

Juha-Petteri Purolinna

Räjähdysvaarallisen tilan kartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

18.3.2017

Tekijä Otsikko	Juha-Petteri Purolinna Räjähdyksivaarallisen tilan kartoitus
Sivumäärä Aika	38 sivua + 3 liitettä 18.3.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Sähköinsinööri Jan Strömdahl Lehtori Jukka Karppinen
<p>Insinöörityön aiheena oli räjähdysvaarallisen tilan (Ex-tila) kartoitus. Työ tehtiin Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut -kuntayhtymän (HSY) Suomenojan jätevedenpuhdistamolle. Työn tarkoituksena oli kartoittaa jätevedenpuhdistamolla sijaitseva Ex-tilaksi luokiteltu metanolipumppuhuone ja varmistaa, että tilan sähkölaitteet ja dokumentointi ovat nykyisten räjähdysvaarallisuuden vaatimusten mukaisia. Lisäksi tavoitteena oli, että HSY voisi soveltaa työn tuloksia jätevedenpuhdistamon muihin räjähdysvaarallisiin tiloihin.</p> <p>Työssäni käsitellään tämänhetkisiä ATEX-direktiivejä ja standardeja, jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja ja niiden sähkölaitteita. Kartoitus Ex-tilaksi luokitellusta metanolipumppuhuoneesta, sen sähkölaitteista ja dokumentoinneista tehtiin näihin direktiiveihin ja standardeihin perustuen.</p> <p>Työn tuloksena HSY sai kartoituksen metanolipumppuhuoneen sähkölaitteista ja dokumenteista sekä tiedon, ovatko nämä nykyisten räjähdysvaarallisuuden vaatimusten vaatimalla tasolla. HSY voi myös käyttää työtä apuna muiden räjähdysvaarallisten tilojen kartoituksessa.</p>	
Avainsanat	räjähdyksivaarallinen tila, ATEX, räjähdysvaarallisuus

Author Title	Juha-Petteri Purolinna Survey of a Hazardous Area
Number of Pages Date	38 pages + 3 appendices 18 March 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electric Power Engineering
Instructors	Jan Strömdahl, Electrical Engineer Jukka Karppinen, Senior Lecturer
<p>The topic of this thesis is survey of a hazardous area. The thesis was commissioned by Helsinki Region Environmental Services Authority (HSY) Suomenoja wastewater treatment plant. The purpose of this thesis was to survey the hazardous area at Suomenoja wastewater treatment plant and ensure that all this area's electrical equipment and documentation meet the current requirements for the hazardous areas. Another objective was that HSY could apply the results of this thesis to other hazardous areas at Suomenoja wastewater treatment plant.</p> <p>This thesis covers the main parts of the current ATEX-directives and standards, which concern hazardous areas. The survey of the hazardous area, the area's electrical equipment and documentation were based on the current ATEX-directives and standards.</p> <p>The result of this thesis is that HSY got the information that the wastewater treatment plant's hazardous area electrical equipment and documentation fulfil current requirements for the hazardous areas. HSY can also use this thesis to survey other hazardous areas at Suomenoja wastewater treatment plant.</p>	
Keywords	Hazardous areas, ATEX, Protection for explosion

Sisällys

Lyhenteet ja määritelmät

1	Johdanto	1
2	ATEX-direktiivi	2
3	Räjähdyssvaarallisten tilojen luokittelu ja määrittäminen	3
3.1	Kaasuräjähdyssvaaralliset tilat	3
3.2	Pölyräjähdyssvaaralliset tilat	5
3.3	Tilaluokittelun alueen varoituskyltti	7
3.4	Tilaluokituksien dokumentointi	7
4	Laiteluokat ja laiteryhmittä	9
4.1	Ryhmä I	9
4.2	Ryhmä II G	9
4.3	Ryhmä II D	11
4.4	Laiteluokkien ja tilaluokkien yhteensopivuus	12
5	Laitteiden räjähdys-suojauksen rakenteet	13
6	Laitteiden räjähdys-suojautus EPL	16
7	Lämpötilaluokat	17
8	Räjähdyssvaarallisten laitteiden merkinnät	18
9	Sähköinen suojaus ja hätä-seis-kytkentä	19
10	Luonnostaan vaarattomat Exi-piirit	20
11	Suojamaadoitus ja potentiaalitasaus	21
12	Kaapelointi	22
13	Tarkastukset	24
14	Dokumentointi	25

15	HSY:n metanolipumppuhuone	26
16	Metanolipumppuhuoneen Ex-kartoitus	27
16.1	Metanolipumput	27
16.2	Lämpöpatteri	28
16.3	Valaisimet	30
16.4	Metanolipumppuhuoneen luonnostaan vaarattomat laitteet	30
16.4.1	Metanolin ja veden virtausanturit	31
16.4.2	Kalvopaineanturit	32
16.4.3	Exi-piirien kotelot	33
16.5	Kaasuhälytin	34
16.6	Lämpötila-anturi	35
16.7	Kaapelointi	35
16.8	Suojamaadoitus ja potentiaalitasaus	36
16.9	Metanolipumppuhuoneen dokumentointi	36
17	Yhteenveto	37
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1. Esimerkki Ex-valaisimen merkinnöistä

Liite 2. Kalvopaineanturin sertifikaatti

Liite 3. Metanolipumppuhuoneen sähkölaitteiden Ex-tiedot

Lyhenteet ja määritelmät

ATEX Ranskankielen sanoista Atmosphères Explosibles johdettu direktiivistä käytetty lyhenne.

Energia rajoitettu liitäntäislaite

Ei-energiarajoitettuja ja energiarajoitettuja virtapiirejä sisältävä sähkölaite, joka on rakenteeltaan sellainen, ettei energiarajoitettuihin piireihin vaikuta haitallisesti ei-energiarajoitetut piirit (SFS-käsikirja 604-2 2009: 27).

Exd Räjähdyspaineen kestävä rakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exe Varmennettu rakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exi Luonnostaan vaaraton rakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exm Massavalurakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exo Öljytäytteinen rakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exp Paineistettu rakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exq Hiekkatäytteinen rakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Exs Erikoisrakenne (SFS-käsikirja 604-1 2010: 8).

Ex-laite Yleinen termi käytettäväksi laitteista, komponenteista, varusteista ja vastaavista, joita käytetään sähköasennusten osana tai niihin liittyvinä osina räjähdysvaarallisessa tilassa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 121).

Exi-piiri Luonnostaan vaaraton piiri, jossa kaikki laitteet ovat joko luonnostaan vaarattomia tai sähköisiä komponentteja, joilla on selkeästi määritellyt ominaisarvot, jotka täyttävät luonnostaan vaarattomalle piirille asetetut vaatimukset (SFS-käsikirja 604-2 2009: 25).

Ex-tila Räjähdyksivaarallinen tila (SFS-käsikirja 604-1 2010: 6).

Galvaaninen erotin

Laite, joka siirtää signaalin laitteen sisäänmenosta sen ulostuloon ilman näiden välistä suoraa sähköistä kytkentää (SFS-604-2 2009: 25).

1 Johdanto

Opinnäytetyöni aiheena on tehdä räjähdysvaarallisen tilan kartoitus Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut -kuntayhtymän (HSY) Suomenojan jätevedenpuhdistamolle. HSY on kuntayhtymä, joka tuottaa jätehuollon ja vesihuollon palveluja sekä tietoa pääkaupunkiseudusta ja ympäristöstä. HSY:n päätehtäviin kuuluu toimittaa korkealaatuista juomavettä pääkaupunkiseudun asukkaille, puhdistaa tehokkaasti teollisuuden ja kaupunkilaisten jätevedet, järjestää pääkaupunkiseudun ja Kirkkonummen jätehuolto sekä seurata pääkaupunkiseudun ilmanlaatua.

Suomenojan jätevedenpuhdistamo on ulkolaitos, joka sijaitsee Espoossa Suomenojan teollisuusalueella. Jätevedenpuhdistamo käsittelee Espoon, Kauniaisten, Vantaan länsiosien ja Kirkkonummen jätevesiä. Puhdistamolla käsitellään yli 30 miljoonaa kuutiota jätevettä vuodessa. Jätevedet puhdistetaan kemiallisesti, biologisesti ja mekaanisesti, jonka jälkeen jätevedet johdetaan 7,5 kilometriä pitkään purkutunneliin, joka päättyy Itämereen. Puhdistusprosessissa syntyvä liete kompostoidaan ja käytetään pääasiassa kaatopaikan verhoiluun Ämmäsuolla. Prosessissa syntyvä metaanikaasu hyödynnetään energiatuotannossa lämmöksi ja sähköksi. Lämmön suhteen jätevedenpuhdistamo on täysin omavarainen, ja tuotettu sähköenergia vastaa noin 45:tä prosenttia puhdistamon sähköntarpeesta.

Työn räjähdysvaaralliseksi tilaksi (Ex-tilaksi) on valittu Suomenojan jätevedenpuhdistamon metanoliaseaman metanolipumppuhuone. Työn tarkoitus on kartoittaa metanolipumppuhuoneen sähkölaitteet ja dokumentointi sekä varmistaa, että ne ovat nykyisten räjähdysvaarallisuuden vaatimusten vaatimalla tasolla. Tavoitteena on myös, että HSY voisi soveltaa työni tuloksia tulevaisuudessa jätevedenpuhdistamon muihin räjähdysvaarallisiin tiloihin.

Työssä käsitellään yleisesti Ex-tiloja, räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettuja sähkölaitteita eli Ex-sähkölaitteita, räjähdysvaarallisten tilojen standardeja ja määräyksiä sekä Ex-tilojen tarkastuksia. Insinöörityöni pohjautuu ATEX-direktiiveihin ja standardeihin, joissa käsitellään räjähdysvaarallisia tiloja, niiden sähkölaitteita ja asennuksia. Tarpeellisimpia aineistoja ovat SFS-Käsikirjat 604-1 Räjähdysvaaralliset tilat Osa 1 ja 604-2 Räjähdysvaaralliset tilat Osa 2. Näissä käsikirjoissa ovat oleellimmat räjähdysvaarallisia tiloja, niiden sähköasennuksia ja tarkastuksia koskevat standardit.

2 ATEX-direktiivi

Räjähdysvaarallisia tiloja, eli Ex-tiloja, koskevat määräykset perustuvat ATEX-direktiiveihin. ATEX-direktiivit koostuvat kahdesta osasta, jotka ovat ATEX-laitedirektiivi (94/9/EY) ja ATEX-työolosuhdedirektiivi (1999/92/EY). Niiden tarkoituksena on yhteinäistää EU:n jäsenvaltioiden Ex-tilojen turvallisuusvaatimuksia ja suojella räjähdysvaarallisissa tiloissa työskenteleviä. ATEX-laitedirektiivi (94/9/EY) koskee uusia laitteita, mutta käytössä on myös vanhojen vaatimusten mukaisia laitteita, joiden pitää täyttää niiden alkuperäiset vaatimukset. (SFS-604-1 2010: 6, 8, 10.)

ATEX-direktiiveissä on keskeistä yhdenmukaistettujen eurooppalaisten standardien käyttö. Yhdenmukaistetut standardit tarkoittavat käytännössä EN-standardeja, jotka pitää vahvistaa kansallisiksi standardeiksi. Suomessa EN-standardit vahvistetaan SFS-standardeiksi ja useimmiten se tapahtuu esittämällä standardi SFS-luettelossa ja antamalla sille tunnus SFS-EN. Suomen standardisoimisliitto SFS ry on julkaissut SFS-käsikirjat 604-1 (2010) ja 604-2 (2009), joissa käsitellään Ex-tiloja koskevia SFS-EN-standardeja. (SFS-604-1 2010: 6, 8, 10.)

3 Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu ja määrittäminen

Räjähdyksvaarallinen tila tarkoittaa tilaa, jossa räjähdyskelpoista ilmaseosta on siinä määrin, että laitteen rakenteelle, asennukselle ja käytölle on asetettava lisävaatimuksia. Työnantajan on luokiteltava räjähdysvaaralliset tilat ja tilaluokituksen pohjalta tehdään sähkölaitteiden valinta. Räjähdyksvaaralliset tilat luokitellaan räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistiheyden ja keston mukaan. Ennen räjähdysvaarallisten tilojen suunnittelua pitää räjähdysvaarallisesta tilasta tehdä tilaluokitus. Tiloissa, joissa voi esiintyä vaarallisia määriä palavia kaasuja, höyryjä tai pölyjä, on ryhdyttävä suojaustoimenpiteisiin. Tilaluokitus helpottaa laitteiden oikeaa valintaa ja asentamista. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 11, 42, 46, 54.)

