



Touko Huttunen

Räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteiston kunnossapitosuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

31.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Touko Huttunen
Otsikko:	Räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteiston kunnossapitosuunnitelma
Sivumäärä:	26 sivua + 1 liite
Aika:	31.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Tuomo Heikkinen Sähkötöiden johtaja Timo Salo

Tämä opinnäytetyö on tehty Vantaan Energialle suoritetun projektin pohjalta. Opinnäytetyö on tarkoitettu ohjeeksi räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteiston kunnossapitosuunnitelmaa laativalle henkilölle. Työ on kirjoitettu ensisijaisesti voimalaitoksilla työskenteleville henkilöille luettavaksi, mutta sitä voi soveltaa myös muissa räjähdysvaarallisissa työkohteissa.

Työssä on käyty läpi räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu sekä sähkölaitteita koskevat yleisimmät määräykset ja standardit. Standardeja on pyritty tulkitsemaan työssä siten, että ne ovat mahdollisimman helppolukuisia ja selkeitä. Työn lopussa havainnollistetaan esimerkin avulla, miten kunnossapitosuunnitelma laadittaisiin käytännössä räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteelle.

Räjähdyssuojauksen varmistamiseksi Euroopan unionissa on kehitetty ATEX-direktiivejä, jotka standardisoivat erilaisia toimenpiteitä. Sen lisäksi että toiminnanharjoittajilla on eettinen vastuu huolehtia työntekijöidensä turvallisuudesta standardeja noudattamalla, myös Suomen laki vaatii ATEX-direktiivien noudattamista.

Räjähdysvaaralliset tilat on aina merkittävä ja luokiteltava vaarallisuutensa perusteella. Räjähdysvaarallinen ilmaseos voi syttyä kipinästä tai liian suuresta lämpötilasta. Usein sähkölaitteet kuumenevat ja synnyttävät pieniä kipinöitä, joten räjähdysvaarallisessa tilassa sijaitsevalla laitteella on aina oltava jollain tavalla räjähdykseltä suojaava rakenne. Näitä rakenteita on olemassa lukuisia, ja ne valitaan määräyksiä noudattaen aina tapauskohtaisesti.

Räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteet ovat monella tapaa sertifioituja. Sertifiointit takaavat laitteen olevan sallittu ja turvallinen tietyissä räjähdysvaarallisissa olosuhteissa. Työssä esitellään, mitä sertifiointit tarkoittavat käytännössä kunnossapitosuunnitelman laatimisen kannalta ja miten niitä tulkitaan sähkölaitteen kyljessä lukevasta merkinnästä.

Avainsanat: ATEX, räjähdysvaara, kunnossapitosuunnitelma

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Touko Huttunen
Title: Maintenance Program of Electrical Devices in Explosive Atmospheres
Number of Pages: 26 pages + 1 appendix
Date: 31 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electrical power engineering
Supervisors: Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer
Timo Salo, Director of Electrical Works

This thesis is based on a project carried out for Vantaan Energia. The thesis is meant to function as an instruction for someone creating a maintenance program for electrical devices which are located in explosive atmospheres. The thesis is primarily written for people working in industrial power plants, but it can also be utilized with other areas of work that contain explosive atmospheres.

This work explains the classification of explosive spaces and also the most common regulations and standards of electrical devices in said spaces. The standards have been interpreted in a way that is as easy to read and clear as possible. At the end of this thesis there is a realistic example of creating a maintenance program for an electrical device that is used in explosive atmospheres.

To ensure protection from explosions, the European Union has established ATEX-directives which standardize different operations. In addition to the operator having an ethical responsibility to ensure the safety of their workers by following the standards, the Finnish law also requires these ATEX-directives to be acted upon.

Spaces which contain explosive hazards have to be marked and classified based on the risks involved. An explosive air mixture can ignite from a spark or a high enough temperature. Electrical devices often get hot and create small sparks, which is the reason why all these devices used in explosive atmospheres have to be protected somehow. Various protective builds exist and they are always chosen on a case-by-case basis, while also following the standards.

Electrical devices that are used in explosive atmospheres are certificated in multiple ways. The certifications guarantee that the device is allowed and safe to use when done so in specific conditions. As a result of this work, the thesis demonstrates what these certifications mean from a practical standpoint when creating a maintenance program, and explains how to interpret them from the markings on the electrical devices.

Keywords: ATEX, explosive atmosphere, maintenance program

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Työskentelyn edellytykset	1
2.1	Työskentely laitoksella	2
2.2	Varustus	3
2.3	Räjähdyssuojausasiakirja	3
3	Räjähdysvaarallisia tiloja koskevat säädökset	4
3.1	Ex-tilan määrittäminen	5
3.2	Ex-tilan sähkölaitteen vaatimukset	6
3.2.1	Laiteluokat	7
3.2.2	Laitteen räjähdysuojaustaso EPL	8
3.2.3	Räjähdyssuojausrakenteet	9
3.2.4	Laiteryhmät	11
3.2.5	Lämpötilaluokat	12
3.3	Tarkastukset	13
4	Kunnossapitosuunnitelma	15
4.1	Laitteen Ex-merkinnän tulkitseminen	15
4.2	Työn kulku	17
5	Yhteenveto	24
	Lähteet	26

Liitteet

Liite 1: Pinnanmittaustutkan valmistajan käyttöohjeen kunnossapitoa koskeva kohta

Lyhenteet

ATEX: *Atmosphères explosibles*, EU-direktiivi, joka koskee räjähdysvaarallisia tiloja.

EPL: *Equipment Protection Level*, laitteen räjähdysuojaustaso.

Ex-tila: Räjähdysvaarallinen tila eli tila, jossa voi syntyä räjähdysvaarallinen ilmaseos.

IFS: *Industrial and Financial Systems*, teollisuudessa käytettävä tiedonkäsittelyohjelmisto.

SFS: *Standards Association of Finland*, Suomen Standardisoimisliitto.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on laadittu ohjeeksi räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteiston kunnossapitosuunnitelman laatimista varten. Opinnäytetyön on tarkoitus toimia työohjeena voimalaitoksen räjähdysvaarallisissa tiloissa työskentelevälle henkilölle. Työn tilaajana toimii Vantaan Energia Oy.

Tarkoituksena on dokumentoida Vantaan Ojangossa sijaitsevan jätevoimalan räjähdysvaarallisten tilojen eli Ex-tilojen sähkölaitteisto sekä laatia standardien mukainen kunnossapitosuunnitelma. Kunnossapitosuunnitelma on Suomen sähköturvallisuuslain [1, § 48] mukaan luotava luokan 2 ja 3 sähkölaitteistoille, joihin jätevoimala kuuluu. Työssä luotuja dokumentteja voidaan myöhemmin tarvittaessa hyödyntää tulevien laitokseen kohdistuvien tarkastusten aikana.

Opinnäytetyössä käydään läpi, mitä voimalaitoksella työskentelevän henkilön tulisi ottaa huomioon räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteiston selvitystyötä ja kunnossapitosuunnitelmaa tehdessä. Tämän lisäksi opinnäytetyössä tehdään yleiskatsaus räjähdysvaarallisissa tiloissa huomioon otettaviin asioihin, kuten sähkölaitteistoa koskeviin määräyksiin. Opinnäytetyön esimerkkitapauksena toimiva sähkölaite on ammoniakkivesisäiliön pinnanmittaustutka, joka sijaitsee räjähdysvaaralliseksi luokitellussa tilassa. Opinnäytetyötä voidaan soveltaa Vantaan Energian jätevoimalan lisäksi myös muiden voimalaitosten räjähdysvaarallisia tiloja koskevissa työtehtävissä.

