntiin. Lisää räjähdyksiä seurasi suuri tulipalo, joka lopulta valtasi 20 suurta varastosäiliötä. Pelastuslaitos julisti suuren hätätilanteen ja valtava palontorjunta alkoi.

Parhaimmillaan alueella oli 25 paloautoa, 20 tukiajoneuvoa ja 180 palomiestä ennen palon lopullista sammumista 15. joulukuuta. Tehdasalue, jonka omistivat Total ja Texaco ja joiden osia hallinnoivat muut yritykset, kuten British Pipeline Agency ja BP, kärsivät suuria vahinkoja, vaikka vesiverho auttoi pelastamaan suuria alueita. (BBC 2010)

2 NESTE OYJ

Neste Oyj on 1948 perustettu suomalainen öljynjalostus- ja markkinointiyhtiö sekä maailman suurin uusiutuvan jätteistä ja tähteistä valmistetun dieselin sekä lentopolttoaineen tuottaja. Nesteellä on toimintaa yhteensä 14 maassa. Vuonna 2020 Nesteen liikevaihto oli 11,8 miljardia euroa ja 94 % yrityksen vertailukelpoisesta liikevoitosta tuli uusiutuvista tuotteista. Yhtiöllä työskentelee noin 4400 henkilöä. Suomessa Nesteellä on jalostamokokonaisuus, joka koostuu viidestä eri tuotantolinjasta. Neljä niistä on Porvoon jalostamolla ja viides sijaitsee Naantalissa. Porvoon jalostamolla tuotetaan uusiutuvaa dieseliä. Omien tuotantolaitoksien lisäksi yhtiö omistaa 45 % Bahrainissa sijaitsevasta perusöljylaitoksesta. (Neste Oyj 2021.)

Opinnäytetyö koski Nesteen Kemin terminaali-aluetta. Alueelle saapuu kuukausittain laiva, joka kuljettaa erilaisia polttoaineita, kuten dieseliä ja bensiiniä, sekä muita tuotteita säiliöalueelle. Terminaali-alue on osittain ATEX-luokiteltua aluetta. Terminaali-alue koostuu valvomorakennuksesta, jossa on toimistotilat, sekä yleiset taukopaikat, huoltohallista, sekä muuntamohuoneista M001 ja M002. Lisäksi alueella on paljon erikokoisia säiliöitä, joissa varastoidaan pääsääntöisesti polttoainetta. Lastausalue on sijoitettu satama-alueelle tulevan tien päähän. Lastausalueella liikkuu päivittäin raskaan kaluston ajoneuvoja, jotka kuljettavat polttoainetta huolto- sekä tankkausasemille. Satamasta tulee putkilinja säiliöalueelle, jossa se jakautuu eri säiliöille. Säiliöalueelta puolestaan tulee putkilinjat lastausalueelle.

3 SAFETY INTEGRITY LEVEL (SIL)

SIL-lyhenne tulee sanoista Safety integrity level, joka tarkoittaa turvallisuuden eheystasoa. Siihen liittyy neljä eri luokitusta, jotka ovat S, F, W ja P.

Turvallisuuseheys määritellään standardin SFS-EN IEC 62061:2021 mukaisesti.

Vakavuusluokka (S). S-kirjain osoittaa vakavuusluokkaa, jonka vaikutukset on jaoteltu numeroin 1-4, jossa numero 1 tarkoittaa että tarvitaan ensiapua, ja 4 puolestaan tarkoittaa kuolemaa, silmän tai käsivarren menetystä, ja on täten korkeimmalla vakavuusluokassa.

Altistumistiheyden ja keston luokitus (F). F-kirjain osoittaa altistumistiheyttä ja sen kestoa. Kesto on jaettu kahteen eri luokkaan, alle 10 minuuttia kestänyt altistuminen ja yli 10 minuuttia kestänyt altistuminen. Altistumistiheys on myös jaettu viiteen eri osaan, jotka jakautuvat kerran tunnissa aina kerran vuodessa - tiheyksiin asti. Tämä tarkoittaa että vakavimmassa luokassa henkilö on altistunut useamman kerran kuin kerran tunnissa sekä on ollut joko alle kymmenen minuuttia tai yli kymmenen minuuttia kerrallaan altistuneena, kummallakin näillä on sama haittaluokitus (5). Puolestaan lievin osa tässä tarkoittaa henkilön olevan kerran vuodessa alle kymmenen minuuttia altistuneena

Todennäköisyyden luokitus (W). W-kirjain osoittaa tapahtuman todennäköisyyttä sekä, todennäköisyyttä joka on jaettu viiteen eri osaan. Tapahtuman todennäköisyyksissä merkityksetön on näistä lievin, jonka todennäköisyys (W) on asteikolla matalin (1). Tapahtuman todennäköisyys joka on erittäin korkea, puolestaan on todennäköisyysasteikolla (W), korkein (5).

Vahingon välttämisen tai rajoittamisen mahdollisuuden luokittelu (P). P-kirjain osoittaa vahingon välttämisen mahdollisuuden ja sen rajoittamisen mahdollisuuden. Todennäköinen välttäminen ja rajoittaminen on asteikolla (P) lievin (1). Harvinainen on asteikolla (P) osoitettu numerolla 3. Mahdoton välttäminen tai rajoittaminen puolestaan on vakavin asteikolla (P), sen numero on 5. (PILZ 2021.)

Matriisimäärittäminen tarvittavan SIL:n määrittämiseksi turvatoiminnolle, alla olevaa taulukkoa hyödyntäen voidaan määrittää esimerkki vaaralle jonka, $S = 3$, $F = 4$, $W = 5$ ja $P = 5$, saadaan seuraava kaava: $CI = F + W + P = 4 + 5 + 5 = 14$. Taulukon 1 perusteella määritettyä vaaraa vähennettävän turvallisuustoiminnon luokan on oltava SIL 3. (PILZ 2021.)

Taulukko 1. SIL-määrittäminen matriisi (PILZ 2021)

Vaikutukset	Vakavuus S	Luokka $K = F + W + P$												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kuolema, silmän tai käden menetys	4	SIL 1		SIL 2			SIL 2			SIL 3			SIL 3	
		PL _{r,b}	PL _{r,c}	PL _{r,d}			PL _{r,d}			PL _{r,e}			PL _{r,e}	
Pysyvä, sormien menetys	3			MT			SIL 1			SIL 2			SIL 3	
				PL _{r,a}			PL _{r,b}	PL _{r,c}	PL _{r,d}			PL _{r,e}		
Peruuntuva, lääketieteellinen hoito	2	Ei SIL (tai PL) vaatimusta					MT			SIL 1			SIL 2	
							PL _{r,a}			PL _{r,b}	PL _{r,c}	PL _{r,d}		
Peruuntuva, ensiapu	1	MT: Muu toimenpide								MT			SIL 1	
										PL _{r,a}			PL _{r,b}	PL _{r,c}

Jokaiselle turvatoiminnolle on määritettävä toiminnon suorittamisen kannalta kriittiset elementit niin sanotut osajärjestelmät. Osajärjestelmien valinnalla tai suunnittelulla on varmistettava SIL, joka on parempi tai yhtä suuri kuin vaadittu taso.

Jokaisen osajärjestelmän on täytettävä seuraavat vaatimukset

- Laitteiston turvallisuuden eheyttä koskevat rajoitukset
- Vaarallisten satunnaisten laitevikojen todennäköisyys (PFH)
- Järjestelmällinen turvallisuuden eheys (vikojen välttämistä koskevat vaatimukset ja systemaattisten virheiden hallintaa koskevat vaatimukset)

Vaarallisen satunnaisen laitevian aiheuttaman turvallisuuteen liittyvän ohjaustoiminnon (SRCF) vaarallisen tilapäisen vikaantumisen todennäköisyyden pitää olla sama tai pienempi kuin turvallisuusvaatimuksissa on määritetty vikaantumisraja-arvo. Laskentatyökalulla (PAScal) voidaan määrittää tarvittavat parametrit. (PILZ 2021.)

4 ATEX DIREKTIIVIT

ATEX-laitedirektiivissä säädetään räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden ja suojausjärjestelmien turvallisuudesta. ATEX-lyhenne tulee sanoista atmosphées explosibles. ATEX-laitedirektiivin tavoitteena on varmistaa, että markkinoilla olevat ja -käyttöön otetut ATEX-tuotteet ovat turvallisia ihmisille, omaisuudelle sekä kotieläimille. ATEX-laitteiden tulee toimia käyttötarkoituksen mukaisessa käytössä ja ennakoitavissa olevissa virhekkäyttötilanteissa turvallisesti sekä niiden rakenteen täytyy olla sellainen, että tiloissa mahdollisesti esiintyvät räjähdyskelpoiset kaasuseokset eivät aiheuta räjähdystä tai tulipaloa. (Tukes 2014.)

Räjähdysvaaralliset tilat luokitellaan räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistiheyden ja keston perusteella. Taulukkoon 2 on merkitty olosuhdedirektiivin mukaiset tilaluokitukset tiloista, jossa käsitellään palavia nesteitä.