3.1 Kaasuräjähdyksvaaralliset tilat

Kaasuräjähdyksvaaralliset tilat jaetaan kolmeen luokkaan, jotka ovat 0, 1 ja 2 (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 11).

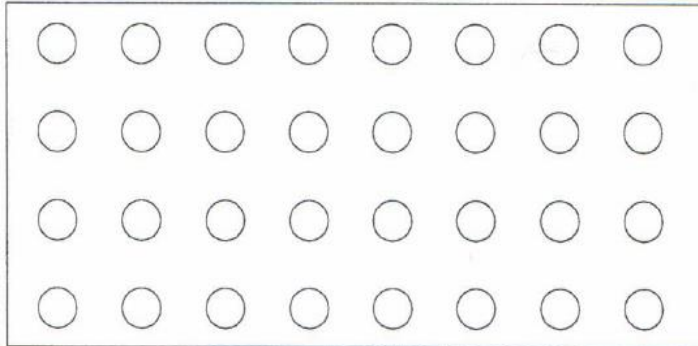
Tilaluokka 0 on tila, jossa esiintyy jatkuvasti, usein tai pitkäaikaisesti sumun, kaasun, höyryn tai ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos (SFS-käsikirja 604-1 2010: 42).

Tilaluokka 1 on tila, jossa esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti sumun, kaasun, höyryn tai ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos (SFS-käsikirja 604-1 2010: 42).

Tilaluokka 2 on tila, jossa normaalitoiminnassa on epätodennäköistä, että tilassa esiintyy sumun, kaasun, höyryn tai ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos tai se kestää vain vähän aikaa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 42).

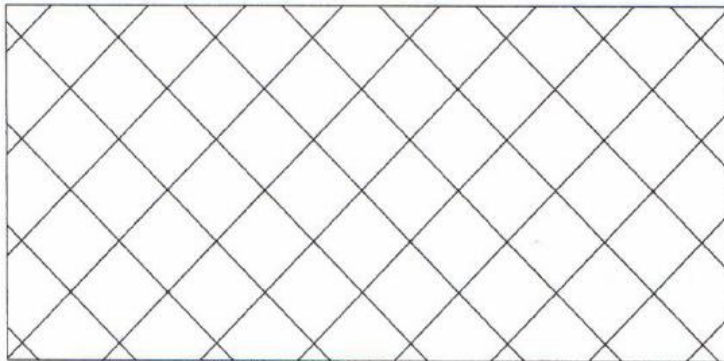
Räjähdyksvaaralliset tilat on merkittävä taso- ja leikkauspiirustuksiin. SFS-käsikirjassa on esitelty kaasuille alttiiden räjähdysvaarallisten tilaluokkien suositeltavat merkitsemistavat. Räjähdyksvaarallisten tilojen merkitseminen taso- ja leikkauspiirustuksiin helpottaa alueella tehtävien sähkötöiden suunnittelua sekä korjaus- ja huoltotöitä. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 85.)

SFS-käsikirjan mukaan suositeltava merkitsemistapa tilaluokan 0 tilalle on rajata räjähdysvaarallinen alue ja täyttää se tasavälein ympyröillä. Kuvassa 1 on tilaluokan 0 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin. (SFS-604-1 2010: 85.)



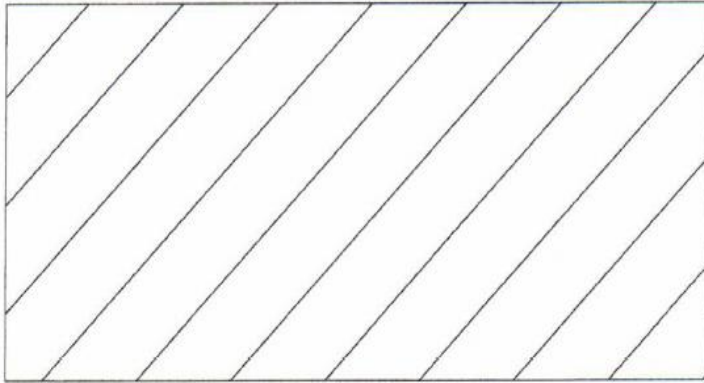
Kuva 1. Tilaluokan 0 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 85).

SFS-käsikirja suosittelee tilaluokkaa 1 merkittävän siten, että rajattu räjähdysvaarallinen alue täytetään vinoilla risteävillä viivoilla. Kuvassa 2 on tilaluokan 1 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin. (SFS-604-1 2010: 85.)



Kuva 2. Tilaluokan 1 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 85).

SFS-käsikirjan mukaan suositeltava merkitsemistapa tilaluokalle 2 on rajata alue ja täyttää se viivoilla, jotka ovat oikean yläkulman ja vasemman alakulman suuntaisia. Kuvassa 3 on tilaluokan 2 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin. (SFS-604-1 2010: 85.)



Kuva 3. Tilaluokan 2 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 85).

3.2 Pölyräjähdysvaaralliset tilat

Palavat pölyt ovat vaarallisia, koska eri tavoin ilmaan sekoittuneina ne voivat muodostaa helposti syttyvän ilmaseoksen. Lisäksi, jos pölyä kertyy pinnoille, se voi olla syttymislähteenä räjähdyskelpoiselle ilmaseokselle. Pölyräjähdysvaaralliseksi tilaksi luokitellaan tila, jossa on tai saattaa olla pölyä siinä määrin, että vaaditaan lisävaatimuksia laitteiden asennuksille, käytölle ja rakenteelle. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 118, 120.)

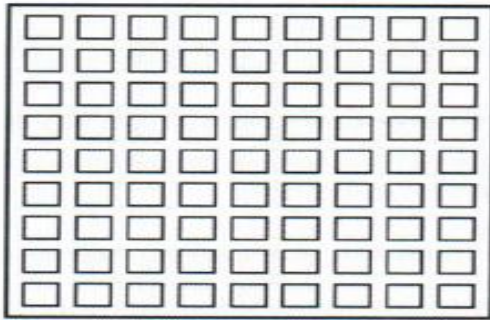
Pölyräjähdysvaaralliset tilat jaetaan kolmeen tilaluokkaan, jotka ovat 20, 21 ja 22. Pölyräjähdysvaaralliset tilat jaetaan luokkiin perustuen räjähdysvaarallisen ilmapölyseoksen esiintymiskeston tai esiintymistaajuuteen. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 11, 125).

Tilaluokka 20 on tila, jossa esiintyy pitkäaikaisesti, jatkuvasti tai usein palavan pölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos (SFS-käsikirja 604-1 2010: 42).

Tilaluokka 21 on tila, jossa esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti palavanpölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos (SFS-käsikirja 604-1 2010: 42).

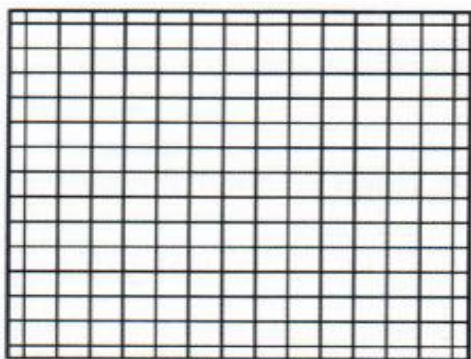
Tilaluokka 22 on tila, jossa epätodennäköisesti esiintyy palavan pölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos tai se kestää esiintyessään vain lyhyen aikaa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 42).

SFS-käsikirjassa on esitelty pölyräjähdysvaarallisten tilaluokkien suositeltavat merkitsemistavat taso- ja leikkauspiirustuksiin. Suositeltava merkitsemistapa tilaluokalle 20 on rajata räjähdysvaarallinen alue ja täyttää se neliöillä. Kuvassa 4 on tilaluokan 20 suositeltava merkitsemistapa. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 128.)



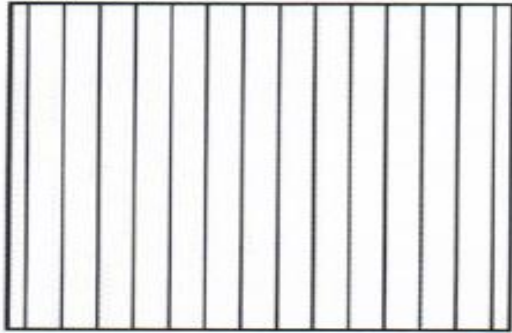
Kuva 4. Tilaluokan 20 suositeltava merkitsemistapa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 128).

SFS-käsikirja suosittelee tilaluokkaa 21 merkittävän siten, että rajattu räjähdysvaarallinen alue täytetään risteävillä viivoilla, jotka ovat 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Kuvassa 5 on tilaluokan 21 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin. (SFS-604-1 2010: 128.)



Kuva 5. Tilaluokan 21 suositeltava merkitsemistapa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 128).

Suosittelava merkitsemistapa SFS-käsikirjassa tilaluokalle 22 on rajata alue ja täyttää se viivoilla, jotka ovat suunnattu suoraan ylhäältä alas. Kuvassa 6 on tilaluokan 22 suositeltava merkitsemistapa taso- ja leikkauspiirustuksiin. (SFS-604-1 2010: 85.)



Kuva 6. Tilaluokan 22 suositeltava merkitsemistapa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 128).

3.3 Tilaluokitellun alueen varoituskyltti

Räjähdysvaaralliseksi luokitellun tilan sisäänkäynnin yhteydessä on oltava kuvan 7 mukainen varoitusmerkintä.



Kuva 7. Räjähdysvaarallisten tilojen varoituskyltti (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 11.)

Varoitusmerkin on oltava kolmio ja siinä pitää olla keltainen tausta, musta reunus ja mustat kirjaimet. Keltaisen värin osuus on oltava vähintään 50 prosenttia merkin alasta. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 11.)

3.4 Tilaluokitusten dokumentointi

Tilaluokitusdokumenttien tulee sisältää taso- ja leikkauspiirustukset. Dokumenteista tulee ilmetä tilaluokat ja niiden laajuudet. Räjähdysvaarallisissa tiloissa, joissa esiintyy

kaasua, tulee tilaluokitusdokumentin sisältää kaasuryhmä, syttymislämpötila ja lämpötilaluokka. Pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa tilaluokitusdokumenttien tulee sisältää pölykerrokset, niiden sallitut paksuudet sekä pölypilvien ja pölykerrosten minimisyttymislämpötila. Pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa dokumentin pitää sisältää myös tiedot siivouskäytännöistä. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 63,127.)

4 Laiteluokat ja laiteryhmät

Räjähdysvaarallisten tilojen laitteet (Ex-laitteet) jaetaan niiden käyttöpaikan perusteella käytännössä kolmeen ryhmään, jotka ovat Ryhmä I, Ryhmä II G ja Ryhmä II D. Jokaisen ryhmän laitteet jaetaan vielä laiteluokkiin niiden suojaustason perusteella. Ryhmien I, II G ja II D laitteiden sellaisiin osiin, jotka voivat olla syttymislähteitä, saa päästä käsiksi vain energiattomissa olosuhteissa. Jos tämä ei ole mahdollista, tulee laitteen avattaviin osiin kiinnittää varoitusmerkit. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 20, 24.)

4.1 Ryhmä I

Ryhmän I sähkölaitteet on suunniteltu käytettäväksi maanalaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, missä on syttyvistä pölyistä tai kaivoskaasuista aiheutuva vaara. Ryhmä I koostuu kahdesta laiteluokasta, jotka ovat M1 ja M2. Sähkölaitteen laiteluokka määrittää laitteelta vaadittavan turvallisuustason. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 19.)

Laiteluokan M1 omaava laite on suojaustasoltaan korkein kaivoksissa käytettävä Ex-laite. Laiteluokan M1 laitteiden on toimittava myös harvinaisissa laitteiden häiriötilanteissa, ja ne on varmistettava siten, että yhden suojauskeinon pettäessä vaadittu turvallisuus säilytetään toisella itsenäisesti toimivalla tavalla. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 19.)