2 Työskentelyn edellytykset

Jätevoimala on kompleksi kokonaisuus, joka sisältää lukuisia eri prosesseja. Voimalassa käsitellään noin 1,5 miljoonan suomalaisen sekajätteet, joista saadaan polttamalla sekä kaukolämpöä että sähköenergiaa. Palamisreaktiossa syntynyttä savukaasua puhdistetaan sähkösuodattimilla sekä erilaisilla kemiallisilla menetelmillä. Jätevoimala tuottaa vuosittain satoja gigawattitunteja energiaa, ja sillä on merkittävä rooli Suomen huoltovarmuuden ylläpitämisessä.

Erilaisten palavien kemikaalien ja korkeiden lämpötilojen vuoksi laitoksella on useita räjähdysvaarallisia tiloja. Laitos otettiin käyttöön vuonna 2014, minkä vuoksi kymmenen vuoden välein suoritettava määräaikaistarkastus suoritetaan ensi vuonna 2024. Räjähdysvaaralliset tilat on ennen tätä tarkastusta käytävä läpi mahdollisten puutteiden varalta. Työhön sisältyy myös laiteluetteloiden paikkansapitävyyden sekä laitteiston suojauksen riittävyden tarkistaminen. Räjähdysvaarallisten tilojen tutkiminen on tärkeää paitsi mahdollisten rikkomuksista seuraavien sakkojen välttämiseksi myös erityisesti työntekijöiden turvallisuuden sekä laitoksen toiminnan takaamiseksi.

Voimalaitoksen toimipaikka sijaitsee osoitteessa Pitkäsuontie 10, 01200 Vantaa.

2.1 Työskentely laitoksella

Koska räjähdysvaarallisia tiloja koskeva työ toteutetaan Vantaan Energian jätevoimalalla, on työntekijän noudatettava räjähdysvaarallisia tiloja koskevien säädösten lisäksi myös yrityksen sisäisiä turvallisuusmääräyksiä. Nämä määräykset sisältävät perehdytyskoulutusten hyväksytyt suorituksen, asianmukaiset varusteet sekä voimassa olevan työturvallisuuskortin ja hätäensiapusertificaatin.

Työntekijöillä on oltava työtehtäviinsä sopiva asianmukainen ammattikoulutus, ja lisäksi työntekijällä on sähkötöitä tehdessä oltava voimassa oleva sähkötyöturvallisuuskortti. Laitoksen sisäiset kulkukortit rajaavat alueita, joihin työntekijällä on oikeus mennä. Näin estetään tarpeeton liikkuminen paikoissa, joissa ei ole suoritettavia työtehtäviä.

2.2 Varustus

Voimalaitoksella työskentelevän henkilön on noudatettava yleisiä turvallisuusmääräyksiä, joihin kuuluu asianmukainen varustus. Voimalaitoksen prosessialueelle astuessa työntekijällä on oltava päässään kypärä ja suojalasit tai visiirillä varustettu kypärä. Lisäksi työntekijällä on oltava jaloissaan turvakengät ja yllään huomiovärilliset vaatteet. Housujen on oltava pitkät. Työkalut valitaan työkohtaisesti, ja niiden käyttö edellyttää työhön vaadittavaa ammattipätevyyttä sekä perehtymistä suoritettavaan tehtävään.

Työkalujen ja varusteiden käyttö on suoritettava valmistajan tai toimittajan ohjeistuksen ja opastuksen mukaan. Työvälineet on pidettävä käyttökunnossa määrävälein tehtävillä silmämääräisillä tarkistuksilla sekä tarvittavilla sähköisillä ja mekaanisilla testeillä. [2, s. 17.]

2.3 Räjähdyssuojausasiakirja

Ennen räjähdysvaarallisissa tiloissa suoritettavan työn aloittamista työntekijän on perehdyttävä räjähdysuojausasiakirjaan. Asiakirja tulee tarkastaa, jos työtilaa, -välineitä tai -järjestelyjä muutetaan olennaisesti.

Räjähdyssuojausasiakirja voi olla osana työpaikan muuta turvallisuusasiakirjaa.

Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003) tarkentaa 8. §:ssä, että räjähdysuojausasiakirjassa on esitettävä erityisesti

- räjähdysvaaran määrittely ja sen merkityksen arviointi
- asianmukaisten toimenpiteiden toteutuminen edellä mainitun toteutumiseksi
- liitteiden 1 ja 2 mukaiset tilat
- työpaikan suunnittelema varoituslaitteiden ja työvälineiden käyttö sekä huolto asianmukaista turvallisuutta noudattaen
- työvälineiden turvallisesta käytöstä huolehtiminen [3, § 8].

Räjähdyssuojasiasiakirjan on oltava saatavilla aina räjähdysvaarallisia tiloja koskevia töitä aloittaessa sekä työtä tehdessä. Se pitää myös voida esittää erilaisten tarkastusten aikana.

3 Räjähdyksivaarallisia tiloja koskevat säädökset

Räjähdykset ja tulipalot voivat aiheuttaa mittavia henkilö-, omaisuus- ja ympäristövahinkoja. Näiden vahinkoja pyritään estämään ja ennaltaehkäisemään erilaisilla määräyksillä ja standardeilla.

Räjähdyksivaarallisia tiloja koskevat useat eri määräykset, jotka perustuvat Suomessa kahteen Euroopan unionissa laadittuun direktiiviin. Nämä direktiivit ovat ATEX-laitedirektiivi [4] ja ATEX-olosuhdedirektiivi [5], ja niitä noudatetaan Suomen laissa. Sähköasennukset määräytyvät kansallisen sähköturvallisuuslain [1] mukaan. Räjähdyksivaarallisia tiloja merkitään alla näkyvällä kuvan 1 keltamustalla kolmiolla [6, s. 6].

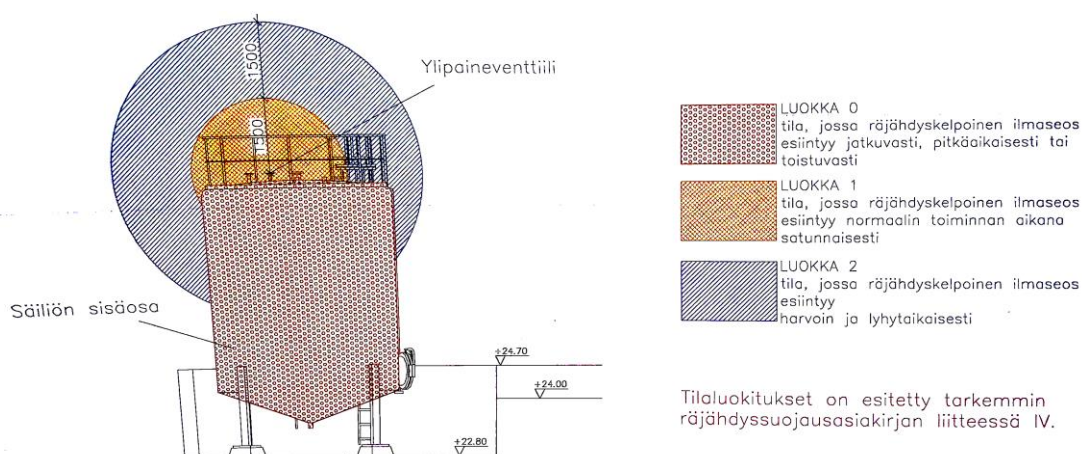


Kuva 1. Ex-tilan merkintä [7].

Räjähdyksivaarallisen alueen yhteydessä on aina oltava kuvan 1 mukainen varoituskolmio. Jos alue on kokonainen huone, kaappi tai vastaava suljettu tila, merkintä sijoitetaan tilan sisäänkäynteihin. [6, s. 13–14.]