Taulukko 2. ATEX-olosuhdedirektiivin 99/92/EY liite I mukaiset tilaluokituksen määritelmät tiloista, joissa käsitellään palavia nesteitä.

Tila-luokka	Tilaluokan määritelmä
0	Ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
1	Ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos, joka todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
2	Toisaalta ilman ja toisaalta kaasun, sumun tai höyryn muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen on normaalitoiminnassa epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

4.1 Laiteluokkien ja tilaluokkien välinen suhde

Kokonaisvaltaisen räjähdysuojauksen takana on tila- ja laiteluokkien välinen suhde. Kun tilaluokitus on tehty, voidaan valita siihen tilaan sopivat laitteet laiteluokituksen perusteella. Taulukossa 3 on esitetty laite- ja olosuhdedirektiivin välinen suhde.

Taulukko 3. Tila- ja laiteluokkien välinen suhde. ATEX-olosuhdedirektiivin 99/92 liite 1.

Laiteluokka	Tilaluokka	Ilmaseos	Käytettävissä myös tilaluokassa
1	0	Kaasu, höyry,sumu	1 ja 2
2	1	Kaasu, höyry,sumu	2
3	2	Kaasu, höyry,sumu	-
1	20	Pöly	21 ja 22
2	21	Pöly	22
3	22	Pöly	-

4.2 Lämpötilaluokitukset

Räjähdyssrakennetyypit koskevat pääasiassa laitevalmistusta. Räjähdysuojausasiakirjan laatimiseen ja Ex-tilojen sähkösuunnittelun toteuttamiseen ja laitevalintoihin riittää yleensä laiteluokkavaatimusten ymmärtäminen. Taulukossa 4 esitetään sähkölaitteiden lämpötilaluokat, sekä sähkölaitteiden pintalämpötilat. (Tu-kes, räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus -opas 2015)

Taulukko 4. Sähkölaitteiden lämpötilaluokat

Sähkölaitteen lämpötilaluokka	Sähkölaitteen pintalämpötila
T1	450 °C
T2	300 °C
T3	200 °C

T4	135 °C
T5	100 °C
T6	80 °C

4.3 Laiteluokat ja ryhmät

Laitteet jaetaan ryhmiin I ja II. Ryhmän I laitteet on tarkoitettu sellaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin joissa räjähdysvaara perustuu kaivoskaasun (metaani) tai pölyyn. Ryhmään II kuuluvat muissa paikoissa käytettäväksi tarkoitetut laitteet. Ryhmän I laitteet jaetaan kahteen eri laiteluokkaan (M1 ja M2). Ryhmän II laitteet jaetaan puolestaan kolmeen eri laiteluokkaan (1, 2 ja 3) sen mukaan, miten suurta turvallisuustasoa niiltä vaaditaan. Laiteluokasta riippuu myös, millaisia menettelyjä edustajansa on noudatettava vaatimusten mukaisuuden osoittamiseksi ja CE-merkin kiinnittämiseksi. Kuva 1 osoittaa laitteiden käyttöönottoa säätelevät ATEX-työolosuhdesäädökset (Tukes 2015.)



Kuva 1. Esimerkkejä Ex-laitteen tyyppikilpimerkinnöistä (Tukes 2015, 8)

5 ATEX VAATIMUKSET TERMINAALIALUEELLA

Terminaalialueen ATEX- merkityillä alueilla sääsuojausten tulee olla vähintään IP55, kaapelitiivisteiden suositus on IP67. Kotelointiluokituksen tulee olla vähintään IP55 mukainen. Mikäli laitteita asennetaan ATEX-tiloihin, laitteiden ja tarvikkeiden laiteluokitus tulee olla vähintään II 2 G EExe T3 tai II 2 G EExd IIC T3, tilaluokkaan 1. Taulukosta 5 nähdään suojelun tasot, ryhmät, suojelun teho sekä käyttöolosuhteet. (Tukes 2014)

Taulukko 5. ATEX-luokittelu, (Tukes 2014)

Suojelun taso	Ryhmä I	Ryhmä II	Suojelun teho	Käyttöolosuhteet
Erittäin korkea	M1		Kaksi itsenäisesti toimivaa suojauskeinoja tai turvallisuus varmistettu myös silloin, kun kaksi toisistaan riippumatonta vikaa ilmenee	Laitteen energiansyöttö ja toiminta jatkuvat räjähdysvaarallisessa tilassa
Erittäin korkea		1	Kaksi itsenäisesti toimivaa suojauskeinoja tai turvallisuus varmistettu myös silloin, kun kaksi toisistaan riippumatonta vikaa ilmenee	Laitteen energiansyöttö ja toiminta jatkuvat tilaluokissa 0,1,2 (G) ja/tai 20,21,22 (D)
Korkea	M2		normaalitoiminta ja vaikeat käyttöolosuhteet	Laitte kytkeytyy energiattomaksi räjähdysvaarallisessa tilassa
Korkea		2	Normaalitoiminta ja ennakoitavissa olevat toistuvat häiriöt ja toimintaviat.	Laitteen energiansyöttö ja toiminta jatkuvat tilaluokissa 1,2 (G) ja/tai 21,22 (D)
Tavanomainen		3	Normaalitoiminta	Laitteen energiansyöttö ja toiminta jatkuvat tilaluokissa 2 (G) ja/tai 22 (D)

Kaikkien tarvikkeiden tulee olla ATEX-hyväksytyjä ja niistä pitää olla todistukset, mikäli laitteita asennetaan ATEX-tiloihin. Tarvikkeiden täytyy soveltua ilman suojausta tapahtuvaan ulkoasennukseen. Kaikkien ruuvien materiaalin tulee olla ruostumatonta terästä lukuun ottamatta muovikoteloita, joissa ruuvien materiaaliksi hyväksytään myös messinki.

Tarvikkeiden tulee olla mekaanisesti lujia ja kestää tapahtuva käsittely myös muita kohteita huollettaessa tai korjattaessa.

Kaapelitiivisteiden, sulkutulppien, supistusten yms. tarvikkeiden täytyy olla rasioiden ja koteloiden Ex-luokitusta vastaavia. Kaapelitiivisteiden kierre on M-kierre.

Kun ATEX-tiloja määritetään, on hyvä katsoa esimerkiksi Tamesonin ATEX taulukkoa. (Liite 11). (Tameson 2021).

Kaivosalalla on erikseen oma alue (I), joka koskee pelkästään sitä. Muille teollisuuden alueille on oma lohko (II), tämä siis koskee kaikkia muita teollisia alueita kuin kaivosalaa. ATEX-merkintä määritetään kohteen (Kaivos tai muu teollisuuden alue), laitteiden, suojaustason, laitekategorian, ilmassa olevien kaasujen (esimerkiksi pöly, nestekaasu), sekä alueen (ZONE) mukaisesti.

Esimerkiksi II 2G Ex d IIC T6 Gb tarkoittaa, että kyseessä on muu kuin kaivosalue (II). 2G puolestaan kertoo, että laitekategorian olevan 2, joka luokitellaan räjähdyskelpoisten ilmaseoksien alueeksi. Ex d kertoo puolestaan laitteen olevan turvaluokiteltu (tarvitsee esim. turvaluokitellun logiikkakortin). I ilmaisee myrkyllisten materiaalien ilmaantumisen ilmassa. Tässä kyseisessä määrittelyssä tarkoitetaan räjähtäviä kaasuja, esim. etanoli, bensiini, diesel ja asetyleeni. T6 kertoo pinnan sallitun maksimilämpötilan, joka on todettu pölyräjähdysten kestäväksi. T6 viittaa <85 °C. Gb-merkintä kertoo alue (zone) luokituksen, sekä tarvikkeiden suojaustason vaatimuksen. Gb myös ilmaisee zone 1-2 tai 2-3 kelpoisuutta.

Opinnäytetyössä käytetty ATEX-merkintä on II 2 G EExd IIC T3. Tämä kertoo, että alueella on pölyä sekä kaasuja, jotka voivat aiheuttaa räjähdysten (II 2G). EEx d tarkoittaa että, laitteet tulevat olemaan turvaluokiteltuja. IIC ilmaisee alueella olevaan räjähtäviä kaasuja, joiden lämpötila laitteisiin kertyvän hiilen tai pölyn mukaan on alle 450 °C, eivätkä ne sijaitse hiilikaivoksessa. T3 antaa pinnan sallitun maksimilämpötilan, joka on <200 °C.

Tamesonin kuviossa (Liite 11), kerrotaan tarkat määritykset, joiden täytyessä on helppo määrittää oikeat laitevaatimukset ATEX-alueille. Myös ATEX-alueella työskennellessä (tai siellä käyville) vaaditaan ATEX-koulutus.