Laiteluokan M2 laitteiden tulee kytkeytyä sähköttömiksi räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyessä. Laiteluokan M2 laitteet varmistavat tarvittavan toimintatason normaalitilanteessa. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 19.)

4.2 Ryhmä II G

Ryhmän II G sähkölaitteet on tarkoitettu käytettäväksi kaasuräjähdysvaarallisissa tilaluokissa 0,1 ja 2. Kaasuräjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettujen laitteiden laiteluokk tunnus on kirjain G. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 20, 212–213.)

Ryhmä II G jaetaan nykyään myös alaryhmiin, jotka ovat jaoteltu räjähdyskelpoisen kaasuilmaseoksen mukaan. Ensimmäinen alaryhmä on IIA, jonka käyttöpaikan tyypilli-

nen kaasu on propaani. Toinen alaryhmä on IIB, jonka käyttöpaikan tyypillinen kaasu on eteeni ja kolmas alaryhmä on IIC, jonka tyypillinen kaasu käyttöpaikassa on vety. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 212–213.)

Ryhmän II G sähkölaitteet on valittava taulukon 1 mukaisesti. Tilaluokassa, jossa on luokiteltu kaasun räjähdysryhmäksi IIC, sallitut laiteryhvät ovat IIC tai II. Jos sijoituspaikan kaasun räjähdysryhmä on IIB, sallitut laiteryhvät ovat II, IIB tai IIC. Sijoituspaikan kaasun räjähdysryhmän ollessa IIA voidaan käyttää laiteryhmiä II, IIA, IIB ja IIC. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 33.)

Taulukko 1. Kaasujen räjähdysryhmien ja laiteryhmiä yhteensopivuus (SFS-Käsikirja 604-2 2009: 33).

Sijoituspaikan kaasun räjähdysryhmä	Sallittu laiteryhmä
IIA	II, IIA, IIB tai IIC
IIB	II, IIB tai IIC
IIC	II tai IIC

Ryhmä II G koostuu kolmesta laiteluokasta G1, G2 ja G3. Sähkölaitteen laiteluokka määrittää laitteelta vaadittavan turvallisuustason. Laiteluokan G1 laite omaa korkeimman turvallisuustason, G2 toiseksi korkeimman ja G3 laiteluokan laitteen turvallisuustaso on heikoin. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 24–25.)

Laiteluokka G1 koostuu laitteista, jotka säilyttävät tarvittavan suojaustason myös laitteiden harvinaisissa häiriötilanteissa. Laiteluokka G1 on suojattava siten, että yhden suojauskeinon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan toisella itsenäisesti toimivalla tavalla. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 19.)

Laiteluokka G2 koostuu laitteista, jotka säilyttävät tarvittavan suojaustason normaali-toiminnassa ennakoitavissa olevien toimintavikojen aikana (SFS-käsikirja 604-1 2010: 19).

Laiteluokka G3 koostuu laitteista, jotka säilyttävät tarvittavan suojaustason normaalitilanteissa (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 19).

4.3 Ryhmä II D

Ryhmän II D sähkölaitteet on tarkoitettu ympäristöön, joka on luokiteltu pölyräjähdysvaaralliseksi tilaksi. Pölyräjähdysvaaralliset tilaluokat ovat 20, 21 ja 22. Pölyräjähdysvaarallisiksi tarkoitettujen laitteiden laiteluokkatunnus on kirjain D. Ryhmä II D jaetaan alaryhmiin, jotka ovat jaoteltu räjähdyskelpoisen pölyilmaseoksen mukaan. Alaryhmät ovat IIIA palavat hahtuvat, IIIB eristävät pölyt ja IIIC johtavat pölyt. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 20, 212–213.)

Pölyräjähdysvaarallisissa tiloissa, joissa on luokiteltu pölyn räjähdysryhmäksi IIIC, saa käyttää vain laiteryhmän IIIC laitteita. Mikäli sijoituspaikan pölyn räjähdysryhmä on IIIB, sallitut laiteryhmät ovat IIIB ja IIIC. Sijoituspaikan pölyn räjähdysryhmän ollessa IIIA, sallittuja laiteryhmiä ovat IIIA, IIIB ja IIIC. Ryhmän II D laitteet on valittava taulukon 2 mukaisesti. (SFS-käsikirja 604-2. 2009: 33.)

Taulukko 2. Pölyjen räjähdysryhmien ja laiteryhmiä yhteensopivuus (SFS-käsikirja 604-2 2009: 33).

Sijoituspaikan pölyn räjähdysryhmä	Sallittu laiteryhmä
IIIA	IIIA, IIIB tai IIIC
IIIB	IIIB tai IIIC
IIIC	IIIC

Ryhmä II D koostuu kolmesta laiteluokasta, jotka ovat D1, D2 ja D3. Sähkölaitteen laiteluokka määrittää laitteelta vaadittavan turvallisuustason. Laiteluokan D1 laite omaa korkeimman turvallisuustason ja laiteluokan D3 laitteen turvallisuustaso on heikoin. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 24–25.)

Laiteluokka D1 koostuu laitteista, jotka säilyttävät tarvittavan suojaustason myös laitteiden harvinaisissa häiriötilanteissa. Laiteluokka D1 on suojattava siten, että yhden suojauskeinon pettäessä vaadittu turvallisuus varmistetaan toisella itsenäisesti toimivalla tavalla. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 19.)

Laiteluokka D2 koostuu laitteista, jotka säilyttävät tarvittavan suojaustason myös normaalitoiminnassa ennakoitavissa olevien toimintavikojen aikana. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 19.)

Laiteluokka D3 koostuu laitteista, jotka säilyttävät tarvittavan suojaustason normaalitilanteissa (SFS-käsikirja 604-1 2010: 19).

4.4 Laiteluokkien ja tilaluokkien yhteensopivuus

Laiteluokkien ja tilaluokkien yhteensopivuus esitellään taulukossa 3. Tilaluokassa 0 pitää käyttää laiteluokan 1G laitteita ja tilaluokassa 20 tulee käyttää laiteluokan 1D laitteita. Tilaluokkaan 1 saa asentaa laiteluokkien 1G ja 2G laitteita. Pölyräjähdysvaaralliseen tilaluokkaan 21 sallitut laiteluokat ovat 1D ja 2D. Pölyräjähdysvaarallisen tilan ollessa tilaluokitukseltaan 22 sallitut laiteluokat ovat 1D, 2D ja 3D. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 12.)

Taulukko 3. Laiteluokkien ja tilaluokkien yhteensopivuus (SFS-käsikirja 604-1 2010: 12).

Tilaluokka	Laiteluokka
20	1D
21	1D tai 2D
22	1D, 2D tai 3D
0	1G
1	1G tai 2G
2	1G, 2G tai 3G

5 Laitteiden räjähdysuojusrakenteet

Sähkölaitteiden räjähdysuojusrakenteilla pyritään varmistamaan, ettei vaarallista kipinää tai lämpötilaa synny, tai eristämään vaarallinen kipinä siten, ettei se voi sytyttää laitteen ulkopuolella olevaa ilmaseosta. Ex-laitteen tulee sisältää merkintä, joka kertoo kyseisen laitteen räjähdysuojarakenteen. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 250.)

Räjähdyspaineen kestävä rakenne "d"

Räjähdyspaineen kestävä (Exd) sähkölaitteen osat, jotka voivat aiheuttaa räjähdysten, on sijoitettava koteloon, joka kestää räjähdysten ja estää sen laajenemisen kotelon ulkopuolelle. Kotelon mekaanisen lujuuden pitää olla todella suuri. Kotelon saumat on tehty niin ahtaiksi ja pitkiksi, ettei kotelosta pääse tunkeutumaan kuumia ainesosia ulos. Yleisimpiä käyttökohteita ovat sähkölaitteet, jotka sisältävät kipinöiviä ja kuumia osia, kuten katkaisijat, lämmityslaitteet, valaisimet ja moottoreiden liukurenkaat. Räjähdyspaineen kestävä rakenteen huono puoli on, että se on kallis toteuttaa. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 280.)

Paineistettu rakenne "p"

Paineistetun rakenteen (Exp) suojaus saadaan aikaan paineistamalla kotelo niin, että kotelon sisällä vallitsee koko ajan ylipaine ympäristöön nähden. Kotelon ylipaineen takia räjähdyskelpoinen ilmaseos ei pääse kosketuksiin kuumien ja kipinöivien osien kanssa. Paineistetun rakenteen kotelot ja putkistot huuhdellaan ilmalla tai neutraalilla kaasulla ennen käyttöönottoa. Huuhtelulla varmistetaan, ettei kotelon sisälle ole päässeet räjähdyskelpoista ilmaseosta. Yleensä suurissa laitteissa, kuten moottoreissa tai keskuksissa, käytetään paineistettua rakennetta. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 280.)

Öljytäyteinen rakenne "o"

Öljytäyteisessä rakenteessa (Exo) kaikki sellaiset osat, jotka voivat aiheuttaa räjähdysten, on upotettu öljyyn. Öljyn ansiosta osat, jotka voivat aiheuttaa räjähdysten, eivät pääse kosketuksiin räjähdyskelpoisen seoksen kanssa. Esimerkiksi muuntajissa ja käynnistysvastuksissa käytetään öljytäyteistä rakennetta. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 281.)

Varmennettu rakenne "e"

Varmennetussa rakenteessa (Exe) pyritään rakenteellisin osin saavuttamaan parempi turvallisuus normaalirakenteisiin sähkölaitteisiin verrattuna. Varmennettua rakennetta käytetään esimerkiksi kytkentärasioissa, oikosulkumoottoreissa ja valaisimissa, koska varmennettu rakenne sopii hyvin kipinöimättömille laitteille. (SFS-käsikirja 604-1: 2010: 281.)

Hiekkatäytteinen rakenne "q"

Hiekkatäytteisessä rakenteessa (Exq) kaikki sellaiset osat, jotka voivat aiheuttaa räjähdysten, upotetaan pulverimaiseen aineeseen. Pulverimainen aine eristää räjähdyskel- poisesta seoksesta kaikki osat, jotka voivat aiheuttaa räjähdysten. Tyypillisiä hiekkatäytteisiä sähkölaitteita ovat loistelamppujen sytyttimet ja kondensaattorit. (SFS-käsikirja 604-1. 2010: 281.)

Luonnostaan vaaraton rakenne "i"

Luonnostaan vaaratonta rakennetta (Exi) käytetään laitteissa, joiden tehontarve on niin pieni, ettei se pysty sytyttämään räjähdystä. Laitteet jaetaan kolmeen luokkaan, jotka ovat Ex ia, Ex ib ja Ex ic. Ex ia -luokan laite ei aiheuta vaaraa kahden toisistaan riip- pumattoman vian esiintyessä. Ex ib -luokan laite ei aiheuta vaaraa yhden vian esiinty- essä ja Ex ic -luokan laite ei aiheuta vaaraa normaalikäytössä. Mittauslaitteet ovat ylei- simpiä luonnostaan vaarattoman rakenteen laitteita. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 282.)

Massavalurakenne "m"

Massavalurakenteinen (Exm) laite valetaan massaansa siten, että räjähdyskelpoinen seos ei pääse kosketuksiin vaaraa aiheuttavien osien kanssa. Massavalurakenne on yleinen räjähdysuojarakenne kooltaan pienehköillä komponenteilla ja laitteilla. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 282.)

Pölyräjähdysvaarallisen tilan tiivis kotelo "tD"

Räjähdyssuojusrakenne (ExtD) on tarkoitettu käytettäväksi pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin. Kotelo on pölytiivis ja sen pintalämpötila on rajoitettu. Räjähdyssuojarakenteen tD omaava laite ei voi ehjänä olla syttymislähde pölyräjähdysvaarallisella alueella. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 283.)

Erikoisrakenne "s"

Erikoisrakenne (Exs) on valmistettu tiettyä tarkoitusta varten. Rakennetta käytetään silloin, kun muilla rakenteilla ei voida saavuttaa haluttua tulosta (SFS-käsikirja 604-1 2010: 283).