3.1 Ex-tilan määrittäminen

Ex-tila eli räjähdysvaarallinen tila on alue tai paikka, jossa voi syntyä räjähdysvaarallinen ilmaseos. Räjähdysvaaran voi aiheuttaa räjähdysaine, palava kaasu, pöly tai höyrystynyt palava neste. Sanaa "Ex-tila" käytetään yleensä korostamaan sitä, että tilan räjähdysvaarallisuuden on katsottu olevan huomattava ja että se on erikseen huomioitava räjähdysuojasiasiakirjassa, kuten merkitsemällä paikka varoituskolmiolla. Ex-tilat ovat monesti kokonaisia suljettuja huoneita, säiliöitä tai kaappeja, mutta esimerkiksi teollisuuslaitoksissa Ex-tila on usein määritelty tietyntä alueena riskin aiheuttavan kohteen ympärillä. Alla näkyvä kuva 2 havainnollistaa yleistä Ex-alueen merkintätapaa niin kutsutuissa tilaluokituspiirustuksissa, jotka ovat osana räjähdysuojasiasiakirjaa.



Kuva 2. Ammoniakkivesisäiliön Ex-tilat.

Kuvasta 2 voidaan nähdä, että säiliön sisäosa on määritelty kokonaan Ex-alueeksi. Ylipaineventtiilin ympärillä alue on määritelty kolmen metrin säteellä, joka on vielä jaettu kahteen eri tilaluokkaan. Kuvan kaltaisia niin sanottuja avoimia Ex-tiloja jaetaankin usein säteittäin eri tilaluokkiin, sillä räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintymisen todennäköisyys heikkenee etäisyyden kasvaessa.

Ex-tilat jaetaan useisiin *tilaluokkiin*, jotka on eritelty räjähdysvaarallisen ilmaseoksen aiheuttaman riskin perusteella. Virallisia standardeja noudattavassa kirjassa ”SFS-käsikirja 59:2022 Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu” tilaluokat on määritelty seuraavasti:

Tilaluokka 0

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan kemikaalin muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tilaluokka 1

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan kemikaalin muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 2

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan kemikaalin muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan. [8, s. 10.]

Näiden kolmen tilaluokan lisäksi käytössä ovat ilman ja palavan pölyn aiheuttaman räjähdyskelpoisen seoksen yhteydessä sovellettavat tilaluokat 20, 21 ja 22. Nämä tilaluokat on määritelty hyvin samalla tavalla kuin tilaluokat 0, 1 ja 2 eli räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintymisen todennäköisyyden mukaan. Useimmissa tilaluokkia käsittelevissä taulukoissa tilaluokat ilmoitetaan siten, että tilaluokat 0 ja 20, 1 ja 21 sekä 2 ja 22 on pareittain ilmoitettu.

Tilaluokitus suoritetaan aluksi laitosta suunniteltaessa, ja se on aina tarkistettava laitoksen käyttöönottoaiheessa sekä muuttaessa tilassa sijaitsevaa laitteistoa tai muita tilaluokitukseen mahdollisesti vaikuttavia asioita [8, s.11].

3.2 Ex-tilan sähkölaitteen vaatimukset

ATEX-laitedirektiivi [4] on tullut voimaan vuonna 2014, ja sitä on noudatettava valittaessa Ex-tilaan laitteita. Vantaan Energialle toimitetussa työssä uusia

laitteita ei lisätty, vaan Ex-tiloista löytyneitä laitteita verrattiin ATEX-laitesäädöksiin [4] ja varmistettiin näin niiden suojausten riittävyys.

Laitteilta vaaditaan erilaisia ominaisuuksia sen mukaan, millaisiin räjähdysvaarallisiin tiloihin ne on tarkoitettu sijoitettaviksi. Näitä ominaisuuksia on jaoteltu erilaisiin ryhmiin ja luokkiin direktiivien noudattamisen helpottamiseksi laitteita valitessa.

3.2.1 Laiteluokat

Ex-laitteita kehittäessä ja myytäessä niille on tehtävä vaatimustenmukaisuuden arviointi. Vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa eri tavoilla, minkä vuoksi on laadittu kolme laiteluokkaa. Laiteluokat on määriteltä räjähdysvaarallisia tiloja käsittelevässä SFS-käsikirjassa 604–1:2021 seuraavalla tavalla:

Laiteluokka 1 (ja M1)

Laitteille vaaditaan EU-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytty tuotannon laadunvarmistus tai ilmoitetun laitoksen tekemä tuotekohtainen tarkastus.

Laiteluokka 2 (ja M2)

Sähkölaitteille ja polttomoottoreille vaaditaan EU-tyyppitarkastus ja joko ATEX-hyväksytty tuotteiden laadunvarmistus tai ATEX-hyväksytty tyyppimukaisuuden varmistus. Muiden laiteluokan 2 ja M2 laitteiden osalta on noudatettava valmistuksen sisäistä tarkastusta ja toimitettava laitetta koskevat tekniset asiakirjat ilmoitetulle laitokselle.

Laiteluokka 3

Valmistuksen sisäinen tarkastus, jossa valmistaja tai muu markkinoille saattaja huolehtii itse vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta. [6, s. 8.]

Laiteluokan numeron perään kirjoitetaan vielä kirjain "G" tai "D" riippuen siitä, onko laite tarkoitettu kaasu- vai pölyräjähdysvaaralliseen tilaan sijoitettavaksi. Laiteluokka määrää, missä tilaluokissa laitetta saa käyttää.

3.2.2 Laitteen räjähdysuojaustaso EPL

ATEX-direktiivin säätelemän laiteluokan lisäksi valmistajat käyttävät usein myös EPL-merkintää [9, s. 41]. Laiteluokka ja EPL liittyvät toisiinsa siten, että tietty laiteluokka vastaa tiettyä EPL:ää, kuten esimerkiksi laiteluokka 1G vastaa EPL-merkintää "Ga". Taulukossa 1 on lueteltuina laiteluokkia vastaavat EPL:t.

Lyhenne EPL tulee englannin kielen sanoista Equipment Protection Level ja on suomeksi laitteen räjähdysuojaustaso. Räjähdysuojaustaso kertoo, kuinka voimakas räjähdysuojaurakenne laitteella on. Räjähdysuojaustaso kirjataan yleensä tilaluokituspiirustuksiin.

Eri tilaluokissa on käytettävä eri räjähdysuojaustason laitteita. Jos tilaluokitusdokumentaatioissa on esitetty EPL-vaatimuksia, niitä on noudatettava valitessa laitteita Ex-tiloihin. Mikäli tilaluokitusdokumentaatioissa on esitetty vain tilaluokat eikä erillisiä räjähdysuojaurakenteiden vaatimuksia, tilaluokkien perusteella vaaditaan laitteen räjähdysuojaustaso seuraavan taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Ex-laitteelta vaadittu räjähdysuojaustaso eri tilaluokissa [6, s. 14].

Tilaluokka	Sallittu laiteluokka	Laitteen sallittu räjähdysuojaustaso EPL
0	1G	"Ga"
1	1G tai 2G	"Ga" tai "Gb"
2	1G, 2G tai 3G	"Ga", "Gb" tai "Gc"
20	1D	"Da"
21	1D tai 2D	"Da" tai "Db"
22	1D, 2D tai 3D	"Da", "Db" tai "Dc"

Tilaluokka 0 on räjähdysvaarallisin, joten siellä vaaditaan räjähdysuojaustaso "Ga" tai laiteluokka 1G, jotka sisältävät ymmärrettävästi kaikista tiukimmat räjähdysuojusrakenteet. Vastaavasti vähemmän vaarallinen tilaluokka 2 sallii voimakkaiden räjähdysuojusrakenteiden lisäksi räjähdysuojaustaso "Gc":n tai laiteluokka 3G:n, joihin kuuluvat myös heikommat räjähdysuojusrakenteet. Tilaluokille 0, 1 ja 2 kirjain G viittaa englanninkieliseen sanaan gas eli kaasu, kun taas tilaluokille 20, 21 ja 22 kirjain D tulee sanasta dust eli pöly.