Suunnittelijan tulee tietää laitemäärityksiä tehdessään, mitä räjähdysvaarallisia kaasuyhdisteitä alueella mahdollisesti on. Tässä opinnäytetyössä tiedettiin alueen olevan pölyn, lumen sekä polttoaineiden ja niiden sivutuotteitten ympäröimä, joten ATEX-määrittely olisi suhteellisen yksinkertaista. Laitteiden tulee olla turvaluokiteltuja ja vaativat niin sanotun tupla kaapeloinnin, jotta varmistetaan laittei-

den toiminta esimerkiksi kaapelirikkoutumisen tai jonkin muun seurauksen aikana. Kuvassa 2 nähdään lastausalue josta polttoaine lähtee kuljetuksella tankkauspisteille.

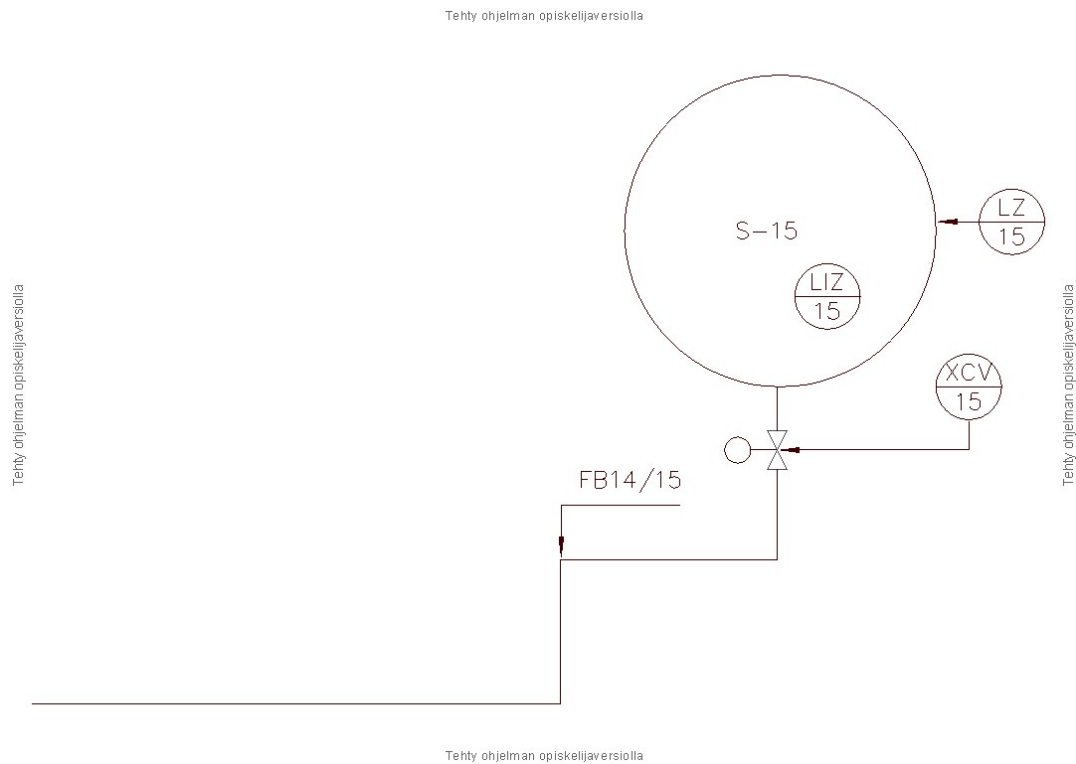


Kuva 2. Lastausalue terminaalissa

6 YLITÄYTÖN ESTOJÄRJESTELMÄN TOIMINTA SEKÄ LÄHTÖKOHDAT

Ylitäytön esto järjestelmä koostuu putkistolinjasta, XCV-venttiilistä, yläpintatutkasta sekä ylärajakytkimestä. Peruseriaatteena on siis turvata ylitäytymisen estäminen. Venttiili toimii paineilmalla, ja sen turvasuunta on kiinni.

Kuvassa 3 nähdään yksinkertaistettu versio putkistolinjasta sekä säiliöstä S-15. Kuvaan on merkitty vain uudistettavat instrumentit, sekä niiden sijoitus. Kohdassa 12 XCV-venttiilin sijoitusvaihtoehdot, nähdään täydellinen versio Nesteen antamasta PI-kaaviosta, johon on merkitty myös uudistettavat instrumentit sekä niiden sijoitukset.



Kuva 3. Uudistettavat instrumentit sekä säiliö S-15

Lähtökohtana oli uudistaa polttoainelinjalle FB14/15 tuleva sulkuventtiili sekä pinnanmittaukseen tarvittavat ylärajakytkin ja pintatutka. Käytössä Nesteellä oli jo pintatutka sekä ylärajakytkin ja sulkuventtiili, mutta kyseiset instrumentit ovat jo suhteellisen vanhoja sekä ovat kytkettynä Honeywell Total Plant Alcont -järjestelmässä. Uudistuksessa haluttiin lisätä Siemens logiikkaohjaus sekä modernimmat instrumentit.

Säiliön S-15 laitteet kytketään automaatiojärjestelmän I/O:lle. Automaatiojärjestelmä sisältää käyttö- ja turva-automaation. Venttiiliä ohjataan yläpinta tutkalla sekä ylärajakytkimellä. Kun määritetty yläraja (H) ylittyy, antaa se merkkiäänän sekä vilkkuvan keltaisen valon valvomoon. Kun ylähälytysraja (HH) täyttyy se antaa hälytyksen ja punaisen vilkkuvan valon valvomoon, sekä ajaa venttiilin turvasentoon, eli kiinni.

Ohjelmointi tulee toteuttaa modulaarisesti selkeää esitystapaa noudattaen, hyväksytetyillä peruspiireillä. Taulukossa 2 on esitetty mittauksen ohjelmalohko, jossa mittaukselle on alipäästösuodatus jonka aikavakiota voidaan muuttaa.

XCV-venttiilin sulkeutumisaika ei myöskään saa olla liian nopea, sillä tämä voi aiheuttaa sulkeutuessaan takaisiniskusta johtuvan paineen tulolinjaan, joka voi aiheuttaa pahimmassa tapauksessa räjähdysten tai putkiston repeämisen. Valvomoon tulevat näytöt toteutetaan Nesteen toimittamien näyttömäärittysten perusteella.

7 LAITEVALINNAT

7.1 Laittevalintojen suunnittelu

Laittevaihtoehtoja läpi käydessä keskityttiin siihen, että asetetut turvaehdot täyttyvät jokaisessa uudessa hankittavassa komponentissa. Sillä alueella on tarkat määräykset ATEX- ja SIL-vaatimuksista. Kentälle tulevissa laitteissa, (XCV, pintakytkin ja pintatutka) tulee olla ATEX-sertifikaatti niiden mukana. ATEX-sertifikaatit tulee toimittaa tilaajalle, joka tässä tapauksessa on Neste Oyj.

Kun laittevalintojen tarjoukset on saatu, niistä käydään projektin kesken palaveri, jossa käsitellään yhdessä kaikki vaihtoehdot läpi. Vaihtoehtoista valitaan sopivimmat vaihtoehdot ja sovitaan toimittajan kanssa palaveri koskien heidän tarjoustaan. Tämän jälkeen tehdään tilausdokumentti, joka tallennetaan Nesteen sekä valitun suunnittelutoimiston verkkolevyille talteen. Ostaja (Neste Oyj.) tilaa tuotteet valituilta toimittajilta.

7.2 Pintakytkin

Vaihtoehtoja käsitellessä tutkittiin NES:n pilvipalvelua Founddms:ää. Siellä oli todella paljon vastaavanlaisia uudistuksia terminaali- sekä jalostamoalueilla. Pintakytkin suunnittelussa todettiin parhaaksi vaihtoehdoksi Endress+Hauser FTL51-GGR2RB5G7C+KEZ1 pintakytkin (Kuva 4). Sillä tätä kyseistä pintakytkintä oli käytetty myös aiemmissa Nesteen terminaaliprojekteissa, sekä jalostamoissa. Anturi soveltuu myös ATEX-luokiteltuihin tiloihin.

Kytkimen ATEX-luokitus on ATEX II 1/2GD EX ia IIC T6/IECEx zone0/1. Pintakytkin soveltuu ATEX- tilaluokkiin 0 ja 1. Tuotteen ATEX- sertifikaatit toimitetaan tilauksen yhteydessä PDF-tiedostona. Kytkimen anturi on sen päässä oleva ”haarukka”, joka värisee ominaistaajuudellaan. Sen taajuus vähenee, kun kytkin peittyy nesteellä. Tämä taajuuden muutos aiheuttaa pintakytkimen reagoimaan yläpintarajan ylitykseen. Josta tulee tilatieto valvomon tietokoneelle.

Kytkin on varustettuna G1” kierteellä. Lähtösignaali tulee turvalogiikkaan, joten logiikan I/O kortti täytyy olla turvaluokiteltu. Signaalin tyyppi on SIL 8/26mA, ja piirin nimellisjännite on 11-36VDC. Kotelointiluokka pintakytkimelle on IP66/68. Sillä kytkin asennetaan säiliöön, mikä sisältää BE95E10 polttoainetta, sen kostuvat osat tulee olla 316L- materiaalia. Kotelo puolestaan on alumiinia. Säiliössä väliaineena toimii bensiini, jonka olomuoto on neste. Sen tiheys tulee myös ottaa huomioon, joka on 720kg/m³. Anturin kokonaisuus on 300 mm. Anturi tulee G1” liukuliittimellä, joten siihen tarvitaan sopiva sovitinlaippa.