Suojusrakenne "n"

Räjähdyssuojusrakenteen (Exn) omaava laite on turvallinen normaalikäytössä ja tarkoitettu käytettäväksi tilaluokassa 2. Tämän rakenteen laitteilla voi olla myös lisämerkintöjä, joilla varmistetaan laitteen oikea käyttö ja suojauksen säilyminen asennuksen jälkeenkin. Lisämerkintöjä ovat esimerkiksi nA, joka tarkoittaa kipinöimätöntä laitetta tai nR, jolla tarkoitetaan rajoitetusti hengittävää kotelointia. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 282, 285.)

6 Laitteiden räjähdysuojaustaso EPL

Räjähdysuojaustaso (equipment protection level EPL) kertoo laitteen sisältämästä syttymisriskistä riippumatta laitteen räjähdysuojarakenteesta. On huomattu, että on hyödyllistä merkitä kaikki laitteet myös niiden syttymisriskin perusteella. Se tekee laitevalinnan helpommaksi ja auttaa tarvittaessa riskinarviointimenetelmää. Räjähdysuojaustasojen järjestelmä on jaettu kolmeen ryhmään: ryhmä I, johon kuuluu kaivoskaasuille alttiit kaivokset, ryhmä II on kaasuräjähdyksivaaralliset tilat ja ryhmä III, johon kuuluu pölyräjähdysvaaralliset tilat. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 136–137.)

Räjähdysuojaustason ryhmän I laitteisiin kuuluvat EPL Ma- ja EPL Mb -merkityt laitteet. EPL Ma -suojustason laite omaa hyvin korkean suojaustason, eikä ole syttymislähteenä, vaikka se jäisi jännitteiseksi kaivoskaasun esiintyessä. Räjähdysuojaustason EPL Mb -laite ei ole todennäköisesti syttymislähde ennen kuin se kytketään jännitteettömäksi kaivoskaasun esiintyessä. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 137.)

Räjähdysuojaustason ryhmän II laitteet koostuvat EPL Ga-, Gb- ja Gc -merkityistä laitteista ja räjähdysuojaustason ryhmän III laitteet koostuvat EPL Da-, Db- ja Dc -merkityistä laitteista. EPL Ga- tai Da -merkitty laite omaa korkeimman suojaustason, eikä ole syttymislähteenä harvinaisissakaan vikatilanteissa. EPL Gb- tai Db -merkitty laite ei ole syttymislähde odotettavissa olevissa vikatilanteissa ja EPL Gc- tai Dc -merkitty laite ei ole syttymislähde normaalitilanteissa. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 137.)

Räjähdysuojaustasoltaan Ga-laitteen saa sijoittaa tilaluokkiin 0, 1 tai 2. Vastaavasti Da-merkityn laitteen voi asentaa pölyräjähdysvaarallisiin tilaluokkiin 20, 21 ja 22. Taulukossa 4 esitellään tilaluokkien ja räjähdysuojaustasojen yhteensopivuus.

Taulukko 4. Tilaluokkien ja räjähdysuojaustasojen suhde (SFS-käsikirja 604-1 2010: 138).

Laitteen räjähdysuojaustaso	Tilaluokka
Ga	0, 1 ja 2
Gb	1 ja 2
Gc	2
Da	20, 21 ja 22
Db	21 ja 22
Dc	22

7 Lämpötilaluokat

Räjähdysvaarallisessa tilassa laitevalinta pitää tehdä siten, että laitteen pintalämpötila ei saavuta milloinkaan sen vaikutuspiirissä olevan pölyn, höyryn tai kaasun syttymislämpötilaa. Ellei sähkölaitteen käyttölämpötilaa ole merkitty, laitetta saa käyttää vain -20 +40 asteen lämpötilassa. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 34.)

Lämpötilaluokat on merkitty tunnuksilla T1, T2, T3, T4, T5 ja T6. T1-tunnuksella merkityillä sähkölaitteilla tai tiloilla on suurin kaasun tai höyryn syttymislämpötila, ja T6-merkityillä laitteilla tai tiloilla syttymislämpötila on pienin. Taulukossa 6 esitetään lämpötilaluokkien, pintalämpötilojen ja syttymislämpötilojen välinen yhteys. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 34.)

Taulukko 5. Lämpötilaluokkien, pintalämpötilojen ja syttymislämpötilojen välinen yhteys (SFS-käsikirja 604-2. 2009: 34).

Tilaluokituksen edellyttämä lämpötilaluokka	sähkölaitteiden sallitut lämpötilaluokat	Kaasun tai höyryn syttymislämpötila °C
T1	T1–T6	>450
T2	T2–T6	>300
T3	T3–T6	>200
T4	T4–T6	>135
T5	T5–T6	>100
T6	T6	>85

8 Räjähdyksvaarallisten laitteiden merkinnät

Selkeät merkinnät räjähdysvaarallisen tilan laitteissa helpottavat tilan tarkastamista ja kunnossapitoa. Räjähdyksvaarallisen tilan laitteissa ja suojausjärjestelmässä on oltava luettavalla ja pysyvällä tavalla vähintään seuraavat merkinnät (SFS-käsikirja 604-1 2010: 20):

- valmistajan nimi
- CE-merkintä
- sarja- tai tyyppimerkintä
- räjähdysuojauksen erityismerkintä
- laiteryhmän ja laiteluokan tunnus.

Lisäksi laitteen valmistajan on täytynyt laatia laitteesta sertifikaatti. Ex-sertifikaatin voi myöntää vain hyväksytty tarkastuslaitos. Sertifikaatissa vakuutetaan, että laite täyttää Ex-laitteilta vaadittavat vaatimukset. Ex-laitteessa pitää olla sertifikaatin julkaisijan nimi tai tunnus. Räjähdyksvaarallisessa laitteessa pitää olla sertifikaatin tunnus tietyssä muodossa, alkaen sertifikaatin julkaisuvuoden kahdesta viimeisestä numerosta. Sertifikaatin julkaisuvuoden kahden viimeisen numeron jälkeen tulee merkki ”.” jota seuraa sertifikaatin yksilöllinen nelinumeroinen tunnus. Joissakin sertifikaateissa on voitu erotusmerkki ”.” korvata toisella tunnuksella, kuten ”ATEX”. Liitteessä 1 esitellään Ex-tiloihin soveltuvan valaisimen merkinnät, jotka vastaavat Ex-laitteiden vaatimuksia ja liitteessä 2 on esimerkki metanolipumppuhuoneessa käytettävän kalvopaineanturin sertifikaatista. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 249–250.)

9 Sähköinen suojaus ja hätä-seis-kytkentä

Räjähdysvaarallisessa tilassa johdot on suojattava ylikuormittumiselta ja mahdollisilta oikosulkujen ja maasulkujen haitallisilta vaikutuksilta. Kaikki sähkölaitteet on suojattava oikosulkujen ja maasulkujen haitallisilta vaikutuksilta. Oikosulku- ja maasulkusuojalaitteiden on oltava sellaista rakennetta, että automaattinen palautuminen vikatapauksissa on estetty. Lämmityslaitteille on ylivirtasuojauksen lisäksi käytettävä vikavirtasuojaa, jonka mitoitusvoimavirta ei ylitä 100 milliampeeria. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 46.)

Taajuusmuuttajakäyttöisillä pyörivillä sähkökoneilla on sähköiseen suojaukseen erilaisia vaatimuksia, jotka riippuvat moottoreiden rakenteesta. Esimerkiksi räjähdyspaineen kestäväällä räjähdysuojaurakenteella (Exd) toteutetun moottorin on täytettävä toinen seuraavista vaatimuksista. Moottorin tulee olla tyyppitestattu kyseessä olevaan käyttöön yhdessä moottorin, muuntajan ja tarpeellisten suojalaitteiden kanssa. Mikäli Exd-rakenteista moottoria ei ole tyyppitestattu kyseiseen käyttöön, on moottori varustettava suoralla lämpötilan valvontalaitteella, joka rajoittaa moottorikotelon pintalämpötilaa. Suojalaitteen on toimiessaan katkaistava moottorin virtapiiri. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 57.)

Hätätilanteiden varalta räjähdysvaarallisen alueen ulkopuolella on sopivassa kohdassa oltava mahdollisuus katkaista sähkönsyöttö räjähdysvaaralliselle alueelle. Sähkölaitetta, jonka toiminnan jatkuminen on välttämätöntä vaaratilanteen pahenemisen estämiseksi, ei saa liittää hätä-seis-kytkentäpiiriin. Yleiseen sähkökytkentätilaan asennetut kytkinlaitteet kelpaavat normaalitilanteissa tässä tarkoitetuiksi hätäkytkentälaitteiksi. Hätä-seis-kytkennän on erotettava kaikki syöttöjohdon virtapiirit nollajohdin mukaan lukien. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 47.)

10 Luonnostaan vaarattomat Exi-piirit

Luonnostaan vaarattomat piirit (Exi-piirit) ovat peruseriaatteeltaan hyvin erilaisia verrattuna muihin piireihin, joten Exi-piirien asennuksessa on otettava käyttöön toisenlainen asennusfilosofia. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 61.)

Exi-piireissä on huolehdittava, että sähköinen energia pysyy asennetuissa järjestelmissä niin alhaisena, että räjähdysvaarallisessa ympäristössä ei tapahdu syttymistä. Luonnostaan vaarattomat piirit on suojattava ulkopuolelta tulevalta sähköenergialta ja turvallisen energian raja-arvoa ei saa ylittää, vaikka piirissä tapahtuisi katkoksia, oikotai maasulkuja. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 61.)

Exi-piirit suojataan usein energiarajoitetulla liitännäislaitteella. Energiarajoitettu liitännäislaitte tarkoittaa laitetta, joka sisältää ei-energiarajoitettuja ja energiarajoitettuja virtapiirejä. Liitännäislaitte on rakenteeltaan sellainen, että ei-energiarajoitetut piirit eivät vaikuta haitallisesti energiarajoitettuihin piireihin. Exi-piireissä on varmistettava, että Exi-laitteen syöttöjännitteen U_i , syöttövirran I_i ja syöttötehon P_i arvojen on oltava suurempia tai yhtä suuria kuin vastaavien liitännäislaitteen arvojen U_o , I_o ja P_o . (SFS-käsikirja 604-2 2009: 27, 69.)

11 Suojamaadoitus ja potentiaalitasaus

Suojamaadoitus

Sähkölaitteen jännitteelle altis osa on räjähdysvaarallisessa tilassa suojamaadoitettava. Jos räjähdysvaarallisessa tilassa on käytössä TN-järjestelmä, on käytettävä TN-S järjestelmää. Räjähdysvaarallisessa tilassa on suojajohtimen yleensä oltava samassa putkessa tai kaapelissa virtajohtimen kanssa. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 43.)

Potentiaalitasaus

Potentiaalitasausjärjestelmä on pakollinen ja siihen yhdistetään kaikki jännitteelle alttiit ja johtavat osat. Potentiaalitasausjärjestelmään ei saa liittää nollajohdinta. Potentiaalitasausjärjestelmä voi koostua suojajohtimista, metallisista suojaputkista, metallisista kaapelivaipoista tai teräslanka-armeerausesta. Jännitteelle alttiita osia ei kutakin tarvitse erikseen liittää potentiaalitasausjärjestelmään, jos ne ovat suoraan yhteydessä tai johtavasti yhdistettynä metallirakenteeseen, joka puolestaan on yhdistetty potentiaalitasausjärjestelmään. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 43.)

Tilaluokitelluilla alueilla kaikki johtavat kappaleet on oltava alle 1 ohmin johtavuudessa toisiinsa. Mikäli kappaleen potentiaalitasaus ei ole riittävä, kytketään se vähintään 6 mm²:n kuparijohtimella potentiaalitasaukseen. Mittaukset on suoritettava turvallisesti esimerkiksi Ex-yleismittarilla. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 43.)