3.2.3 Räjähdysuojusrakenteet

Räjähdysuojusrakenteita on useita. Ne kuuluvat luokittain aina johonkin kolmeen räjähdysuojaustasoista. Huomioitavaa on, että jotkin räjähdysuojusrakenteet ovat samannimisiä toisten kanssa. Esimerkiksi "luonnostaan vaaraton" esiintyy kaikissa EPL-kohdissa. Jokaiselle on kuitenkin oma tunnuksensa, sillä laite voi olla luonnostaan vaaraton yhdessä paikassa, mutta vaarallinen toisessa. Alla näkyvässä taulukossa 2 on esitetty kaikki räjähdysuojaustasot ja niitä vastaavat räjähdysuojusrakenteet sekä räjähdysuojusrakenteiden tunnukset.

Taulukko 2. Räjähdyssuojausrakenteet, niiden lyhenteet sekä vastaavat EPL:t [9, s. 42–43].

EPL	Räjähdyssuojausrakenne	Tunnus
"Ga"	Luonnostaan vaaraton	"ia"
	Massaan valettu	"ma"
	Kaksi toisistaan riippumatonta suojausrakennetta, jotka täyttävät kumpikin EPL "Gb" vaatimukset	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is"
	Erikoisrakenne	"sa"
"Gb"	Räjähdyspaineen kestävä kotelointi	"d"
	Varmennettu rakenne	"e"
	Luonnostaan vaaraton	"ib"
	Massaan valettu	"m" tai "mb"
	Öljytäytteinen	"o"
	Paineistettu kotelointi	"p", "px", "py", "pxb" tai "pyb"
	Hiekkatäytteinen	"q"
	Luonnostaan vaaraton kenttäväylä (FISCO)	
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is", "op sh" tai "op pr"
Erikoisrakenne	"sb"	
"Gc"	Luonnostaan vaaraton	"ic"
	Massaan valettu	"mc"
	Kipinöimätön	"n" tai "nA"
	Rajoitettusti hengittävä	"nR"
	Energiarajoitus	"nL"
	Kipinöivä laite	"nC"
	Paineistettu kotelointi	"pz" tai "pzc"
	Optista säteilyä käyttävien laitteiden tai tiedonsiirtojärjestelmien suojausrakenne	"op is", "op sh" tai "op pr"
	Erikoisrakenne	"s"
"Da"	Luonnostaan vaaraton	"ia" tai "iaD"
	Massaan valettu	"ma"
	Suojaus koteloinnilla	"ta"
	Erikoisrakenne	"s"
"Db"	Luonnostaan vaaraton	"ib" tai "ibD"
	Massaan valettu	"mb"
	Suojaus koteloinnilla	"tb" tai "tD"
	Paineistettu kotelointi	"pD"
	Erikoisrakenne	"s"
"Dc"	Luonnostaan vaaraton	"ic"
	Massaan valettu	"mc"
	Suojaus koteloinnilla	"tc" tai "tD"
	Paineistettu kotelointi	"pD"
	Erikoisrakenne	"s"

Taulukossa näkyvät tunnuksot ovat niitä, jotka näkyvät laitteen kokonaisessa Ex-merkinnässä. Useimmat suojauksista, kuten massaan valaminen tai erilaiset koteloinnit, ovat mekaanisia. Näillä pyritään estämään mahdollisen kaasun tai pölyilmaseoksen kosketus laitteen kuumiin tai sähköisiin osiin. Yleisimpiin räjähdysuojaurakenteisiin kuuluu myös laitteen valmistaminen siten, että se on luonnostaan vaaraton räjähdysvaarallisessa tilassa. Tällöin laitteessa ei ole mitään komponentteja, jotka saattaisivat aiheuttaa räjähdykseen johtavan kipinän tai pintalämpötilan.

3.2.4 Laiteryhmät

Ex-laitteen ryhmä kertoo, minkälaisiin tiloihin laite on tarkoitettu asennettavaksi. Ryhmän I laitteita käytetään kaivoskaasulle alttiissa kaivoksissa. Ryhmän II laitteet ovat yleisimpiä, sillä niitä käytetään kaikissa kaivostoiminnan ulkopuolisissa kaasuräjähdysvaarallisissa tiloissa. Ryhmä III sisältää laitteet, jotka on tarkoitettu käytettäväksi tiloissa, joissa räjähdyskelpoinen pölyilmaseos voi muodostua. Ryhmä III on jaettu kolmeen alaryhmään, joita kutsutaan räjähdysryhmiksi. Räjähdysryhmät on luokiteltu pölyilmaseoksen ominaisuuksien mukaan:

- Ryhmä IIIA sisältää palavat hahtuvat.
- Ryhmä IIIB sisältää eristävät pölyt.
- Ryhmä IIIC sisältää johtavat pölyt. [6, s. 304.]

Vantaan Energian jätevoimalalla ei harjoiteta kaivostoimintaa eikä siellä ole pölyräjähdysvaarallisia tiloja, joten ryhmä II on työn toteutuksen kannalta olennaisin. Ryhmä II sisältää myös kolme räjähdysryhmää. Räjähdysryhmät on jaoteltu räjähdyskelpoisen kaasuilmmaseoksen ominaisuuksien perusteella:

- Ryhmän IIA käyttöpaikan tyypillinen kaasu on propaani.
- Ryhmän IIB käyttöpaikan tyypillinen kaasu on eteeni.
- Ryhmän IIC käyttöpaikan tyypillinen kaasu on vety ja asetyleeni. [6, s. 303.]

Koska ryhmän IIB laite täyttää ryhmän IIA vaatimukset, ja ryhmän IIC laite täyttää sekä ryhmän IIA että IIB vaatimukset, ja vaatimukset täyttyvät tällä tavoin myös ryhmän III laitteilla, laitteet voidaan valita ja tarkastaa alla olevan taulukon 3 mukaisesti [6, s. 303–304].

Taulukko 3. Eri räjähdysryhmissä sallitut laiteryhmät [9, s. 44].

Kaasun räjähdysryhmä	Laitteen sallittu ryhmä
IIA	IIA, IIB tai IIC
IIB	IIB tai IIC
IIC	IIC
IIIA	IIIA, IIIB tai IIIC
IIIB	IIIB tai IIIC
IIIC	IIIC

Ryhmittämisen sijaan laite voidaan myös testata käytettäväksi jossain tietyssä ilmaseoksessa. Tällöin laite on merkittävä testauksen tiedoilla ja sertifikaatti täydennettävä [6, s. 303].

3.2.5 Lämpötilaluokat

Ex-tilojen sähkölaitteiden pintalämpötilalle on määritetty maksimiarvoja, jotka esitetään laitteen lämpötilaluokamerkinnässä. Työn kannalta tärkeimpien eli ryhmän II sähkölaitteiden pintalämpötilat ja niitä vastaavat lämpötilaluokat on esitetty alla näkyvässä taulukossa 4.

Taulukko 4. Ryhmän II sähkölaitteiden lämpötilaluokkia vastaavat suurimmat sallitut pintalämpötilat [6, s. 306].