Kuva 4. Endress+Hauser FTL51, pintakytkin (Endress+Hauser 2021)

7.3 Pintatutka

Pintatutkan suunnittelussa otettiin huomioon myös samat asiat kuin pintakytkimen suunnittelussa. Pintatutka asennetaan säiliöön, joka sisältää BE95E10 polttoainetta, sen kostuvien osien tulee olla 316L- materiaalia. Säiliössä väliaineena toimii bensiini, jonka olomuoto on neste. Huomioon pitää ottaa myös aineen tiheys, mikä on 720kg/m³.

Pintatutkan vaihtoehtojen kartoituksessa käytettiin neste engineering solutions, (NES) intranettiä Founddms:ää. Missä oli todella paljon vastaavanlaisia uudistuksia terminaali- sekä jalostamoalueilla. Suunnittelussa todettiin parhaaksi vaihtoehdoksi Honeywell Enraf 990 SmartRadar FlexLine. HoneyWell:n pintatutkassa on todella hyvät ominaisuudet tähän kyseiseen uudistukseen.

Liitteestä (Liite 2) selviää vaihtoehdot, jotka käytiin läpi valintoja tehdessä. Honeywell oli vaihtoehtoista kallein, mutta samalla sopivin vaihtoehto kyseiseen toteutukseen. Vaihtoehtoja pohdittaessa asiaa käytiin läpi toimittajan kanssa, joka oli toimitanut kyseiset laitteet aikaisempaan projektiin, jotka toteutettiin keväällä 2021.

7.4 Turvalogiikka

Logiikka valinnaksi osoittautui Siemens Simatic S7-1500 (Kuva 5), jossa on mukana turvalogiikka. Mallimerkinnässä CPU 1516F-3PN DP F-kirjain kertoo kyseessä olevan turva-automaatioon tarkoitettu malli. Mallissa on siis vakio- ja turvatoiminnot rakennettuna samaan ohjaimeseen.

Siemens S7-1500 on Siemensin uusin ja ominaisuuksiltaan parhain mahdollinen ohjelmoitava logiikka. Se julkaistiin markkinoille vuonna 2013. Opinnäytetyökohteeseen se on todella hyvä vaihtoehto Etuna komponentissa on Profinet- tuki vakiona. Logiikassa myös on niihin integroitu näyttö ja näppäimet.



Kuva 5. Siemens Simatic S7-1500, CPU 1516F-3 PN/DP (Siemens 2021)

7.5 I/O

I/O:n tarkoituksena on koota kentälaitteilta saatava mittaustieto digitaalisessa muodossa eteenpäin profinet- verkkoa pitkin ohjelmoitavaan logiikkaan. I/O:n sijoituspaikkana toimii muuntamohuone M001, johtuen vaikeasta sijoitus paikasta Ex-vallin sisäpuolella. Muuntamohuone toimii myös hyvänä sijoituskohteena jos jatkossa halutaan lisätä enemmän ylitäytön estojärjestelmiä.

I/O-kortiksi valittiin Siemens ET200SP -järjestelmä, joka yhdistää tulo- ja lähtöpiirit yhdeksi kokonaisuudeksi. Moduulin mallimerkintä on IM155-6PN ST, johon voidaan liittää vakio- ja turvamoduuleja yhteensä 32 kappaletta. I/O moduuli yhdistetään logiikkaan Profinet yhteydellä. I/O-järjestelmä soveltuu ATEX luokituksesta tilaluokkaan 2 asennettavaksi, joka täyttää vaatimukset muuntamohuone M001 kohdalla.

7.6 Profinet

Profinet (Process Field Net) on väylä, jolla voidaan siirtää suuria määriä dataa Ethernet yhteyden yli. Uudemmissa ohjelmoitavissa logiikoissa tuki Profinet yhteydelle löytyy vakiona. Profinetin avulla ohjelmoitava logiikka voidaan liittää esimerkiksi käytettävään operointipäätteeseen tai HMI-paneeliin. Toimilaitteitakin voidaan kytkeä järjestelmään Profinetin avulla, mutta silloin on kyse niin sanotuista älykkäistä toimilaitteista kuten esimerkiksi taajuusmuuttajista.

7.7 Turvatulot ja -lähdöt

Käyttöön suunniteltiin Siemens F-DI HF 8x24 -turvatulomoduuli. Moduulissa on 8kpl turvalähtöjä, jokaiselle turvatulolle on erillinen sähkönsyöttö, mutta niissä on myös mahdollista käyttää ulkopuolista virtalähdettä, tälle on paikkana L+. Mallimerkinnässä F-kirjain ilmaisee laitteen olevan turva-automaatioon tarkoitettu malli.

Turvalähdöksi suunniteltiin Siemens F-DQ HF 4x24VDC -turvalähtömoduuli. Moduuli sisältää 4kpl digitaalisia turvalähtöjä. Moduulin yksi lähtö voidaan kytkeä yhteen releeseen, tai kahteen eri releeseen eri tavalla.

7.8 XCV-venttiili

XCV-venttiilin valinnassa päädyttiin Neles Oy:n toimittamaan venttiiliin. Venttiilin tyyppi on palloventtiili. IP-luokitus venttiilillä on IP67. Rajakytkimen tyyppi on induktiivinen, jonka malli on Metso Namur Dual Module. Positiot kytkimellä on täysin auki ja täysin kiinni, (full open/full close). Venttiili on kooltaan suuri, painoa kokonaisuudelle kertyy 504kg, joten sen asennusvaiheessa on käytettävä nostinta. Tämä tulee huomioida urakkavaiheen työmäärityksessä ja -suunnittelussa. Venttiili toimii paineilmalla 5barG paineella.

Venttiilin avausraja Z on 90°. Sekä kiinni raja 0°. Venttiilin ATEX- ja SIL-luokitukset ovat Atex II 2 G II C T3, ja SIL 2. Eli turvallisuuskriteerit täytyisivät, sillä ATEX-aluevaatimuksena oli vähintään II 2G T3. Sekä laitteiden koteloituokitus tulee olla vähintään IP65, sillä laitteet asennetaan säiliöalueelle, jossa ympäristön lämpötila oli vaihteleva, -40...+70 °C. Venttiilin sulkeutumisaika on vakio parametreilla 45s. Kuvassa 6 on alueelle suunniteltu uusi XCV-venttiili.



Kuva 6. Neles XM250KTCAJ7SPDMYS, XCV-venttiili (Neles 2020)

8 PINTAMITTAUKSET TERMINAALIALUEELLA

Kaikkien sähköisten laitteiden tulee täyttää EU direktiivin ATEX 2014/34/EU vaatimukset ja niistä on toimitettava ATEX:in mukaiset Ex-todistukset. Aluevaatimuksena on vähintään II 2G T3.

Laitteet asennetaan ulos Kemin jakeluterminaalin säiliöalueelle. Ympäristön lämpötila on -40...+70 °C. Laitteiden koteloituokan on oltava vähintään IP65.

Lähettimet toimitetaan valmiiksi ohjelmoituna määrittelyn mukaisilla tiedoilla, kuten laitepositiotunnuksella, mittausalueella sekä anturivikatieto (NAMUR 43) lähtöviestillä ajo ylös tai alas.

Jos pinnamittausten laitteilla on SIL-luokitus, tulee laitteiden olla SIL-hyväksytyjä sekä varusteltu HART-ohjelmoinnin esto mahdollisuudella. Vaatimus oli terminaali-alueella vähintään SIL 2.

Kaikki lähettimet toimitetaan varustettuna teräksisellä stanssatulla positiotunnuskilvellä. Tunnukset on merkittävä luotettavalla ja hyvin kiinnipysyvällä tavalla lähettimiin (esim. stanssattu SS-metallikilpi haponkestävällä langalla). Positiotunnusmerkintä on laite-erittelyn mukainen laitepositio.

9 YLITÄYTÖN ESTON SUOJAUSTEN TOIMINTAKUVAUS

Tämä kuvaus käsittää Nesteen Kemin terminaalin ylitäytön esto -järjestelmän suojausten toimintakuvaukset.

9.1 Toteutus automaatiojärjestelmässä

Ensimmäisessä vaiheessa uuteen järjestelmään tuodaan säiliön S-15 pinta-mittaukset, ja -kytkimet sekä XCV-sulkuventtiilien rajatiedot ja ohjaukset kentältä, ja toteutetaan ylitäytön suojauksen sovellukset edellä mainitulle säiliölle.

Järjestelmä on mitoitettava niin, että tulevaisuudessa järjestelmää voidaan laajentaa koskemaan koko terminaalia, lähinnä venttiili- ja moottoriohjauksia.