Exi-piirien potentiaalitasaus

Exi-laitteiden metallikoteloita ei tarvitse yhdistää potentiaalitasausjärjestelmään, elleivät laiteohjeet sitä edellytä. Exi-piirin kenttälaitteessa ei saa olla päättämättömiä johtimia. Mikäli Exi-piirin energiarajoitettuna liitännäislaitteena on ilman galvaanista erotusta oleva suojarajoitin, esimerkiksi zener-suoja, mitataan zener-suojan maadoitusliittimen johtavuus maadoitusjärjestelmään. Zener-suojan maadoituksen johtavuus on oltava alle yhden ohmin ja mittaustulokset on dokumentoitava. Zener-suojan maadoitusjohdin on oltava poikkipinnaltaan vähintään 2 x 1,5 mm² tai 1 x 4 mm². Suosituksena on käyttää zener-suojien sijasta galvaanisia erottimia. Galvaaninen erotin on laite, joka siirtää signaalin laitteen sisäänmenosta sen ulostuloon ilman näiden välistä suoraa sähköistä kytkentää. Galvaanisia erottimia ei liitetä maadoitusjärjestelmään. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 25, 43, 68.)

12 Kaapelointi

Räjähdysvaarallisessa tilassa peruseristettyjä johtimia saa käyttää jännitteisinä johtimina vain keskuksissa, koteloissa tai putkiasennusjärjestelmissä. Mikäli kahden vaarattoman tilan välinen johdotus kulkee räjähdysvaarallisen tilan kautta, on räjähdysvaarallisessa tilassa olevan johtojärjestelmän osan täytettävä räjähdysvaarallisen tilan vaatimukset. Käyttämättömät läpivientiaukot on suljettava räjähdyssuojausrakenteen täyttävillä sulkutulpilla. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 48.)

Kaapeleiden jatkamista räjähdysvaarallisella alueella tulisi välttää. Jos jatkaminen on välttämätöntä, liitoksen on sovelluttava mekaanisiin, sähköisiin sekä ympäristöolosuhteiden vaatimuksiin. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 48.)

Kaapelit on liitettävä sähkölaitteisiin räjähdyssuojausrakenteen vaatimuksia vastaavasti. Mikäli kaapeliläpiviennin sertifikaatissa on X-merkintä, kaapelia saa käyttää vain kiinteissä asennuksissa. Siirrettävissä laiteissa saa käyttää vain kaapeliläpivientejä, joissa ei ole X-merkintää. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 50.)

Exi-piirien kaapelointi

Luonnostaan vaarattomien piirien kaapelit pitää erottaa muista kaapeleista niin, että ne eivät voi tarkoituksettomasti kytkeytyä Exi-suojaamattomien virtapiirien kaapeleihin. Tämä voidaan aikaansaada seuraavasti (SFS-käsikirja 602-2 2009: 65):

- Exi-piirin kaapelit pidetään erillään kaikista muista kaapeleista.
- Exi-piirin kaapelit on sijoitettu niin, että ne ovat suojassa mekaanisilta vaurioilta.
- Exi-piirin kaapelit ovat armeerattuja tai metallisella suojavaipalla varustettuja.

Exi-piirit on erotettava muiden piirien liittimistä etäisyyttä käyttäen, jolloin liittinten välisen ilmavälin tulee olla vähintään 50 mm. Toinen tapa erottaa Exi-piirit on käyttää eristävää erotuslevyä tai maadoitettua metallilevyä. Käytetyn erotuslevyn tulee ulottua vähintään 1,5 mm:n päähän kotelon seinämistä tai aikaansaada joka kohdassa vähintään 50 mm:n etäisyys liittinten välille. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 66.)

Suojaamattomat kaapelit on merkittävä. Mikäli merkintään käytetään kaapelivaipan väriä, on sen oltava vaaleansininen. Vaaleansinisiä kaapeleita ei saa käyttää muuhun tarkoitukseen. Exi-kaapeleita ei tarvitse merkitä, jos Exi-kaapelit tai kaikki muut kaapelit ovat armeerattuja, metallivaipalla tai metallisuojoilla varustettuja. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 65.)

Mittaus- ja säätölaitteiden koteloissa, kytkinlaitteistoissa ja jakokeskuksissa, joissa voi olla vaarana, että Exi-kaapelit sekoitetaan muiden virtapiirien johtimiin, on käytettävä vaihtoehtoisia merkintätapoja. Tällaisia ovat esimerkiksi Exi-johtimien kokoaminen yhteiseen vaaleansiniseen kouruun, merkitseminen tai järjestäminen selkeästi eri tilaan. (SFS-käsikirja 604-2 2009: 65.)

13 Tarkastukset

Sähkölaitteistot jaetaan luokkiin 1a–1d, 2b–2d ja 3a–3c. Näistä luokista räjähdysvaarallisia tiloja ovat 1d ja 3a. Luokkaan 1d kuuluu sähkölaitteisto, joka on räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa tapahtuva vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi vaatii ilmoitusta. Luokan 3a sähkölaitteisto on myös räjähdysvaarallisessa tilassa, mutta räjähdysvaarallisen aineen valmistus, käsittely tai varastointi vaatii luvan (SFS-käsikirja 604-1 2010: 13.)

Käyttöönotto- ja kunnossapitotarkastus

Kaikki sähköasennukset pitää tarkastaa ennen käyttöönottoa. SFS 6000-6-standardissa on annettu käyttöönottotarkastuksen suorittamista koskevat yleiset määräykset, jotka koskevat myös räjähdysvaarallisia tiloja. Räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennukset tarkastetaan myös räjähdysvaarallisten tilojen sähköasentamista ja suunnittelua koskevan standardin SFS-EN 60079-14 ja räjähdysvaarallisten tilojen tarkastusta ja kunnossapitoa koskevan standardin SFS-EN 60079-17 mukaan. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 13.)

Räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennusten tarkastuksen tekijän pitää olla perehtynyt räjähdysvaarallisiin tiloihin, räjähdysvaarallisten tilojen sähköasennuksiin ja olla sähköalan ammattihenkilö. Tarkastuksen tekijä voi olla joko rakennuttaja itse, tai rakennuttaja voi teettää tarkastuksen ulkopuolisella tarpeeksi pätevällä henkilöllä. Tarkastuksesta tehdään aina tarkastuspöytäkirja. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 13.)

Varmennus- ja määräaikaistarkastus

Sähkölaitteistoluokille 1d ja 3a on tehtävä myös varmennustarkastus. Luokka 1d vaatii varmennustarkastuksen viimeistään kolmen kuukauden kuluessa käyttöönotosta. Luokan 3a laitteille varmennustarkastus pitää tehdä jo ennen käyttöönottoa. Vain valtuutettu laitos voi tehdä kyseiset tarkastukset. Määräaikaistarkastukset tulee tehdä 15 vuoden välein luokan 1d laitteille ja 5 vuoden välein luokan 3a laitteille. Vain valtuutettu laitos voi suorittaa määräaikaistarkastukset. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 13.)

14 Dokumentointi

Räjähdyssvaarallisten tilojen dokumentointi on tärkeä osa räjähdys- ja räjähdysvaarallisen tilan tarkastusta ja kunnossapitoa varten seuraavat ajan tasalla olevat tiedot on oltava saatavilla (SFS-käsikirja 604-2 2009: 69, 117, 127, 284):

- alueiden tilaluokitus
- kaasut: räjähdysryhmän ja lämpötilaluokan asettamat vaatimukset
- pölyt: räjähdysryhmän ja maksimipintalämpötilan asettamat vaatimukset
- laitetiedot, esimerkiksi räjähdysryhmä, räjähdysvaarallisuusaste, lämpötilaluokka ja sertifikaatti tai sen tunnus
- kopiot aikaisempien tarkastusten ja mittausten pöytäkirjoista
- Exi-laitteen syöttöjännitteen U_i , syöttövirran I_i ja syöttötehon P_i arvojen on oltava suurempia tai yhtä suuria kuin vastaavien liitännäislaitteen arvojen U_o , I_o ja P_o .

Lisäksi räjähdysvaarallisista tiloista on laadittava räjähdysvaarallisuusasiakirja ja sen ajan tasalla pysymisestä on huolehdittava. Räjähdysvaarallisuusasiakirjassa esitetään tiedot räjähdysvaaran aiheuttavista aineista, toteutetuista räjähdysvaarallisuusmenetelmistä ja yrityksen räjähdysvaarallisista tiloista. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 41.)

15 HSY:n metanolipumppuhuone

Tehtäväni on kartoittaa metanolipumppuhuoneen sähkölaitteet ja metanolipumppuhuoneen dokumentointi sekä tarkistaa, ovatko ne nykyisten räjähdysvaarallisuuden vaatimusten mukaisia.

Metanolipumppuhuone on osa Suomenojan jätevedenpuhdistamon metanoli-asemaa. Metanolia pumpataan jäteveeseen, mikä on osa jäteveden puhdistusprosessia. Metanolin kulutus Suomenojan jätevedenpuhdistamolla on noin 2 000 tonnia vuodessa. Metanoli kuljetetaan jätevedenpuhdistamolle säiliöautolla ja kuorma puretaan säiliöauton pumppua käyttäen aidattuun ja vuotovarmistettuun varastosäiliöön. Metanolipumppuhuoneen annostelupumput sekoittavat metanolin jäteveeseen.

Metanoli-asemalla on useita räjähdysvaaralliseksi tilaluokaksi luokiteltuja alueita. Tehtäväni on kartoittaa räjähdysvaaralliseksi tilaluokaksi luokitellun metanolipumppuhuoneen sisältämät sähkölaitteet ja räjähdysvaaralliselta tilalta vaadittavat dokumentit. Työssäni en ota kantaa metanolipumppuhuoneessa käytettäviin mekaanisiin laitteisiin. Mekaanisilla laitteilla tarkoitan laitteita, jotka eivät tarvitse sähkövirtaa toimiakseen. Työssäni tarkistan metanolipumppuhuoneen dokumentoinnin, mutta en perehdy Suomenojan jätevedenpuhdistamon muiden tilaluokiteltujen alueiden dokumentointeihin.

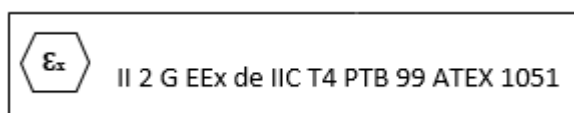
Metanoli on väritön neste, joka aiheuttaa räjähdysvaaran, koska se muodostaa ilman kanssa helposti syttyvän seoksen. Metanoli syttyy herkästi kipinöiden, staattisen sähköön, lämmön ja liekkien vaikutuksesta. Metanolista haihtuva höyry on myrkyllistä hengitettynä ja se voi syttyä pitkähkön matkan päässä päästökohdasta. Sisätiloissa ja viemäreissä metanolivuoto aiheuttaa räjähdysvaaran. (Ova-ohje metanoli 2017.)

Metanoli on luokiteltu palavaksi nesteeksi ja sen itsesyttymislämpötila on 386 °C. Metanolin lämpötilaluokka on T2 ja räjähdysryhmä IIA (Luettelo yleisimmistä palavista nesteistä 1999). Metanolipumppuhuone on räjähdysvaarallinen tila ja tilaluokitukseltaan tilaluokkaa 1 lukuun ottamatta pumppuhuoneen oviaukon ympäröimää, säteeltään 1,5 metrin aluetta, joka on tilaluokkaa 2.

16 Metanolipumppuhuoneen Ex-kartoitus


16.1 Metanolipumput

Metanolipumppuhuoneessa on kymmenen metanolin syöttöpumppua. Metanolipumput toimivat sähkömoottoreilla, joiden teho on 180 wattia. Kuvassa 8 on pumppujen sähkömoottoreiden Ex-merkinnät, jotka löytyvät moottoreiden arvokilvistä.



Kuva 8. Metanolipumppujen sähkömoottoreiden Ex-merkintä.

Ensimmäisenä kuvassa 8 on räjähdysuojauksen erityismerkintä. Toisena on laiteryhmän tunnus, jonka jälkeen tulee laiteluokan tunnus kaasuräjähdyksivaarallisille tiloille. Ex-merkinnästä näkee, että sähkömoottorit ovat räjähdyspaineen kestäviä. Kuvassa 9 selitetään metanolipumppuhuoneen sähkömoottoreiden Ex-merkintöjä tarkemmin. (SFS-käsikirja 604-1 2010: 20, 286.)