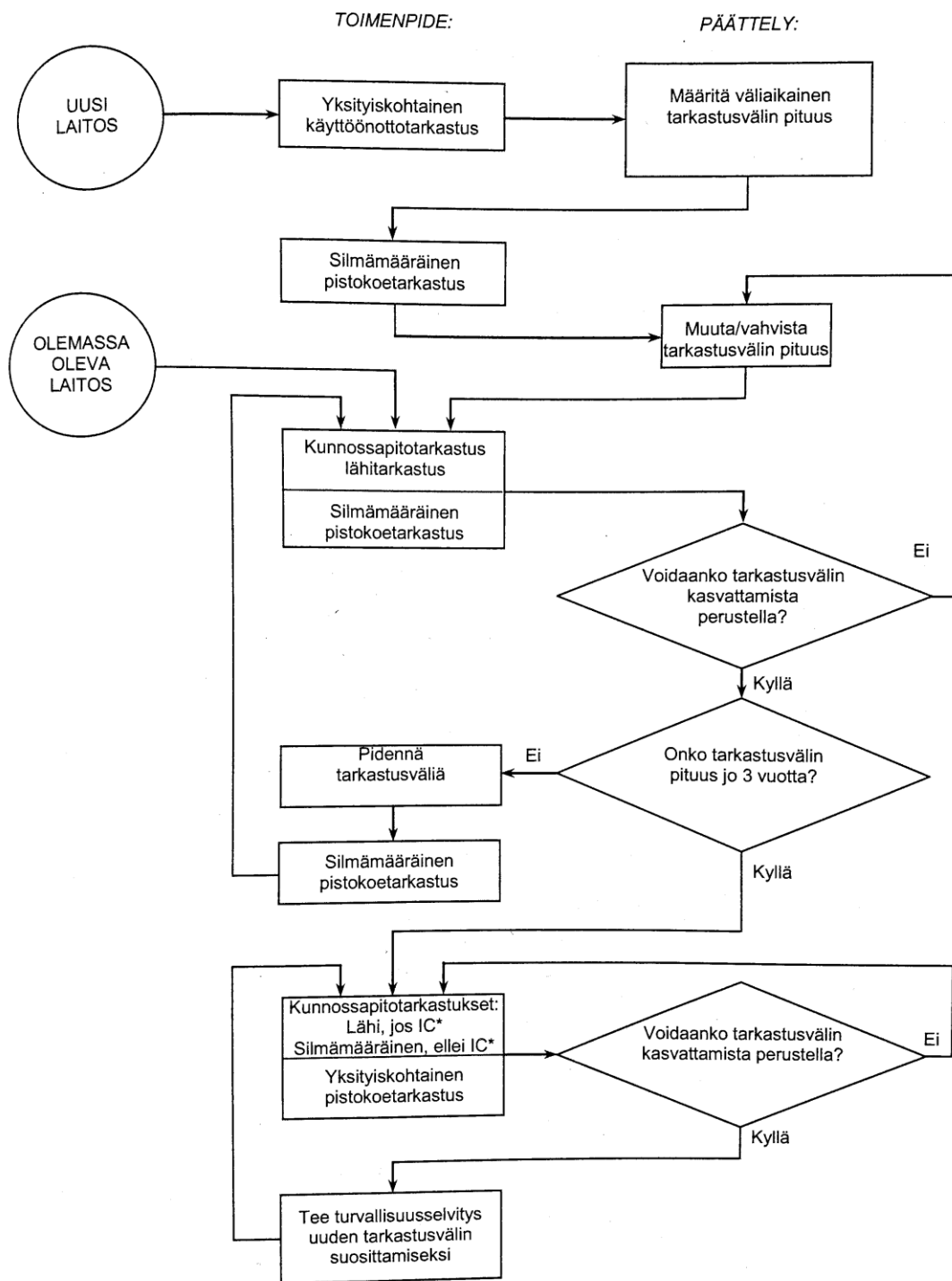
Lämpötilaluokka	Suurin sallittu pintalämpötila (°C)
T1	≤ 450
T2	≤ 300
T3	≤ 200
T4	≤ 135
T5	≤ 100
T6	≤ 85

Laitteen pintalämpötilalla on merkitystä kaasun niin kutsutun *itsesyttymislämpötilan* vuoksi. Itsesyttymislämpötila on alin lämpötila, jossa kemikaali voi syttyä joutuessaan kosketukseen kuuman pinnan kanssa. [8, s. 8.]

3.3 Tarkastukset

Räjähdyksivaarallisille tiloille on suoritettava käyttöönotto-, kunnossapito- ja pistokoetarkastuksia. Ammattitaitoisen henkilökunnan on mahdollista korvata kunnossapitotarkastukset jatkuvalla valvonnalla, jos jatkuva läsnäolo laitteiston luona on työn kannalta toteutettavissa. Kaikissa tapauksissa tulee ottaa huomioon laitoksen käyttö, ympäristöolosuhteet laitteiden vaurioitumisennusteen kannalta sekä kokemukset laitteistosta. [9, s. 157, 160.]

Jo olemassa oleville laitoksille suoritettavan kunnossapitotarkastuksen tarkastusvälin pidentämistä voidaan harkita tapauksissa, joissa havaittavia puutoksia ei ole tai ne ovat mitättömiä. Kunnossapitotarkastuksen tyypillinen tarkastusmenettely on kuvattu alla näkyvässä kuvassa 3.



Kuva 3. Kunnossapitotarkastuksen tyypillinen tarkastusmenettely [9, s. 175].

Tähdellä merkitty IC viittaa IC-syttymiseen eli laitteesta normaalikäytössä syntyvien kipinöiden aiheuttamaan syttymiseen. Mikäli tarkastusvälin pituus on jo kolme vuotta ja laitteiston sisäiset komponentit eivät synnytä normaalissa

käytössä sytyttämiskelpoisia valokaaria, pintalämpötiloja tai kipinöitä, kunnossapitotarkastukset voidaan toteuttaa silmämääräisesti. [9, s. 175.]

4 Kunnossapitosuunnitelma

Sähköturvallisuuslaki (1135/2016) [1] määrää, että sähkölaitteiston haltijan vastuulla on huolehtia sähköturvallisuutta edistävän kunnossapito-ohjelman laatimisesta luokan 2 ja 3 sähkölaitteistoille. Sähkölaitteiston haltijalla on lisäksi vastuu kunnossapito-ohjelman noudattamisen varmistamisesta. Kunnossapito-ohjelma tarkoittaa samaa kuin kunnossapitosuunnitelma. [1, § 48.]

Tarkastuksia ja kunnossapitoa varten sähkölaitteiston haltijalla on oltava saatavilla ajan tasalla olevat tiedot sekä tiedot muutoksista ainakin seuraavista:

- Ex-alueiden tilaluokitus ja tarvittaessa asennuspaikan räjähdysuojaustaso (EPL)
- laiteryhmien vaatimukset ja laitteiden lämpötilaluokan sekä suurimman sallitun pintalämpötilan asettamat vaatimukset
- laitetiedot
- riittävät taustatiedot Ex-laitteiden kunnossapidon mahdollistamiseksi
- aikaisempien tarkastusten raportit
- käyttöönottotarkastuspöytäkirja [9, s. 155].

Listan kolmas ja neljäs kohta ovat olennaisimpia kunnossapitosuunnitelman laatimisen kannalta. Tämän opinnäytetyön käsittelemässä Vantaan Energialle tehdyssä projektissa oli tarkoituksena saada listattua laitteiden nimet, tyypit, sijainnit sekä hyväksynät. Vantaan Energia on toiminnanharjoittaja, ja sen vastuulla on huolehtia, että tiedot ovat ajan tasalla ja että ne ovat vietyinä osaksi räjähdysuojausasiakirjaa [8, s. 15].

4.1 Laitteen Ex-merkinnän tulkitseminen

Kunnossapitosuunnitelmaa laatiessa on aluksi tiedettävä, minkälaisesta Ex-laitteesta on kyse. Aiemmissa luvuissa mainittujen laitevaatimusten lisäksi

laitteessa on oltava merkintöjä ja symboleja kertomaan laitteen hyväksynnästä. Kuvassa 4 on esitetty tavanomainen Ex-laitteen merkintätapa.



Kuva 4. Ex-laitteen merkintä kokonaisuudessaan [10].