XCV-venttiilejä ohjataan auki ja kiinni ensisijaisesti paikallisohjaukskytkimillä. Paikallisohjaukset tuodaan kentältä järjestelmään. Venttiilejä on mahdollista ohjata myös valvomon näytöltä ja niiden tilatiedot näkyisivät järjestelmässä.

Pinnanmittausten mitta-alueet, suojausrajat (HH) ja hälytysraja (H) määritellään kohdassa 10.2 Pintamittauksen määrittely.

9.2 Suojausten määritelmä

Tässä kohdassa määritellään suojaukset, kerrotaan niiden toimintatarkoitus, suojauksen aiheuttajat sekä niiden kuittaukset ja palautumiset normaalitilaan.

Suojauksen aiheuttaja

Automaattisesti mittausten ja/tai raja-arvojen perusteella tapahtuva tai operaattorin antama käsky suojauksen laukaisemiseen.

Palautuminen normaalitilaan (kuittaus)

Toimenpide, joka vaaditaan toimilaitteiden saattamiseksi suojausta edeltävään tilaan, kun kaikki suojauksen aiheuttajat ovat palautuneet normaalitilaan. Yleensä palautuminen tehdään kunkin toimilaitteen ohjauksella esim. Avaamalla XCV-venttiili, käynnistämällä pumppu tai ohjaamalla säädintä (ohjaus tai M/A-vaihto). Joissakin tapauksissa vaaditaan kuittaus erillisellä kuittauskytkimellä (HS) kentältä.

Ohituskytkimet

Jokaisella suojauksen aiheuttajalla on positiokohtainen ohjelmallinen huolto-ohituskytkin, joka on positioitu piiritunnuksen mukaan. Kun jokin suojaus ohitetaan, muodostetaan ohituksesta hälytys automaatiojärjestelmään.

Suojausten toimintatarkoitus

Suojauksen tarkoituksena on estää säiliön S-15 ylitäyttö.

- **Suojausten aiheuttajat**

Kuvaus	Tunnus	Laukaisutila
Säiliön S-15 pintatutka	LIZ-15	>HH
Säiliön S-15 pintakytkin	LZ-15	>HH

- **Suojausten aiheuttamat toimenpiteet**

Toimenpide/Kuvaus	Tunnus	Suojaustila
Säiliön S-15 täyttöventtiili	XCV-15	Kiinni

- **Muut toimenpiteet tai seuraukset**

Ei toimenpiteitä

- **Hälytykset tai seuraukset**

Yksittäisestä aiheuttajasta ja suojauksen aktivoitumisesta hälytetään automaatiojärjestelmässä. Säiliön korkeasta pinnasta (>H) ennakkohälytys valvomossa (Summeri soi, valo vilkkuu näytössä)

- **Palautuminen normaalitilaan (kuittaus)**

Suojauksella ei ole erillistä kuittausta. Kun suojauksen aiheuttajat ovat palautuneet normaalitilaan, voidaan venttiiliä XCV-15 operoida normaalisti kentältä paikallisohjauskytkimestä tai valvomon näytöltä.

10 SÄILIÖN PINNAKORKEUDEN MITTAUS

Mittaukselle määritellään mittausalueen ylä- ja alarajat. Mittausalueelle määritellään myös hälytysrajat ja hystereesi (% mittausalueesta). Hälytysrajoilla on rajoikohtaiset maskaustoiminnot. Mittauksella tulee olla alipäästösuodatus, jonka aikavakiota (TM_LAG) voidaan muuttaa. (Taulukko 6.)

Taulukko 6. Mittauksen ohjelmalohko

MEASUREMENT	
EN	
PV_IN	
TM_LAG	
LMN_HLM	
LMN_LLM	
HH raja	
H raja	
L raja	
LL raja	
HYS	Q_HH
HH enable	Q_H
H enable	Q_L
L enable	Q_LL
LL enable	ENO

Pintamittauksen tila näytetään valvomossa seuraavasti:

- <H (normaali)
- Yli H, mutta alle HH (keltainen vilkkuu)
- <HH (punainen vilkkuu)
- Vika (violetti)

10.1 LIA-15 pinnanmittaus

Säiliö S-15:n vanhat instrumentit korvataan uusilla, pois lukien vanha pinnanmittaus LIA-15, joka jää paikalleen. Säiliön päälle on rakennettu uusi mittausputki sekä prosessiyhde, johon sijoitetaan uusi pinnanmittauslaite. Kuvassa 7 nähdään vanhan pinnanmittauslaitteen LIA-15 sekä sen sijainnin. Pinnanmittauslaite jätetään toimintaan uuden pinnanmittauksen kanssa, joista voidaan laskea mitausero näiden kahden välillä.



Kuva 7. Pinnanmittauslaite LIA-15.

10.2 Pintamittauksen määrittely

Pintamittauksen määrittely tapahtuu kohteen tilavuuden mukaan. Tässä tapauksessa säiliössä käytetään tutkaputkea, joten pintatutkaa hankkiessa tulee huomioida tutkaputken korkeus. Tutkaputken korkeus on ilmoitettu säiliön levityskuvissa olevan 15 410 mm. Tutkaputki nousee säiliön katosta 1050 mm ylöspäin, joten säiliön reunan korkeus on 14 360 mm, tämä myös ilmoitettiin rakennekuviissa. Yläraja (H) määritettiin säiliön maksimikorkeudesta, tässä tapauksessa ylärajakytkimen sijainnin korkeus, joka on 13 280 mm. Yläraja (H) tulee olla 13 280 mm, jotta ylitäyttö ei tule tapahtumaan XCV-venttiilin sulkeutumisen aikana (45 s).

Sulkeutumisaika ei myöskään saa olla liian nopea, sillä tämä voi aiheuttaa sulkeutuessaan takaisiniskusta johtuvan paineen tulolinjaan, joka voi aiheuttaa pahimmassa tapauksessa räjähdysten tai putkiston repeämisen. Hälytysraja (HH) tulee olla n. 130 mm enemmän kuin yläraja (H), eli n. 13 410 mm. Anturiosan (antennijalka) pituus määräytyy antennissa siten että, se on säiliöyhteen alareunan alapuolella, pois lukien erittäin kuumien tuotteiden kuten esimerkiksi bitumi, osalta.

Suojaputki (stilling well) -versiossa jalan pituudella ei ole niin suurta merkitystä, yleensä käytetään 300 mm:n pituista antennijalkaa. Kaikissa tapauksissa antennin ja tuotteen välillä pitää olla vähintään 500mm vapaata tilaa, antenni siis vähintään 500 mm "Max Safe Fill" yläpuolella.

Kyseisessä työssä käytettiin stilling well- versiota, sillä sille oli aikaisemmassa huoltosuunnitelmassa tehty uusi tutkaputki sekä -yhde. Eli tässä tapauksessa antennin pituus voidaan todeta laskukaavalla $13\,410\text{ mm} + 500\text{ mm} = 13\,910\text{ mm}$. Joka täyttää mittavaatimukset. Sillä tutkaputken pituus yhteen kanssa oli 15410 mm. Antennijalasta etäisyyttä "Max Safe Fill" rajaan, $15\,410\text{ mm} - 500\text{ mm} = 14\,910\text{ mm}$. "Max Safe Fill" rajan ja tutkan antennijalan välinen etäisyys oli 1500 mm, joka täyttää aikaisemmin mainitun vähintään 500 mm vaaditun tilan antennijalan sekä aineen välillä. Uusi pintatutka on määritetty liitteissä (Liite 9).

Pintakytkimen tila näytetään valvomossa seuraavasti:

- <H (normaali), (normaalitilassa kunnes HH:n rajapinta täyttyy)
- >HH (punainen vilkkuu)
- Vika (violetti)

10.3 Ylärajakytkimen määrittely

Ylärajakytkintä määrittäessä otettiin huomioon samat asiat jotka koskivat pintatutkan määrittelyä. Terminaalialue on Ex tilaluokka 0, sekä SIL 2 luokiteltu. Ylärajakytkimelle tosin ei ollut tehty aikaisemmassa vuosihuollossa uutta yhdettä,

vaan tämä korvaa vanhan käytössä olevan (LSA-100) ylärajakytkimen. Alla olevasta kuvassa 8 nähdään korvattava käytössä oleva ylärajakytkin. Vanha ylärajakytkin on KDG Mobrey S253H6AX/F84, tulenkestävä rajakytkin vuodelta 1998. Uusi yläpintarajakytkin tulee korvaamaan tämän käytössä olevan ylärajakytkimen.

Nykyinen pintakytkin sijaitsee 13280 mm:n korkeudessa, ja säiliön yläreunan korkeudeksi oli säiliön rakennekuvissa kerrottu 14360 mm. Kun neste saavuttaa yläpintarajakytkimen, se laukaisee hälytyksen, mikä ohjaa XCV-venttiilin sulkeutumaan. Uusi pintakytkin on määritetty liitteissä (Liite 10).