	=Räjähdysuojauksen erityismerkintä
II	=Laiteryhmän tunnus
2G	=Laiteluokan tunnus kaasuräjähdyksivaarallisille tiloille
EEx	=Sertifioitu räjähdysvaarallisiin tiloihin
de	=Räjähdyspaineen kestävä kotelointi
IIC	=Laiteryhmä kaasut
T4	=Laitteen lämpötilaluokka
PTB 99 ATEX 1051	= Sertifikaattitunnus

Kuva 9. Metanolipumppuhuoneen sähkömoottoreiden Ex-merkintöjen selitykset (SFS-käsikirja 604-1 2010: 20, 286).

Sähkömoottoreiden Ex-merkinnöistä voidaan todeta, että laiteryhmä, laiteluokka, räjähdysuojusrakenne, räjähdysryhmä ja lämpötilaluokka ovat metanolipumppuhuoneen vaatimuksiin sopivat. Moottoreille löytyy sertifiikaatti ja niiden arvokilvissä on sertifiikaattitunnus. Lisäksi arvokilpiin on merkitty pysyvällä tavalla moottoreiden valmistaja, CE-merkki, tyyppimerkintä ja sarjanumero. Metanolipumppujen sähkömoottoreiden laitemerkinnät ovat voimassa olevien räjähdysuojaus vaatimusten vaatimalla tasolla.

Metanolipumppujen sähkömoottoreita syötetään taajuusmuuttajilla, jotka sijaitsevat viereisessä ei-tilaluokitellussa sähkötilassa. Sähköinen suojaus on toteutettu oikosulkujen osalta sulakkeilla. Moottoreita ei ole tyyppitestattu kyseiseen käyttöön. Moottoreita suojaavat ylikuormittumiselta termistorireleet, jotka saavat tiedon suoraan moottoreiden käämeiltä. Tieto moottoreiden lämpötilasta menee termistoreilta taajuusmuuttajalle, joka on ohjelmoitu niin, että moottorin lämpötilan noustessa yli sallitun arvon taajuusmuuttaja katkaisee sähkömoottoria syöttävän virtapiirin. Metanolipumppuhuoneen sähkömoottorit täyttävät sähköisen suojauksen vaatimukset.

Metanolipumppuja syöttävät kaapelit on liitetty sähkömoottoriin tiiviisti metallisilla kaapeliläpiviennillä. Kaapeliläpiviennit vastaavat sähkömoottorin räjähdysuojarakennetta ja ovat vaatimukset täyttäviä. Metanolipumppuissa on pysyvä merkintä, joka määrittää syöttöpisteen.

16.2 Lämpöpatteri

Metanolipumppuhuoneessa on yksi sähkökäyttöinen lämpöpatteri. Patterin teho on 1 000 wattia ja se toimii 230 voltin jännitteellä (AC). Patterin kyljessä on kuvan 10 mukainen merkintä.



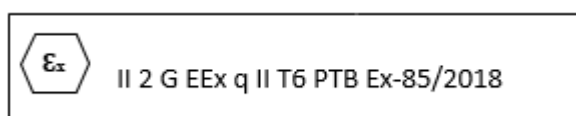
Kuva 10. Metanolipumppuhuoneen lämpöpatterin Ex-merkintä.

Lämpöpatterin laiteryhmä tunnus (II) ja laiteluokka (2G) ovat pumppuhuoneen tilaluokitukseen sopivat. Lämpöpatteri on räjähdysuojusrakenteeltaan räjähdyspaineen kestävä (de). Myös räjähdysryhmä (IIC) ja lämpötilaluokka (T3) ovat metanolipumppuhuoneen vaatimuksiin sopivat.

neeseen sopivat. Patterille löytyy sertifikaatti ja sen arvokilvessä on CE-merkintä, valmistajan nimi, tyyppimerkintä, sarjanumero sekä sertifikaattitunnus. Lämpöpatterin arvokilvestä laiteryhmän ja laiteluokan tunnukset ovat kuluneet, mutta tarvittavat tiedot löytyvät internetistä tyyppimerkinnän avulla (RH4 Finned tube heater 2013). Lämpöpatterin arvokilvestä voidaan todeta, että sen Ex-tiedot ovat metanolipumppuhuoneen tilaluokituksen vaatimukset täyttäviä.

Sähköinen suojaus on toteutettu sulakelähdöllä ilman vikavirtasuojaa, mutta sitä ei tarvitse lisätä patterin syöttöpiiriin, sillä sähköinen suojaus on toteutettu vanhojen määräysten mukaisesti, jolloin vikavirtasuojaa ei erikseen vaadittu. Patteriin ei ole merkitty pysyvällä tavalla sen syöttöpiiriä.

Lämpöpatteria ohjataan termostaatilla, joka on sijoitettu metanolipumppuhuoneeseen. Termostaatista puuttuivat merkinnät laiteryhmästä ja laiteluokasta, mutta tunnukset löytyvät internetistä termostaatin tyyppinumeron avulla (TR1 Temperature regulator 2013). Muut tarvittavat laitemerkinnät löytyvät termostaatin kannesta. Termostaatin Ex-merkintä näkyy kuvassa 11.



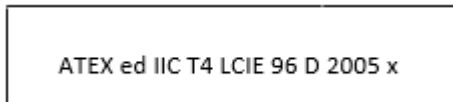
Kuva 11. Lämpöpatterin termostaatin Ex-tiedot.

Termostaatissa on räjähdysuojauksen erityismerkintä ja sitä seuraa merkki II, joka kertoo, että laite on soveltuva käytettäväksi muualla kuin kaivoksissa. Termostaatti on soveltuva metanolipumppuhuoneen tilaluokkaan 1, koska siitä löytyy laiteluokan merkintä 2G. Termostaatti omaa hiekkatäytteisen rakenteen (q) ja tilaan soveltuvan räjähdysryhmän (II). Myös termostaatin lämpötilaluokka (T6) on tilaluokituksen mukainen. Termostaatista löytyy CE-merkintä, sertifikaatti ja sertifikaattitunnus. Lämpöpatterin termostaatista löytyvien tietojen perusteella voidaan todeta, että termostaatin Ex-merkinnät ovat metanolipumppuhuoneen tilaluokituksen vaatimukset täyttäviä.

Termostaatti on suojattu oikosululta sulakelähdöllä ja termostaatin kytkentäkotelon läpivienttiiviste on räjähdysvaarallisten tilojen vaatimalla tasolla. Termostaatista puuttuu merkintä, joka määrittää syöttöpisteen.

16.3 Valaisimet

Metanolipumppuhuoneessa on kaksi valaisinta, jotka ovat vanhojen standardien mukaisia ja tämän vuoksi niiden merkinnät poikkeavat nykyisistä merkintätavoista. Kuvassa 12 näkyy valaisimien Ex-merkintä.



Kuva 12. Metanolipumppuhuoneen valaisimien Ex-tiedot.

Valaisimen Ex-tiedoista löytyy sertifikaattitunnus LCIE 96 D 2005 x. Valaisin omaa varmennetun suojausrakenteen (e) ja se on tarkoitettu räjähdysryhmään IIC. Valaisimesta löytyy myös CE-merkintä ja valmistaja. Valaisimen Ex-tiedot eivät ole nykyisten standardien vaatimalla tasolla, mutta valaisimia ei tarvitse vaihtaa, koska ne ovat asennettu vanhojen standardien voimassa ollessa ja niiden Ex-tiedot vastaavat metanolipumppuhuoneen vaatimuksia.

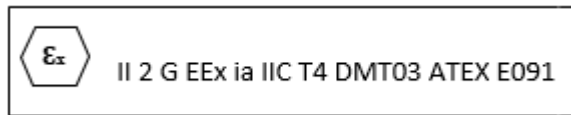
Valaisimet on suojattu oikosuluilta sulakelähdöllä. Valaisimia ohjataan kytkimellä, joka katkaisee lamppuja syöttävän sähköä. Valaisimien kytkin sijaitsee tilaluokitellun alueen ulkopuolella. Valaisimien sähköinen suojaus on tilaluokituksen vaatimalla tasolla. Kaapeleiden läpiviennit valaisimiin ovat metanolipumppuhuoneen tilaluokkaan soveltuvat ja valaisimien räjähdyssoojausrakenteen mukaiset. Laitteesta ei löydy pysyvää merkintää sen syöttöpisteestä.

16.4 Metanolipumppuhuoneen luonnostaan vaarattomat laitteet

HSY:llä on metanolipumppuhuoneen luonnostaan vaarattomista laitteista ja niiden energiarajoitetuista liitännäislaitteista taulukko, josta selviää luonnostaan vaarattomien laitteiden ja niiden liitännäislaitteiden Ex-tiedot, laitevalmistaja ja sertifikaattitunnus.

16.4.1 Metanolin ja veden virtausanturit

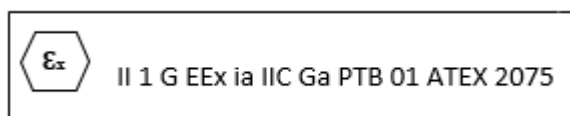
Metanolipumppuhuoneessa on kymmenen metanolin virtausanturia ja kymmenen veden virtausanturia. Tilan kaikki virtausanturit ovat keskenään identtisiä. Virtausantureiden Ex-tiedot näkyvät kuvassa 13.



Kuva 13. Metanolipumppuhuoneen metanolin ja veden virtausantureiden Ex-tiedot.

Metanolipumppuhuoneen virtausantureiden Ex-tiedoista löytyvät räjähdysuojauksen erityismerkintä, virtausmittareiden laiteryhmän tunnus (II), laiteluokka (2G), luonnostaan vaarattoman räjähdysuojaurakenteen tunnus (ia), räjähdysryhmä (IIC) ja lämpötilaluokka (T4). Laitteille löytyy sertifikaatit, ja Ex-tiedoissa näkyy virtausantureiden sertifikaattitunnus DMT03 ATEX E091. Ex-laitetiedot ovat metanolipumppuhuoneen tilaluokituksen vaatimukset täyttäviä. Metanolipumppuhuoneen metanolin ja veden virtausanturit on merkitty selkeästi ja niistä voidaan määrittää virtausantureiden syöttöpiiste. Virtausantureista löytyvät CE-merkintä ja valmistajan tiedot.

Metanolin ja veden virtausanturit on suojattu galvaanisilla erottimilla. Kaikki erottimet ovat identtisiä, ja ne sijaitsevat sähkötilassa tilaluokittelemattomalla alueella. Galvaanisten erottimien Ex-tiedot näkyvät kuvassa 14.



Kuva 14. metanolin ja veden virtausantureiden galvaanisten erottimien Ex-tiedot.

Galvaanisten erottimien Ex-tietojen perusteella voidaan todeta, että ne ovat räjähdysuojaukseltaan sopivia metanolipumppuhuoneen veden ja metanolin virtausantureille. Laitteille löytyy sertifikaatit ja Ex-tiedoissa näkyy galvaanisten erottimien sertifikaattitunnus PTB 01 ATEX 2075. Galvaaniset erottimet on merkitty selkeästi, ja niistä pystyy helposti tulkitsemaan, mitä virtausanturia ne syöttävät.

Exi-piireissä on myös varmistettava, että metanolin ja veden virtausmittareiden syöttöjännitteen U_i , syöttövirran I_i ja syöttötehon P_i arvojen on oltava suurempia tai yhtä suuria kuin galvaanisten erottimien arvot U_o , I_o ja P_o . Taulukossa 6 esitetään virtausmittareiden ja galvaanisten erottimien vertailu.

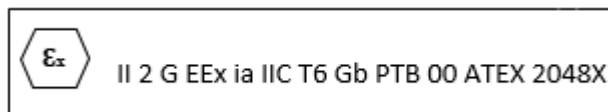
Taulukko 6. Metanolin ja veden virtausanturien ja galvaanisten erottimien jännitteen, virran ja tehon vertailu.

Veden tai metanolin virtausanturi	virtausanturin galvaaninen erotin
$U_i = 16 \text{ V}$	$U_o = 15.8 \text{ V}$
$I_i = 100 \text{ mA}$	$I_o = 84 \text{ mA}$
$P_i = 680 \text{ mW}$	$P_o = 680 \text{ mW}$

Virtausanturien syöttöjännitteen U_i (16 V) ja syöttövirran I_i (100 mA) arvot ovat suurempia kuin galvaanisen erottimen jännite U_o (15,8 V) ja virta I_o (84 mA). Virtausantureiden ja galvaanisten erottimien tehoarvot ovat yhtä suuret. Taulukon 6 tietojen perusteella galvaaniset erottimet ovat sähköisiltä arvoiltaan sopivia veden ja metanolin virtausantureiden kanssa.