Laitteen Ex-merkintä selitettynä vasemmalta oikealle:

- CE-merkintä kertoo, että laite täyttää siltä vaaditut EU-direktiivit ja asetukset.
- Ilmoitetun laitoksen tunnusnumeroa tarvitaan laitoksen jäljittämiseen, mikäli valmistaja on todennut, että laitos osallistuu vaatimustenmukaisuuden arvioimiseen.
- Räjähdyssuojaustunnuksen virallinen symboli kertoo, että laite on tarkoitettu myytäväksi räjähdysvaaralliseen kohteeseen.
- Laiteryhmä kertoo, minkälaisissa räjähdysvaarallisissa tiloissa laitetta käytetään. Kts. luku 3.2.4.
- Laiteluokka kertoo, millainen vaatimustenmukaisuuden osoitustapa laitteelle on määrätty. Laiteluokka kertoo myös, missä tilaluokissa laitetta saa käyttää. Kts. luku 3.2.1.
- Palava aine kertoo, onko laitetta tarkoitus käyttää pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa (D) vai kaasun tai palavan kemikaalin höyrystymisen vuoksi räjähdysvaarallisissa tiloissa (G).

- Räjähdyssuojaustunnus kertoo, että laite on räjähdysuojattu.
- Ex-rakenne kertoo, mikä on laitteen räjähdysuojaurakenne. Taulukkoa 2 tarkastelemalla selviää, että esimerkin lyhenne ”d” tarkoittaa laitteen olevan suojattu räjähdyspaineen kestäväällä koteloinnilla.
- Räjähdyssryhmä kertoo, mitä ainetta räjähdyspotentiaalisesti aiheuttava ilmaseos sisältää laitteen sijoituskohteessa. Luvussa 3.2.4 todetaan, että esimerkin räjähdysryhmä IIC tarkoittaa tyypillisen kaasun olevan vetyä tai asetyleeniä.
- Lämpötilaluokka kertoo, mikä on laitteen suurin sallittu pintalämpötila. Taulukosta 4 voidaan lukea, että esimerkin lämpötilaluokka T4 määrää pinnan suurimmaksi sallituksi lämpötilaksi 135 °C.

Merkintä saattaa olla kirjoitettuna kahteen kertaan sisältäen eroavaisuuksia näiden kahden merkinnän välillä. Tämä johtuu siitä, että laitteet ovat monesti testattuja sekä pöly- että kaasuräjähdyssvaarallisissa tiloissa.

4.2 Työn kulku

Vantaan Energian sisäisestä tietokannasta etsittiin räjähdysuojausasiakirja. Asiakirjan liitteenä oli luettelo räjähdysvaarallisista tiloista sekä niissä mahdollisesti olevista laitteista. Tarkoituksena oli mennä valokuvaamaan laitteet ja varmistamaan, että dokumentaatio piti paikkansa. Tämän jälkeen tuli selvittää, mitä asioita kunkin laitteen kunnossapidossa tulisi ottaa huomioon. Laitteita oli lukuisia, joten opinnäytetyössä esitellään esimerkki siitä, miten työ toteutettiin käytännössä. Räjähdyssvaarallisena kohteena oli savukaasun puhdistukseen tarvittavan ammoniakkivesisäiliön päällisosa, jossa sijaitti useita antureita ja muita laitteita.

Ammoniakkivesisäiliö sijaitsee voimalaitoksen ulkoreunalla suuressa huoneessa, jonka seinät ovat ilmaa läpi päästävää ritilää. Ilman vaihtuvuus on tärkeää kriittisen räjähdyskaasukonsentraation muodostumisen estämisessä. Tilan ovi oli merkitty asianmukaisella Ex-varoituskolmiolla. Ovesa oli lisäksi näkyvillä hätäpoistumissuunnitelma ja ammoniakkivesisäiliön tilaluokituspiirustukset. Tämän lisäksi ovesa oli ohjeet ammoniakilta suojautumiseen pitkäkestoisia töitä varten.

Ammoniakkivesisäiliön päälle mentiin tikapuita pitkin. Aiemmin mainitussa luettelossa oli merkintä siitä, että säiliön päältä pitäisi löytyä Vegaflex-merkinen pinnanmittaustutka. Tutka löytyi ja siitä otettiin valokuvia, joista yksi on alla näkyvä kuva 5.



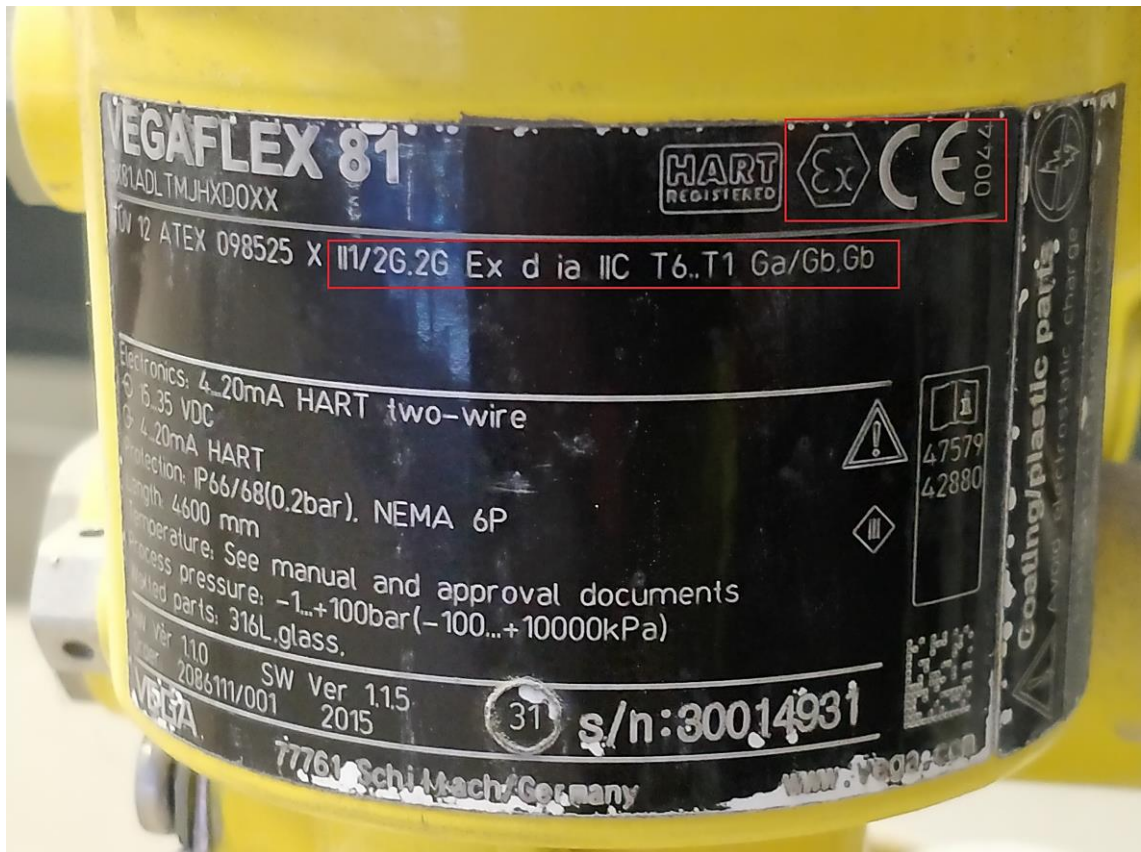
Kuva 5. Vegaflex 81 -pinnanmittaustutka.

Kuten monissa suurissa teollisuusrakennuksissa, myös Vantaan Energian jätevoimalassa prosessilaitteet merkitään niin sanotulla laitepositiolla eli laitesijainnilla. Laitepositio voidaan syöttää erilaisiin tietokantoihin ja laitoksen sisäisiin ohjelmistoihin ja sen avulla voidaan saada tietää, missä kyseinen laite sijaitsee ja mikä on sen merkitys minkäkin prosessin kannalta. Laitepositio on siis eräänlainen yksittäisen laitteen tunnistamiseen käytettävä numero. Alla näkyvässä kuvassa 6 laitepositio on merkitty kyltillä pinnanmittaustutkan kaapeleiden asennusputkeen.