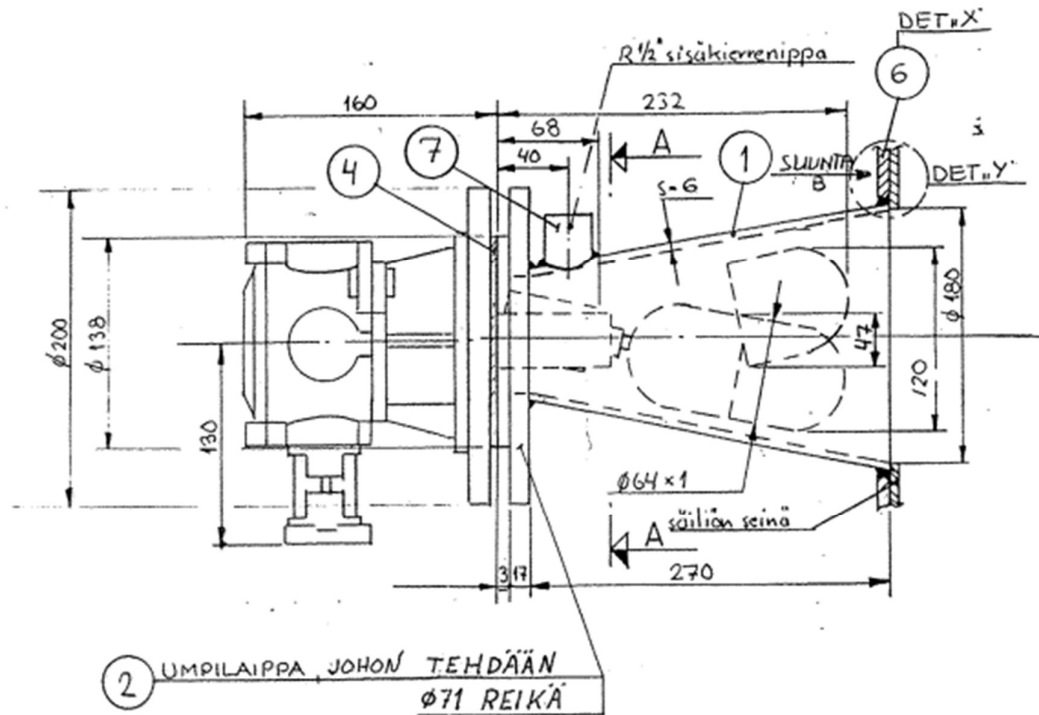


Kuva 8. Ylärajakytkin LSA-100

Rakennekuvista näkee pintakytkimen yhteen rakenteen ja sen mitat. Kuvassa 9 on esitetty ylärajakytkimen yhteen rakenne ja kiinnityslaippa, johon uusi kytkin asennetaan.

Pintakytkimien tilatiedot näytetään näytöllä (normaali, aktivoitunut). Kytkimen aktivoitumisesta muodostetaan hälytys. Pintakytkin kytketään järjestelmään analogia tuloviestinä (4-20mA). Pintamittaukset tuodaan järjestelmään sekä analogia-

tuloviestinä että väylän kautta. Molemmat mittausravot esitetään valvomon näyttöllä. Ylitäytön estosuojaus seuraa mA-viestiä. Piirillä mitataan säiliön S-15 tuotteen pintaa. HH-rajan ylitys laukaisee ylitäytön estosuojauksen ja sulkee venttiilin (XCV).



Kuva 9. Prosessiyhde pintakytkimelle (Neste Oyj 1998).

Koska yhteen pituudeksi oli määritetty 270 mm, uusi pintakytkin tarvitsee anturijalan pituudeksi vähintään 300 mm, jotta se ylittäisi säiliön seinämän toiselle puolen mittaamaan pinnankorkeutta. Alla on määritelty tähän käyttöön sopiva uusi ylärajakytkin.

10.4 Toimittajan valinta

Valitun mittalaitteen ja erikoisesti sen antennin soveltuvuus aineen pinnanmittaukseen. Ulkotilaan asennettavissa kartiotyyppisissä tutkissa voi esiintyä kartioiden huurtumisesta johtuvia häiriöitä. Säiliön sisäpuoliset osat ovat luokituksestaan räjähdysvaarallisen tilan tilaluokkaa 0. Torvityyppisten mittausten keilan täytyy olla mahdollisimman kapea, jotta mahdolliset häiriökaiut jäisivät pieniksi.

11 XCV-VENTTIILI

XCV-Venttiili, englanniksi cross check valve, eli niin sanottu pallo venttiili, toimii kohteessa ylitäytön eston ohjausventtiilinä. Sitä ohjaamalla auki-kiinni-asentoihin voidaan estää säiliön ylitäyttö. Venttiilin sulkeutumisaikaa voidaan säätää parametreja muuttamalla. (Taulukko 7). Venttiili toimii paineilmaohjauksella.

XCV-venttiilillä on käytössä vain manuaaliohjaustila. Manuaaltilassa venttiiliä pystyy ohjaamaan auki tai kiinni paikallisohjauskytkimestä tai valvomon näytöltä. Venttiili menee häiriölle, jos rajatietoa ei saada valvonta-ajan kuluessa tai rajatieto poistuu ilman ohjausta. Lukitus- ja suojaustilanteessa venttiili menee kiinni ja manuaaltilaan. Suojaustilanteessa venttiili ohjataan turvasuuntaansa (kiinni).

Taulukko 7. Ohjelmalohko venttiilin ohjaukselle

VALVE	
— VIKA	
— MANUAL	
— AUTO	
— MANCLOSE	
— MANOPEN	
— AUTOCLOSE	
— AUTOOPEN	
— INTERLOCK	
— CLOSELIMIT	OUTPUT —
— OPENLIMIT	FAULT —
— PROTECT OK	
— FROM SIS	MAN_AUTO —
— KAUKOKÄYTTÖ	SPARE —

Venttiilin tilatiedot (Auki, Kiinni, Häiriö) näytetään valvomossa. Positiokohtaiset ilmoitukset ja hälytykset näytetään hälytyssivuilla.

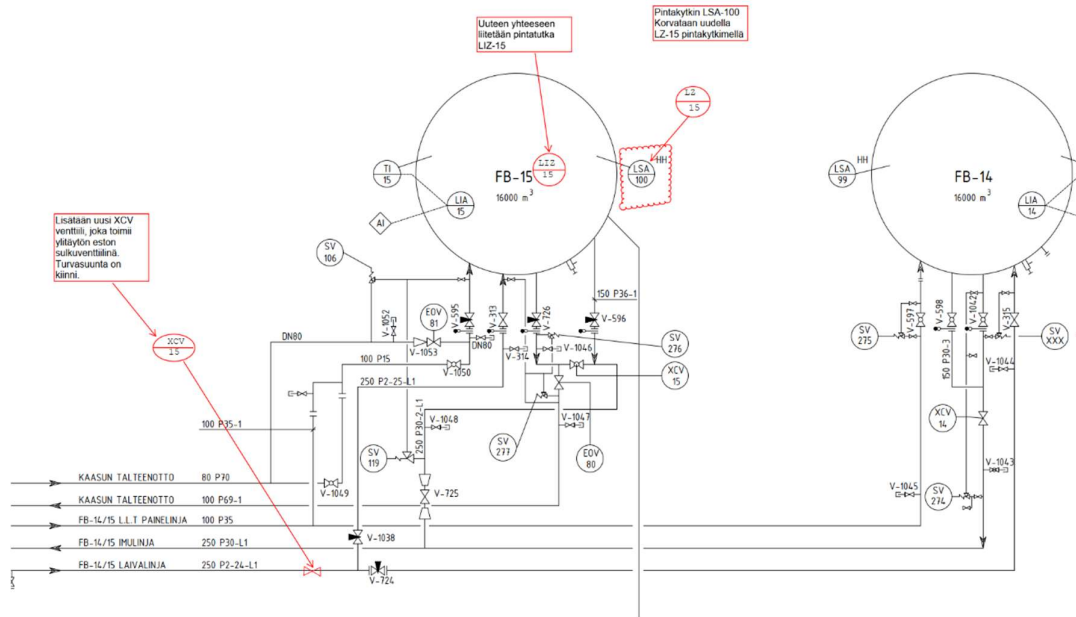
XCV-venttiilin tila näytetään valvomossa seuraavasti:

- Kiinni-rajalla (valkoinen)
- Auki-rajalla (vihreä)
- Hälytys/häiriö (punainen vilkkuu)
- Suojaus (Sininen vilkkuu)

XCV-venttiiliä ohjataan kentältä paikallisohjaukskytkimistä, ja lisäksi venttiilit voidaan ohjata kiinni valvomon näytöltä. Säiliökohtainen ylitäytön estosuojaus sulkee säiliön täyttöventtiilin.