16.4.2 Kalvopaineanturit

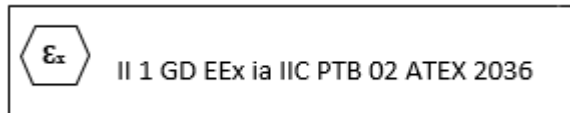
Metanolipumppuhuoneessa on kalvopaineanturi jokaista metanolipumppua kohden, eli antureita on yhteensä kymmenen. Kalvopaineantureiden Ex-tiedot ovat kuvassa 15.



Kuva 15. Metanolipumppuhuoneen kalvopaineanturien Ex-tiedot.

Kalvopaineantureiden Ex-tietojen perusteella voidaan todeta, että ne ovat räjähdyssuojaukseltaan sopivia metanolipumppuhuoneeseen. Kalvopaineantureille löytyy sertifikaatti, joka on esitelty liitteessä 2. Kalvopaineantureissa on valmistajan tiedot, sertifikaattitunnus PTB 00 ATEX 2048X ja CE-merkintä. Kalvopaineanturit ovat merkitty numerotunnuksella, joka määrittää kalvopaineantureiden syöttöpisteen.

Kalvopaineanturit on suojattu galvaanisilla erottimilla. Kaikki kalvopaineantureita suojaavat galvaaniset erottimet ovat identtisiä, ja ne sijaitsevat sähkötilassa tilaluokittelemattomalla alueella. Kalvopaineantureiden galvaanisten erottimien Ex-tiedot esitetään kuvassa 16.



Kuva 16. Kalvopaineantureiden galvaanisten erottimien Ex-tiedot

Galvaanisten erottimien Ex-tietojen perusteella voidaan todeta, että ne ovat räjähdysuojaukseltaan sopivia metanolipumppuhuoneen kalvopaineantureille. Galvaanisille erottimille löytyy sertifikaatti ja niiden Ex-tiedoissa näkyy sertifikaattitunnus PTB 02 ATEX 2036. Kalvopaineantureiden syöttöjännitteen U_i , syöttövirran I_i ja syöttötehon P_i sekä galvaanisten erottimien jännitteen U_o , virran I_o ja tehon P_o vertailu näkyy taulukossa 7.

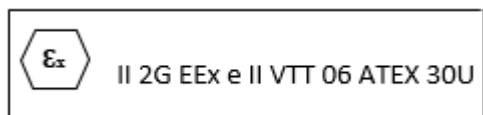
Taulukko 7. Kalvopaineantureiden ja niiden galvaanisten erottimien tehon, virran ja jännitteen vertailu

Kalvopaineanturi	Kalvopaineanturin galvaaninen erotin
$U_i = 16 \text{ V}$	$U_o = 10,5 \text{ V}$
$I_i = 25 \text{ mA}$	$I_o = 13 \text{ mA}$
$P_i = 34 \text{ mW}$	$P_o = 34 \text{ mW}$

Taulukosta 7 näkyy, että kalvopaineanturien syöttöjännite U_i , syöttövirta I_i , syöttöteho P_i ovat suurempia tai yhtä suuria, kuin galvaanisten erottimien sähköiset arvot. Galvaaniset erottimet ovat siis sopivia kalvopaineantureille.

16.4.3 Exi-piirien kotelot

Metanolipumppuhuoneessa on kolme koteloa ja ne kuuluvat Exi-piireihin. Koteloiden sisällä on riviliittimiä, joihin tuodaan tiedot virtausmittareilta ja kalvopaineantureilta. Kotelon Ex-tiedot näkyvät kuvassa 17.

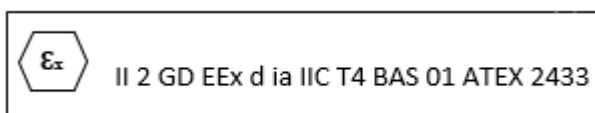


Kuva 17. Virtausmittareiden ja kalvopaineantureiden riviliittimien kytkentäkotelon Ex-tiedot.

KytKentäkotelot ovat räjähdysuojaukseltaan riittäviä, koska kotelot sisältävät pelkääntään luonnostaan vaarattomien Exi-piirien laitteita ja Exi-piirit on suojattu siten, että sähköinen energia pysyy riittävän alhaisena, eikä räjähdysvaarallisessa ympäristössä tapahdu syttymistä. Kotelosta löytyy myös valmistaja, sertifikaatti ja sertifikaattitunnus. Koteloiden riviliittimien syöttöpisteet on merkitty koteloiden kansiin. Koteloiden läpivientitiivistykset ovat nykyisten räjähdysuojaus vaatimusten mukaisia ja täyttävät koteloiden Ex-rakenteen vaatimukset.

16.5 Kaasuhälytint

Metanolipumppuhuoneessa on kaasuhälytint ja sen arvokilvestä löytyvät kuvan 18 mukaiset Ex-tiedot.

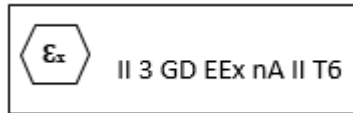


Kuva 18. Metanolipumppuhuoneen kaasuhälyttimien Ex-tiedot.

Kaasuhälyttimien Ex-tiedoista näkyy, että se kuuluu laiteluokkaan 2G, joten se on sopiva tilaluokkaan 1. Kaasuhälytint omaa räjähdyspaineenkestävän rakenteen (d) ja luonnostaan vaarattoman rakenteen (ia), sen lämpötilaluokka (T4) on oikea metanolipumppuhuoneeseen ja kaasuhälyttimien räjähdysryhmä (IIC) on tilaluokan vaatimusten mukainen. Kaasuhälyttimien Ex-laitetiedot vastaavat metanolipumppuhuoneen tilaluokituksen vaatimuksia. Kaasuhälyttimelle löytyy sertifikaatti ja hälyttimien arvokilvestä löytyy tyyppimerkintä, sertifikaattitunnus, valmistaja sekä CE-merkintä. Kaasuhälytintä syötetään viereisestä sähkötilasta tasasähköllä (DC), jonka suuruus on 24 voltia.

16.6 Lämpötila-anturi

Metanolipumppuhuoneessa on lämpötila-anturi, jonka kotelo on Ex-luokituksestaan kuvan 19 mukainen.



Kuva 19. Metanolipumppuhuoneen lämpötila-anturin kotelon Ex-tiedot.

Lämpötila-anturin kotelon Ex-tiedot vastaavat metanolipumppuhuoneen tilaluokituksen vaatimuksia, koska lämpötilamittari sijaitsee 1,5 metrin päässä pumppuhuoneen ovesta ja tämä alue on tilaluokkaa 2. Lämpötila-anturin kotelo on siis räjähdysuojaukseltaan oikeanlainen ja sen kannesta löytyy valmistaja, CE-merkintä ja tyyppitiedot. Kotelossa ei ole pysyvää merkintää sertifikaattitunnuksesta, mutta sertifikaatti löytyy internetistä (Technical data 2014). Lämpötila-anturin kotelon läpivientitiiviisteet ovat räjähdysuojaukseltaan nykyiset vaatimukset täyttävät. Lämpötila-anturista menee tieto ohjausyksikölle ja se sijaitsee sähkötilassa, joka ei ole räjähdysvaarallinen tila.

16.7 Kaapelointi

Metanolipumppuhuoneen kautta kulkevat johtojärjestelmät vastaavat räjähdysvaarallisen tilan vaatimuksia. Kaapeleita ei ole jatkettu metanolipumppuhuoneessa. Käytössä olevat kaapeleiden läpivientiaukot ovat tiiviit, eikä tilaluokitellulla alueella ole käyttämättömiä läpivientiaukkoja.

Metanolipumppuhuoneessa ei-mekaanista suojaa omaavat Exi-piirin kaapelit on merkitty vaaleansinisellä värillä ja ne ovat erillään muista kaapeleista. Metanolipumppuhuoneessa on myös mekaanisella suojalla varustettuja Exi-piirin kaapeleita. Kaapelit tulevat tilaan samasta läpivientiaukosta ei-energiarajoitettujen piirien kanssa. Mekaanisella suojalla varustetut Exi-kaapelit täyttävät nykyiset räjähdysuojaus vaatimukset.

16.8 Suojamaadoitus ja potentiaalitasaus

Metanolipumppuhuoneessa käytetään TN-S-järjestelmää, ja vaadittavien sähkölaitteiden jännitteelle alttiit osat on suojamaadoitettu. Metanolipumppuhuoneen potentiaalitasaus on tehty räjähdysvaarallisen tilaluokan vaatimusten mukaisesti. Potentiaalitasausjärjestelmään on liitetty kaikki jännitteelle alttiit johtavat osat ja mittaamalla on todettu, että kaikki osat ovat alle yhden ohmin johtavuudessa toisiinsa. Kalvopaine- ja virtausantureiden galvaanisia erottimia ei ole liitetty maadoitusjärjestelmään.

16.9 Metanolipumppuhuoneen dokumentointi

Suomenojan jätevedenpuhdistamolta löytyy metanolipumppuhuoneen taso- ja leikkauspiirustukset. Taso- ja leikkauspiirustuksista ilmenee metanolipumppuhuoneen tilaluokat ja niiden laajuudet. Metanolipumppuhuone on merkitty taso- ja leikkauspiirustuksiin SFS-standardien suosittelemalla tavalla. Metanolipumppuhuoneen ovesa on räjähdysvaarallisten tilojen vaatimukset täyttävä varoituskyltti. Suomenojan jätevedenpuhdistamolta löytyvät kopiot metanolipumppuhuoneen aikaisemmista tarkastuksista ja mittauksista.

Suomenojan jätevedenpuhdistamolla on käytössä Artturi-niminen tietokoneohjelma, joka sisältää tietoja jätevedenpuhdistamon laitteista. SFS-standardeissa vaaditut metanolipumppuhuoneen laitetiedot, kuten laitteiden räjähdysryhmä, lämpötilaluokka ja räjähdysuojaustaso ovat kirjattu Artturiin. Lisäksi metanolipumppuhuoneen Exi-piirien laitteista löytyy taulukko, jossa on lueteltuna laitteiden Ex-tiedot. Taulukosta löytyy myös SFS-standardien vaatimat Exi-laitteen ja sen liitännäislaitteen tehon, virran ja jännitteen vertailut.

Suomenojan jätevedenpuhdistamolta löytyy räjähdysuojausasiakirja, ja se sisältää palavaksi nesteeksi luokitellun metanolin tarkemmat tiedot, kuten itsesyttymislämpötilan, räjähdysryhmän ja lämpötilaluokan. Räjähdysuojausasiakirjasta löytyy metanolipumppuhuone ja sen tilaluokitus sekä tilaluokituksen laajuus. Räjähdysuojausasiakirjassa on lueteltu myös toimenpiteitä, joita jätevedenpuhdistamolla käytetään räjähdysuojaukseen.

17 Yhteenveto

Insinööriyössä kartoitettiin Suomenojan jätevedenpuhdistamon metanolipumppuhuone niin, että HSY sai tiedon, ovatko tilan sähkölaitteet ja dokumentointi nykyisten räjähdysuojusvaatimusten mukaisia. Lisäksi tavoitteena oli, että HSY voisi soveltaa työni tuloksia muihinkin Ex-tiloihin.

Työni perustui voimassa oleviin ATEX-direktiiveihin ja standardeihin, joista pyrin keräämään ja tiivistämään oleellisen tiedon tietoperustaksi työlleni. Kartoitus Ex-tilaksi luokitellusta metanolipumppuhuoneesta, sen sähkölaitteista ja dokumentoinneista tehtiin tämän tietoperustan pohjalta. Kävin läpi kaikki metanolipumppuhuoneen sähkölaitteet ja tarkistin, olivatko ne nykyisten räjähdysuojusvaatimusten mukaisia. Tarkistin myös sähkölaitteiden ja metanolipumppuhuoneen dokumentoinnin ja vertasin sitä nykyisiin räjähdysvaarallisten tilojen vaatimuksiin.