Kuva 6. Pinnanmittaustutkan laitepositio.

Tutkan kytkentärasian kylkeen oli kiinnitetty tarra, josta selvisi laitteen teknisiä tietoja. Tähän tarraan oli kirjoitettu olennaisia tietoja, kuten laitteen Ex-merkintä. Tarra näkyy alla olevassa kuvassa 7. Laitteen Ex-merkintä on merkitty kuvaan punaisilla laatikoilla.



Kuva 7. Pinnanmittaustutkan Ex-merkintä.

Havainnollistavana esimerkkinä tulkitaan nyt laitteen Ex-merkintä. Aloitetaan ylempältä riviltä vasemmalta oikealle lukien. Kuusikulmainen Ex-merkki kiinnittää heti työntekijän huomion, ja se takaa laitteen olevan tarkoitettu myytäväksi räjähdysvaarallisiin tiloihin. CE-merkintä ja laitoksen selvitetävyyssiedot ovat myös näkyvillä.

Alemmalla rivillä kerrotaan aluksi, että laite kuuluu laiteryhmään II. Tämä tarkoittaa, että laite soveltuu kaikkiin kaasuräjähdysvaarallisiin tiloihin asennettavaksi kaivostoimintaa lukuun ottamatta. Seuraavaksi kerrotaan, että laite on sertifioitu laiteluokkiin 1G tai 2G soveltuvaksi, joista tähän tarkoitukseen on valittu laiteluokka 2G. Luvun 3.2.2 taulukkoa 1 tarkastelemalla voidaan todeta, että laitetta saa siis käyttää tilaluokassa 1 ja 2. Laite sijaitsee tilaluokassa 1, joten laiteluokan osalta sertifiointi on riittävä.

Laiteluokan jälkeen kirjoitettu "Ex d ia" viittaa siihen, että laite on räjähdysuojattu räjähdysuojaurakenteilla "d" ja "ia". Luvun 3.2.3 taulukkoa 2 lukemalla selviää, että "d" tarkoittaa laitteen olevan suojattu räjähdyspaineen kestäväällä koteloinnilla. Tunnus "ia" puolestaan kertoo, että laite on "luonnostaan vaaraton". Tämä tarkoittaa, että laite ja sen johdotukset on suunniteltu siten, että suurin mahdollinen laitteessa muodostuva energia ei riitä luomaan räjähdysvaarallista kipinää tai pintalämpötilaa edes vikatilanteessa [11].

Merkintä "IIC" kertoo räjähdysryhmän, joka on kerrottu luvussa 3.2.4. Tämän laitteen sijoituspaikan tyypillinen räjähdyskaasu on siis vety ja asetyleeni. Räjähdysryhmän jälkeinen merkintä "T6..T1" tarkoittaa, että laite on sertifioitu toimimaan kaikkien lämpötilaluokkien vaatimusten mukaisesti. Se siis täyttää kaikkien lämpötilaluokkien vaatimukset. Ex-merkinnän lopussa lukee vielä "Ga/Gb.Gb", joka kertoo, että laitteen sallittu räjähdysuojautus EPL on sekä Ga että Gb, joista tähän sovellukseen on valittu Gb.

Luvun 3.1 kuvan 2 tilaluokituspiirustusten mukaan laite sijaitsi tilaluokassa 1. Koska räjähdysuojaurakenteet ja laitteen luokittelu sopivat asennuskohteeseen, laitteen todettiin olevan turvallinen. Varmuuden vuoksi katsottiin kuitenkin olevan tarpeellista tarkistaa laitteen valmistajan mahdolliset erityisvaatimukset laitteen kunnossapitosuunnitelmaa koskien. Laitteen valmistajan sivuilta ladatussa dokumentissa [Liite 1] todettiin kuitenkin, että laite ei vaadi erityistä huolto-ohjelmaa ollessaan normaalikäytössä.

Valmistajan dokumentaatio lisättiin kuitenkin laitteen kunnossapitosuunnitelman liitteeksi, sillä se sisälsi hyödyllistä informaatiota erilaisten kalibrointien ja vikatilanteiden varalle. Kunnossapitosuunnitelmaan lisättiin liitteeksi myös osio kirjasta "SFS-käsikirja 604–2:2021- Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto" [9]. Kirja on työntekijöiden käytössä, ja siellä on kerrottu lisätarkastusvaatimuksia räjähdyspaineen kestäväällä rakenteella suojatuille laitteille, kuten esimerkin pinnanmittaustutkalle [9, s. 166–167, 170–173]. Nämä lisätarkastusvaatimukset eivät varsinaisesti kuuluneet

osaksi kunnossapitosuunnitelmaa, sillä ne käsittelevät laitteen purkamiseen ja kokoamiseen liittyviä seikkoja, kuten kotelon puhdistamista. Työtä tehdessä katsottiin kuitenkin olennaiseksi liittää kyseinen kirjan osio, sillä pinnanmittaustutka saatettaisiin tulevaisuudessa purkaa esimerkiksi vikatilanteen vaatiman huoltotyön yhteydessä.

Kirjassa on lisäksi eroteltu, kuinka tarkkoja tarkastuksia erilaisille laitteen komponenteille kuuluu tehdä. Näitä tarkastuksia ovat yksityiskohtainen tarkastus, lähitarkastus ja silmämääräinen tarkastus. Silmämääräiset ja lähitarkastukset voidaan tehdä laitteen ollessa jännitteellinen, kun taas yksityiskohtainen tarkastus vaatii yleensä, että laite kytketään jännitteettömäksi. [9, s. 157.]

Pinnanmittaustutka oli merkitty kirjaimilla "ia", eli sitä koskivat luonnostaan vaarattomien asennusten kunnossapitoa koskevat säännöt. Luonnostaan vaarattomiin sähkölaitteisiin kohdistuvaa kunnossapitotyötä voidaan tehdä laitteen ollessa jännitteellinen, kunhan virtapiirien vahingoittuminen estetään tapauksissa, joissa laitteeseen liittyy useampi kuin yksi virtapiiri. Räjähdyksivaarallisissa tiloissa suoritettavat kunnossapitotoimet luonnostaan vaarattomalle jännitteelliselle laitteistolle on rajoitettu seuraaviin:

- laitteiden ja kaapeleiden irtikytkeminen, vaihto tai poistaminen
- laitteiden tai järjestelmien kalibroimiseen liittyvät asetellut
- pistoliitännäisten komponenttien tai kokoonpanojen vaihto tai poistaminen
- mahdolliset dokumentoinnissa erikseen sallitut kunnossapitotyöt
- laitteen dokumenteissa sallittujen testi-instrumenttien käyttö.

Suojarajoittimien maadoitukset saa poistaa vasta räjähdysvaarallisen tilan piirin poiskytkennän jälkeen. Poikkeuksena tähän ovat laitteet, jotka ovat kaksoismaadoitettuja. Tällaisilla laitteilla toisen maadoituksista voi irrottaa maadoitusresistanssin mittaamista varten. [9, s. 164.]

Maadoituksen tarkistus on suoritettava kaikille räjähdyspaineen kestäväällä koteloinnilla suojatuille laitteille. Pinnanmittaustutkalle tämä tarkoittaa käytännössä liitosten kireyden tarkistamista sekä maadoitusresistanssin tai silmukkaimpedanssin kokeellista tarkastusta. [9, s. 164, 171.]