XCV-venttiilin liitännät:

-Aukiraja	DI
-Kiinniraja	DI
-Paikallisojtaus auki	DI
-Paikallisojtaus kiinni	DI
-Aukiohjtaus	DO
-Merkkilamppu auki	DO
-Merkkilamppu kiinni	DO



Kuva 11. Vaihtoehto B

Tämä vaihtoehto osoittautui huonommaksi, sillä kumpaakin säiliötä ei kannata ohjata saman aikaisesti samalla venttiilillä, sillä ylitäytyminen voi tapahtua tässä vaihtoehdossa. Kumpikin säiliö tarvitsee oman XCV-venttiilinsä, jotta turvaehdot täyttyvät. Yhdellä XCV-venttiilillä molempien säiliöiden ohjaus on huono vaihtoehto, sillä polttoainetta pääsee virtaamaan myös toiseen säiliöön tahtomatta, esimerkiksi tilanteessa, jossa lähtötilanne olisi ollut erilainen kummallakin säiliöllä, toisen rajapinnan ollessa esimerkiksi 50% ja toisen 20%.

Koska polttoainetta virtaa samasta tulo linjasta FB14/15 250-P2-24-L1, samalla paineella kumpaankin säiliöön tällöin toinen säiliö täyttyy aikaisemmin täyteen mitä toinen, ja se tarvitsee oman sulkuventtiilin, joka tunnistaa tämän kyseisen säiliön täyttymisen ennen ylärajaa, ja sulkee toisen säiliön tulo linjan, kun saavutettu raja on toteutunut. Keskustelimme terminaalipäällikön Mikko Junnonahon kanssa vaihtoehdoista ja totesimme että parempi ratkaisu oli valita ensimmäinen vaihtoehto. Joten vaihtoehdoksi valittiin vaihtoehto A.

13 ASENNUSVALVONTA

Asennusvalvonnan tehtävänä on valvoa standardien ohjeita ja säännöksiä, sekä tilaajan sopimuksessa asettamia ehtoja. Valvojan tehtäviin kuuluu valvoa, että asennukset ovat standardien sekä suunnitelmien mukaisia ja että täyttävät standardien mukaiset vaatimukset eri osa-alueilla niin suunnitellun kuin asennusten osalta. Lähtökohtaisesti asennusvalvonnassa valvotaan että asennustavat ja niissä käytetyt asennusmateriaalit vastaavat suunnitelmia. Jos havaitaan ongelmia, suunnittelua pyydetään korjaamaan havaitut virheet tai ongelmakohdat ennen niiden toteutusta.

Standardit asettavat ATEX-tilojen asennuksille vaatimuksia, jotka ovat luvanvaraisen toiminnan reunaehtoja. Räjähdystvaarallisissa tiloissa asennettavien kaapeleiden on sovelluttava käyttöpaikan ympäristöolosuhteisiin ja mikäli mahdollista, että kaasua tai nestettä voi kulkeutua kaapeleiden johtimien väleissä ja kaapeli menee räjähdysturvalliseen tilaan tai eri tilaluokalle luokiteltuun tilaan, on kaapelin rakenne ja käyttösovellus otettava huomioon. Pääsääntöisesti kaapeleina käytetään tiiviisti täyte massalla täytettyjä kaapeleita, jolloin voidaan välttyä esimerkiksi kaasun kulkeutumiselta kaapeleita pitkin. Tällaisia kaapeleita ovat mm. NOMAK-HF, JAMAK-HF tai KJAAM-HF. (SFS-EN 60079-14:2015,55.)

Kaapelivalintoihin vaikuttaa myös käyttöolosuhteet. Näitä ovat esimerkiksi kaapeleille asetellut alueelliset vaatimukset kuten räjähdysturvallisten tilojen luokituksen täyttävät kaapelit, UV-säteilyn kestoisuus, kemiallinen- tai mekaaninen kestoisuus tai hyllyjärjestelmille varatut fyysiset tilat. Tilanteissa, joissa vaarattoman tilan välinen kaapeli kulkee räjähdysturvallisen tilan kautta, on räjähdysturvallisessa tilassa olevan johtojärjestelmän osan täytettävä räjähdysturvallisen tilan asettamat EPL-vaatimukset. (SFS-EN 60079-14:2015,58.)

14 AUTOMAATIOKESKUS SEKÄ KAAPELOINTI MUUNTAMOHUONEESSA

Uusi automaatiokeskus on suunniteltu sijoitettavaksi muuntamohuoneeseen M001. Tämän uuden keskuksen sijoituspaikka on esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 12). Uusi keskus tulee moottorilähtöjen viereen. Tämä on ainoa vapaa tila, mihin keskus mahtuu. Kaapelointi uudesta automaatiokeskuksesta kentälle tapahtuu muuntamohuoneen lattian alla olevassa kaapelireitissä. Muuntamohuoneen takaseinässä oli läpivienti vuosihuollossa tehdyille kaapelisillalle, joka johtaa suoraan säiliöiden S-15 ja S-14 läheisyyteen.

Opinnäytetyön aloitusvaiheessa kaavailtiin hajautettua I/O:ta, joka sijoittuu Ex-vallin ATEX-alueelle johon tehdään omat kenttäkoteloinnit. Tähän valintaan ei kuitenkaan päädytty terminaalipäällikön kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta.



Kuva 12. Uuden automaatiokeskuksen sijoituspaikka

14.1 Kaapelointi kentällä

Kentällä kaapelointi tapahtuu niille tarkoitetuilla kaapelihyllyillä. Kaapelihyllyt lähtivät muuntamohuoneen M001 takaseinästä. Kaapelihyllyt kulkivat Ex-vallin yli, säiliön S-15 läheisyyteen. Kaapelihyllyt menivät toimilaitteiden vieressä, joten niille on helppo tehdä tarvittavat kaapeloinnit. Alla olevassa kuvassa (Kuva 13), nähdään Ex-valli sekä satamasta tuleva putkiston tulolinja 250-P2-25-L1, ja las-tausalueelle menevä paluulinja 250-P30-2-L1.



Kuva 13. Ex-valli sekä polttoainelinjat

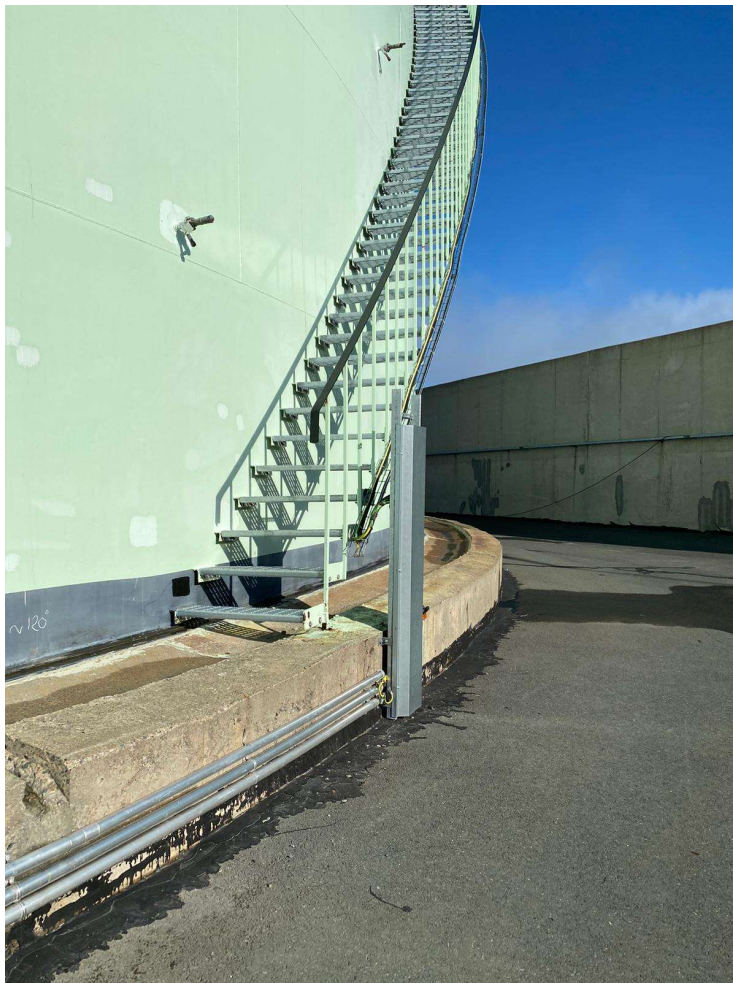
Vallin sisäpuolella kaapelointi tapahtuu kaapelihyllyn mukaisesti. Kaapelihyllyt ohittivat alla olevassa kuvassa (Kuva 14), näkyvät huoltotasot, josta reitti jatkuu säiliön alaosassa olleiden portaiden läheisyyteen.