Koin hieman haastavaksi kerätä oleellisen tiedon ATEX-direktiiveistä ja standardeista tietoperustaksi työlleni, koska kyseinen aihealue oli laaja. Ongelmia tuotti myös muutamien iäkkäämmän sähkölaitteen merkinnät, jotka olivat vanhojen ATEX-direktiivien ja standardien mukaisia. Oli haastavaa löytää tietoa, täyttivätkö nämäkin sähkölaitteet nykyiset räjähdysvaarallisen tilan vaatimukset.

Työni tavoitteet saavutettiin ja HSY sai työstäni odotustenmukaisen kartoituksen siitä, olivatko metanolipumppuhuoneen sähkölaitteet ja dokumentointi nykyisten räjähdysuojusvaatimusten mukaisia. Liitteestä 3 löytyy taulukko, jossa esitellään kaikkien metanolipumppuhuoneessa käytettyjen sähkölaitteiden Ex-tiedot. Lisäksi työssäni selitetyt Ex-laitteiden merkinnät helpottavat muidenkin Ex-tilojen laitteiden tulkintaa. HSY voi myös käyttää työni tietoperustana käytettyä tiivistelmää ATEX-direktiiveistä ja standardeista muiden Ex-tilojen kartoitukseen.

Lähteet

Luettelo yleisimmistä palavista nesteistä. 1999. Verkkodokumentti. Tukes. <http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/7_99.pdf>. Päivitetty 21.10.2010. Luettu 14.2.2017.

Ova-ohje metanoli. 2017. Verkkodokumentti. Työterveyslaitos. <<https://partner.ttl.fi/ova/metanoli.pdf>>. Päivitetty 31.1.2017. Luettu 14.2.2017

RH4 Finned tube heater. 2013. Verkkodokumentti. Stahl Electromach. <http://www.electromach.nl/uploads/media/ElmessOverzicht-Rev02_06.pdf>. Päivitetty 31.7.2013. Luettu 14.2.2017.

SFS-käsikirja 604-2. 2009. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto

SFS-käsikirja 604-1. 2010. Räjähdyksvaaralliset tilat. Osa 1: Määräykset, tilaluokitus ja sähkölaitteiden rakenteet. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Technical data. 2014. Verkkodokumentti. Hensel. <<http://www.hellermannntyton.se/site/binaries/content/assets/downloads/se/hensel/teknite-data.pdf>>. Päivitetty 6.3.2014. Luettu 12.2.2017

TR1 Temperature regulator. 2013. Verkkodokumentti. Stahl Electromach. <http://www.electromach.nl/uploads/media/ElmessOverzicht-Rev02_06.pdf>. Päivitetty 31.7.2013. Luettu 14.2.2017.

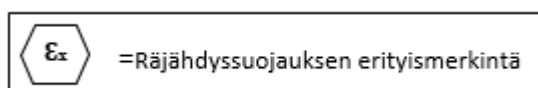
Esimerkki Ex-valaisimen merkinnöistä

Ex-laitteet on merkittävä räjähdysvaarallisten tilojen vaatimusten mukaisesti. Kuvassa 1 on esimerkki Ex-tiloihin soveltuvan valaisimen merkinnästä. (SFS-604-1 2010: 286.)



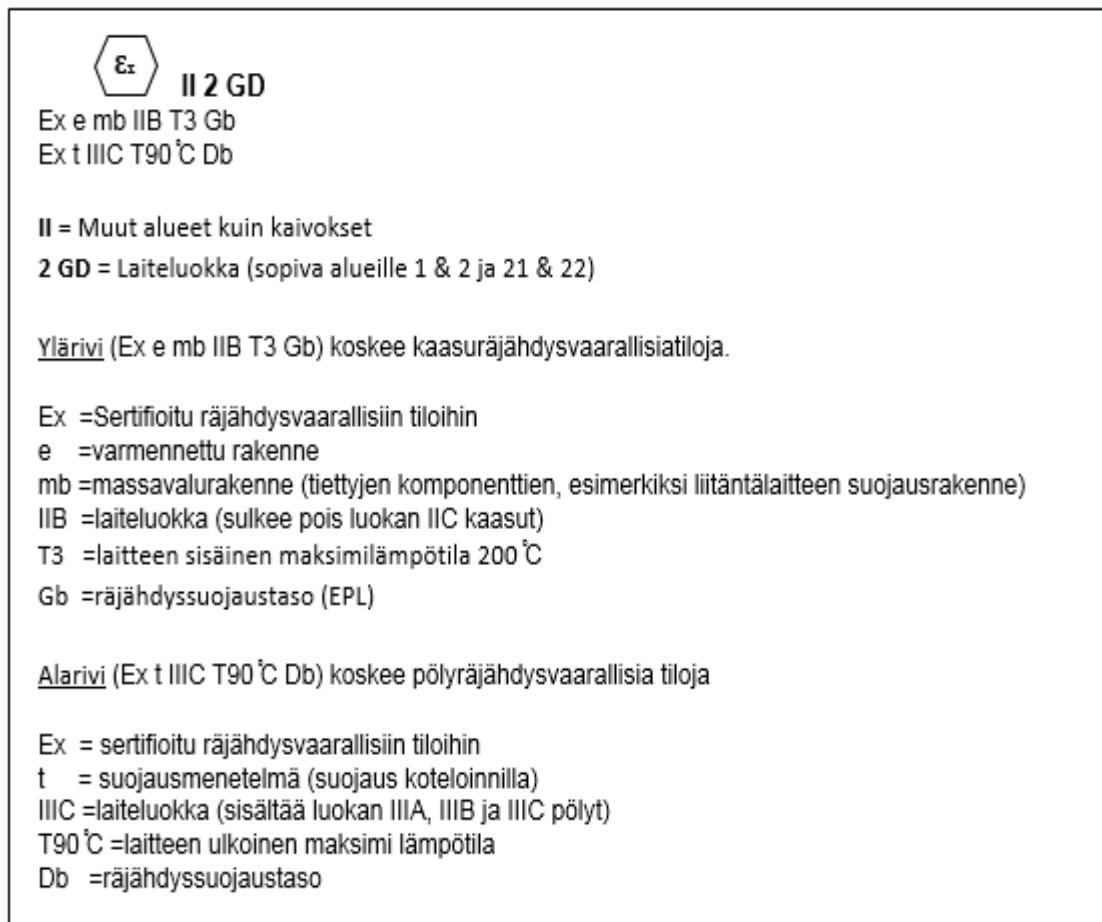
Kuva 1. Ex-tiloihin soveltuvan valaisimen merkintä (SFS-604-1 2010: 286).

Valaisimen merkinnöistä löytyy CE-merkki ja valaisimen valmistaja Centaurea Oy. Valaisimesta löytyy myös kuvan 2 mukainen räjähdyssuojauksen erityismerkintä, joka kertoo, että laite on sertifioitu räjähdysvaarallisiin tiloihin ATEX-direktiivin mukaan. (SFS-604-1 2010: 20, 286.)



Kuva 2. Räjähdyssuojauksen erityismerkintä (SFS-604-1 2010: 20).

Lisäksi valaisimen merkinnästä löytyy kuvan 3 mukaiset Ex-tiedot, kuten laiteluokka, laiteryhmä, lämpötilaluokat ja räjähdyssuojaurakenteet. Kuvassa 3 on myös selitetty Ex-merkintöjen vastaavuudet.





Kuva 3. Valaisimen Ex-merkinnät ja niiden vastaavuudet (SFS-604-1 2010: 20, 286).

Kuvasta 3 löytyvä Ex-merkintä (sertifioitu räjähdysvaarallisiin tiloihin) on uusi merkintätapa, vanha merkintätapa oli EEx. Valaisimen merkinnöistä löytyy myös sertifikaattitunnus VTT 08 ATEX 066. Valaisimen merkinnät ovat räjähdysvaarallisten laitteiden vaatimusten mukaisia.

Kalvopaineanturin sertifiikaatti

Räjähdyksvaarallisissa tiloissa käytettäviltä Ex-laitteilta vaaditaan sertifiikaatti tai sen tunnus. Suomenojan jätevedenpuhdistamon metanolipumppuhuoneessa käytettävän kalvopaineanturin laitetyyppi on NJ 1,5-8 GM-N ja sen sertifiikaatti esitetään kuvassa 1.

<p>Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin</p>	
	
<p>(1) EC-TYPE-EXAMINATION CERTIFICATE (Translation)</p>	
<p>(2) Equipment and Protective Systems Intended for Use in Potentially Explosive Atmospheres - Directive 94/9/EC</p> <p>(3) EC-type-examination Certificate Number:</p>	
<p>PTB 00 ATEX 2048 X</p>	
<p>(4) Equipment: Cylindrical inductive sensors, types NC... and NJ...</p> <p>(5) Manufacturer: Pepperl + Fuchs GmbH</p> <p>(6) Address: D-68307 Mannheim</p> <p>(7) This equipment and any acceptable variation thereto are specified in the schedule to this certificate and the documents therein referred to.</p> <p>(8) The Physikalisch-Technische Bundesanstalt, notified body No. 0102 in accordance with Article 9 of the Council Directive 94/9/EC of 23 March 1994, certifies that this equipment has been found to comply with the Essential Health and Safety Requirements relating to the design and construction of equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres, given in Annex II to the Directive.</p> <p>The examination and test results are recorded in the confidential report PTB Ex 00-29206.</p> <p>(9) Compliance with the Essential Health and Safety Requirements has been assured by compliance with:</p>	
<p>EN 50014:1997 EN 50020:1994</p>	
<p>(10) If the sign "X" is placed after the certificate number, it indicates that the equipment is subject to special conditions for safe use specified in the schedule to this certificate.</p> <p>(11) This EC-type-examination Certificate relates only to the design and construction of the specified equipment in accordance with Directive 94/9/EC. Further requirements of this Directive apply to the manufacture and supply of this equipment.</p> <p>(12) The marking of the equipment shall include the following:</p>	
<p> II 2 G EEx ia IIC T6</p>	
<p>Zertifizierungsstelle Explosionsschutz By order:</p> <p> Dr.-Ing. U. Johannsmeyer Regierungsdirektor</p>	<p>Braunschweig, September 26, 2000</p>
	
<p>sheet 1/5</p>	
<p>EC-type-examination Certificates without signature and official stamp shall not be valid. The certificates may be circulated only without alteration. Extracts or alterations are subject to approval by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt. In case of dispute, the German text shall prevail.</p>	
<p>Physikalisch-Technische Bundesanstalt • Bundesallee 100 • D-38116 Braunschweig</p>	

Kuva 1. Kalvopaineanturin sertifiikaatti

Metanolipumppuhuoneen sähkölaitteiden Ex-tiedot

Metanolipumppuhuoneessa on käytetty räjähdysvaarallisiin tiloihin tarkoitettuja sähkölaitteita. Taulukossa 1 näkyy kaikkien metanolipumppuhuoneessa käytettyjen sähkölaitteiden Ex-tiedot.

Taulukko 1. Metanolipumppuhuoneen sähkölaitteiden Ex-tiedot

Laite	Ex-tiedot
Metanolipumput	Ex II 2 G EEx de IIC T4 PTB 99 ATEX 1051
Lämpöpatteri	Ex II 2 G EEx de IIC T3 PTB Ex-84/1148
Lämpöpatterin termostaatti	Ex II 2 G EEx q II T6 PTB Ex-85/2018
Valaisimet	ATEX ed IIC T4 LCIE 96 D2005 x
Metanolin ja veden virtausanturit	Ex II 2 G EEx ia IIC T4 DMT03 ATEX E091
Metanolin ja veden virtausantureiden galvaanisets erottimet	EX II 1 G EEx ia IIC Ga PTB 01 ATEX 2075
Kalvopaineanturit	Ex II 2 G EEx ia IIC Gb PTB 00 ATEX 2048X
Kalvopaineantureiden galvaanisets erottimet	Ex II 1 GD EEx IIC PTB 02 ATEX 2036
Exi-piirien kotelot	Ex II 2 G EEx e II VTT 06 ATEX 30U
Kaasuhälytint	Ex II GD EEx d ia IIC T4 BAS 01 ATEX 2433
Lämpötila-anturi	Ex II 3 GD EEx nA II T6