Kunnossapitosuunnitelma kirjattiin IFS-ohjelmiston tietokantaan, jota Vantaan Energia käyttää laitoksilla kunnossapitojärjestelmänä. Koska pinnanmittaustutka on normaalikäytössä huoltovapaa ja tämä oli pystytty varmistamaan valmistajan dokumentaatiosta sekä tulkitsemalla laitteen Ex-merkintää, laitteen kunnossapitosuunnitelmaan ei kirjattu huoltotoimenpiteitä. Sen sijaan järjestelmään kirjattiin työn aikana selvinneitä hyödyllisiä tietoja ja liitteitä pinnanmittaustutkaa koskien:

- laitepositio sekä laitteen tyyppi
- valmistajan dokumentaatio
- valokuvat laitteesta
- osio SFS-käsikirjasta laitteen purkamista ja kokoamista koskien
- sanallinen varmennus laitteen räjähdys-suojusrakenteiden riittävydestä kyseisessä tilassa
- kunnossapitotarkastusten sisältö eli tässä tapauksessa maadoituksen tarkistaminen
- kunnossapitotarkastusten tarkastustiheys.

Kunnossapitotarkastusten tiheys määriteltiin aluksi olemaan kerran vuodessa, sillä laitteen vaurioitumisennuste oli maltillinen. Tämän lisäksi laite on pinnanmittaustietonsa tarvittavuuden vuoksi etäluettavissa, mikä mahdollistaa laitteen toimimattomuuden havaitsemisen lähes välittömästi vian sattuessa. Kunnossapitotarkastusten osioon kirjattiin vielä, että mikäli henkilökunta havaitsisi muutoksia asennuskohteen ympäristöolosuhteissa, laitteen maadoitukset tulisi tarkistaa aikaisempaa useammin [9, s. 160].

5 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin, mitkä seikat ovat olennaisia räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteita tarkastellessa. Työ oli pitkälti SFS-standardien lukemista ja erilaisten säädösten ja taulukoiden tulkitsemista, kuten yleensäkin sähkölaitteiden kanssa. Työssä käytiin läpi asioita, joita työntekijä ei mitään luultavimmin voisi tietää tutustumatta työssä käytettyihin lähdemateriaaleihin. Monet asiat ovat insinöörin työtehtävissä järjellä pääteltävissä, mutta lain edessä määräyksiä on noudatettava hyvin täsmällisesti.

Työn aikana esiteltiin laitteiden räjähdysvaarallisuuden erinäiset luokitukset ja se, millä nämä luokitukset ovat perusteltuja. Sähkölaitteet räjähdysvaarallisissa tiloissa tulee suojata erilaisilla menetelmillä, jotta räjähdysvaarallinen ilmaseos ei pääse syttymään laitteen liian suuresta lämpötilasta tai kipinästä.

Räjähdysvaaralliset tilat on jaettu tilaluokkiin, jotka on jaoteltu räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintymisen mukaan. Laitteet vaativat eri tilaluokissa ja olosuhteissa erilaisia sertifiointeja, jotka ovat kirjoitettuina laitteen Ex-merkintään.

Vaikka työssä selvisikin, mitä Ex-laitteiden merkintä tarkoittaa kunnossapitosuunnitelman kannalta, kaikkia mahdollisia tilanteita ei voitu käydä läpi. Monille laitteille on valmistajan dokumentaatiossa vaadittu erityisiä huoltotoimenpiteitä. Myös SFS-käsikirjoissa on satoja sivuja ohjeita erilaisten systeemien ja vikatilanteiden varalle. Yleensä tilanne onkin sellainen, että laitteiden luokituksia selvittäessä työntekijän on joka tapauksessa selattava standardikirjoja ja valmistajan dokumentaatiota tarkistaakseen mahdolliset erityisvaatimukset. Opinnäytetyö toi tämän seikan esille esimerkkitilanteen tilannetta esiteltäessä.

Vantaan Energiolla esimerkkitapauksen pinnanmittaustutkan – ja myöhemmin myös useiden muiden laitteiden – kunnossapidosta vastaavan asentajan ei tarvitse jatkossa selvittää itse, mitkä asiat ovat kyseiselle laitteelle olennaisia. Hänellä on yhdessä paikassa selkeät ohjeet toimenpiteistä sekä dokumentit,

joista mahdollisesti tarvittavat lisätiedot löytyvät. Juuri tämä on kunnossapitosuunnitelman tarkoitus.

Opinnäytetyö onnistui tavoitteessaan eli alustavan työohjeen luomisessa. Räjähdysvaarallisen tilan sähkölaitteisto vaatii aina kunnossapitosuunnitelman, ja standardien tulkitseminen voi olla aikaa vievää ja joskus jopa epäselvää. Tässä työssä pyrittiin tulkitsemaan standardeja mahdollisimman selkeästi. Työssä esiteltiin, miten Ex-laitteen toisinaan monimutkaiselta näyttävä merkintä aukeaa työntekijälle, kunhan perusasiat räjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksista ovat tiedossa.

Lähteet

- 1 Sähköturvallisuuslaki. 2016. 1135/16.12.2016.
<<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135>> Luettu 31.5.2023.
- 2 SFS 6002:2015 + A1:2018 Sähkötyöturvallisuus. 2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 3 Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta. 2003. 576/18.6.2003.
<<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030576>> Luettu 31.5.2023.
- 4 ATEX-laitedirektiivi. 2014. 34/26.2.2014. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014L0034>> Luettu 31.5.2023.
- 5 ATEX-olosuhdedirektiivi. 1999. 92/16.12.1999. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31999L0092>> Luettu 31.5.2023.
- 6 SFS-käsikirja 604–1:2021 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 1: Määräykset, tilaluokitus ja sähkölaitteiden rakenteet. 2021. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 7 Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus. 2020. Verkkoaineisto. Työsuojelu.fi. <<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/atex>>. Päivitetty 18.11.2020. Luettu 4.4.2023.
- 8 SFS-käsikirja 59:2022 Räjähdyksivaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut. 2022. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 9 SFS-käsikirja 604–2:2021 Räjähdyksivaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto. 2021. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 10 Räjähdyksivaarallisten tilojen laitteet. 2020. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat/rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet-atex>>. Päivitetty 7.4.2022. Luettu 14.4.2023.
- 11 Explosive atmospheres & explosion proof protection concepts. 2023. Verkkoaineisto. Thorne & Derrick International. <<https://www.heatingandprocess.com/product/product-category/ex-i-intrinsic-safety-explosive-atmospheres-explosion-proof-protection-concepts/>>. Päivitetty 12.3.2023. Luettu 22.4.2023.

Pinnanmittaustutkan valmistajan käyttöohjeen kunnossapitoa koskeva kohta

9 Diagnostics and servicing

9.1 Maintenance

Maintenance

If the device is used properly, no special maintenance is required in normal operation.

Cleaning

The cleaning helps that the type label and markings on the instrument are visible.

Take note of the following:

- Use only cleaning agents which do not corrode the housings, type label and seals
- Use only cleaning methods corresponding to the housing protection rating

9.2 Diagnosis memory

The instrument has several memories available for diagnostic purposes. The data remain there even in case of voltage interruption.

Measured value memory

Up to 100,000 measured values can be stored in the sensor in a ring memory. Each entry contains date/time as well as the respective measured value. Storable values are for example:

- Distance
- Filling height
- Percentage value
- Lin. percent
- Scaled
- Current value
- Measurement reliability
- Electronics temperature

When the instrument is shipped, the measured value memory is active and stores distance, measurement reliability and electronics temperature every 3 minutes.

In "Extended adjustment" you can select the respective measured values.

The requested values and recording conditions are set via a PC with PACTware/DTM or the control system with EDD. Data are thus read out and also reset.

Event memory

Up to 500 events are automatically stored with a time stamp in the sensor (non-deletable). Each entry contains date/time, event type, event description and value.

Event types are for example:

- Modification of a parameter
- Switch-on and switch-off times
- Status messages (according to NE 107)
- Error messages (according to NE 107)

The data are read out via a PC with PACTware/DTM or the control system with EDD.

Kuva 1. Valmistajan sivustolta ladattu käyttöohje [<https://www.vega.com/en-us/products/product-catalog/level/guided-wave-radar/vegaflex-81>] s. 58]