Kuva 14. Kaapelireitti säiliöalueella

14.2 Pintamittauksen sekä ylärajakytkimen kaapelointi

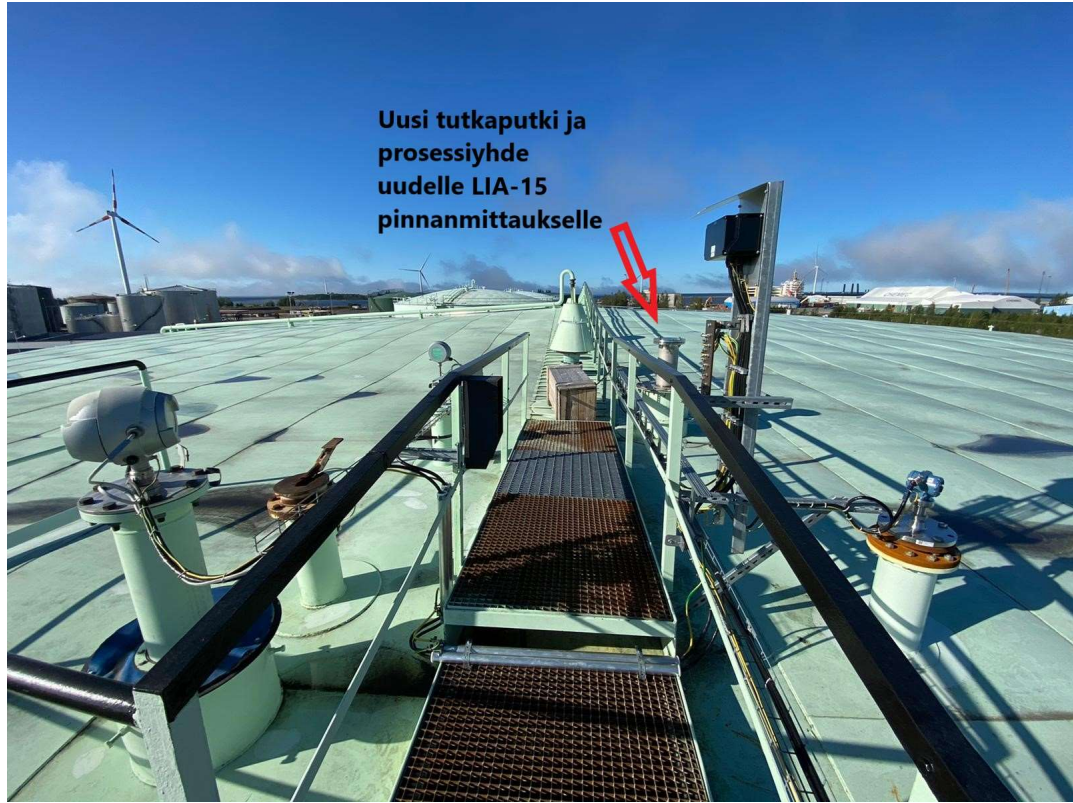
Pintamittauksen sekä ylärajakytkimen kaapelointi tapahtuu alumiiniputken sisällä, kun kaapelihyllyt loppuvat. Alumiiniputkesta kaapelit nousevat säiliön portaiden myötäisesti ylös. Alla olevassa kuvassa (Kuva 15), näkyy kaapeleille osoitettu reitti kohti säiliön S-15 kattoa.



Kuva 15. Kaapelireitti alumiiniputken sisällä S-15 reunalla

Kaapeleille oli tehty aikaisemmassa vuosihuollossa hylly kulkemaan portaiden oikealla reunalla. Kun kaapelit saavuttavat määränpänsä ylärajakytkimellä, ne kulkevat portaiden ali, ja nousevat alumiiniputkessa yläpintarajakytkimelle.

Säiliön katolla kaapelointi tapahtuu huoltotason oikealla puolella sijaitsevassa kaapelihyllyssä, mikä on yhteydessä portaissa olevaan kaapelihyllyyn. (Kuva 16).



Kuva 16. Säiliö S-15 katto

15 VALVOMO

Valvomohuoneeseen (Kuva 17), uusitaan yksi PC sekä sille näyttö, josta nähdään prosessi. Näyttöön määritellään automaatiojärjestelmässä pinnanmittauksen tilatiedot, hälytykset (H) ja (HH) sekä kuva säiliöstä, josta nähdään pinnanmittauksen sen hetkinen korkeus. Järjestelmään lisätään myös kuittaus, manuaaliohjaus toiminnot sekä pumpun käynnistys ja -pysäytys.



Kuva 17. Valvomohuone

16 POHDINTA

Opinnäytetyö oli haastava, myös aloitusajankohdan siirtyminen keväälle aiheutti haasteita. Omakohtainen kokemukseni automaatio- sekä instrumentointisuunnittelussa ei olisi yksinään riittänyt opinnäytetyön toteutukseen, onneksi sain avustusta Nesteen henkilöstöltä sekä oman tutkimustyön avulla. Oma tietämykseni automaatio- sekä instrumentointisuunnitteluun rajoittuu yhteen aikaisemmin toteutettuun samankaltaiseen projektiin Nesteelle. Työympäristönä terminaali on erittäin haastava, jossa pienikin virhe johtaa todella suureen vahinkoon. Ylitäytön estojärjestelmän muuttamisella halutaan lisätä turvallisuutta terminaali-alueella työskentelyyn. Kaikki laitteet, joita suunniteltiin terminaali-alueelle, ovat testattuja jossain Nesteen projektissa.

Suurimmaksi työksi opinnäytetyössä nousi toimilaitteiden sopivuuden tarkastaminen terminaalin ATEX-ympäristöön sopivaksi. Selvitystyö pinnanmittaukselle oli näistä kaikista aikaa vievintä, johtuen sille aikaisemmassa vuosihuollossa tehdystä yhteestä. Yhteen ja pinnanmittauksen määrittely keskenään sopivaksi asetti haasteita lähinnä antenninjalan mitoituksen osalta.

Kustannusarviot työn toteutukselle ovat suhteellisen suuret, sillä ATEX- ja SIL-luokitus nostaa hintaa komponenttien osalta.

Työpaikan vaihtuminen kesän lopussa, sekä talonrakennus projekti lisäsi omat haasteensa opinnäytetyön toteutukselle. Henkilökohtaisesti olen työhön tyytyväinen ja se sisälsi kokonaan uuden alueen, johon ei koulussa ollut perehdytty ollenkaan. Työ oli todella antoisa ja siitä oppi paljon uutta. Uskon, että sen sisältämät tiedot hyödyntävät Nestettä ylitäytön estojärjestelmän uudistuksen suunnittelussa.

LÄHTEET

BBC 2010. How the Buncefield fire happened. Viitattu 6.10.2021.
<https://www.bbc.com/news/uk-10266706>

Endress+Hauser AG 2021. Pintakytkin FTL51. Viitattu 21.8.2021.
<https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/level-measurement/Vi-bronic-Liquiphant-FTL51>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/92/EY

Honeywell Enraf 2021. Pintatutka. Viitattu 21.8.2021 <https://www.honeywell-process.com/library/marketing/brochures/HPS-Enraf-SmartRadar-Flexline-Brochure-EN.pdf>

IEC-IECEX 2021. ATEX- laitedirektiivi hakemisto. Viitattu 20.8.2021.

<https://www.iecex.com/>

Neles 2021. XCV-Venttiili. Viitattu 21.8.2021. <https://www.neles.com/products/valves/ball-valves/neles-ball-valves/neles-modular-trunnion-mounted-ball-valve-series-x/>

Neste 2021. Yrityksen WWW-sivut. Viitattu 25.8.2021. <https://www.neste.com/>

Neste engineering solutions, 2021. Intranet hakemisto. Viitattu 24.7.2021.

SFS-EN 60079-14:2015. Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 14 Sähkö- ja asennusten suunnittelu, laitevalinta ja asentaminen. 2. painos. Helsinki: SFS.

SFS-EN IEC 62061:2021. Functional safety of safety-related control systems. Osat 1-5. 1. Painos. Helsinki: SFS.

Siemens 2021. 6ES7516-3FN02-0AB0, Simatic S7-1500F. Viitattu 6.10.2021.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7516-3FN02-0AB0>

Tameson 2021. ATEX- merkinnät. Viitattu 23.8.2021 https://tameson.com/atex-labeling.html?id_country=7

Tukes 2015. ATEX räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus -opas. Viitattu 10.10.2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/8293726/ATEX-opas.pdf/73c4dc8f-edbd-4c25-8ef9-6cfdef86717d/ATEX-opas.pdf?t=1526981160000>

Tukes 2014. Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet – ATEX. Viitattu 22.8.2021. <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat/rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet-atex#191fc742>

Tukes-ohje 20/2018. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit (S10-2018). Viitattu 18.8.2021. <https://tukes.fi/documents/5470659/8237195/Tukes-ohje+20-2018+S%C3%A4hk%C3%B6laitteistojen+turvallisuutta+ja+s%C3%A4hk%C3%B6turvallisuutta+koskevat+standardit+%28S10-2018%29/>

LIITTEET

- Liite 1. Tutkan suojaputken laippa
- Liite 2. Tekninen vertailu
- Liite 3. Yläpintahälyttimen läpivienti
- Liite 4. Pintatutkan manuaali
- Liite 5. XCV-venttiili datasheet
- Liite 6. Pintakytkin ATEX-sertifikaatti
- Liite 7. Pintatutka ATEX-sertifikaatti
- Liite 8. XCV- ATEX sertifikaatti
- Liite 9. Pintatutkan määrittely
- Liite 10. Ylärajakytkimen määrittely