

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Janne Vakkari

SÄILIÖLOHKON TUNNISTUS RFID-TEKNIIKALLA

Opinnäytetyö 2010

## TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

VAKKARI, JANNE

Opinnäytetyö

Työn ohjaajat

Toimeksiantaja

Maaliskuu 2010

Avainsanat

Säiliölohkon tunnistus RFID-tekniikalla

40 sivua + 9 liitesivua

Laboratorioinsinööri Vesa Kankkunen

Insinööri Jyri Värri

Oy Teboil Ab, Haminan terminaali

etätunnistus, räjähdysvaarallinen tila, RFID

Öllyterminaaleissa lastataan polttonesteitä ajoneuvoyhdistelmiin. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä selvitys RFID-tekniikan soveltuvuudesta lastausvarsien automaattiseen tunnistukseen. Tunnistuksen kohteena oli lastausvarsi ja säiliölohko. Oikealla tunnistuksella varmistetaan lastaussuunnitelman mukainen tankkaus.

Tutkimus tehtiin tutustumalla räjähdysvaarallisen tilan ATEX-direktiiviin. Räjähdysvaarallisen tilan instrumentoinnissa on tärkeää huolehtia laitteiston sopivuus käyttökohteessa. Alueen tilaluokka määrittää sinne soveltuvan laitteiston vaatimukset. Selvityksen lähtökohtana oli suunnitella kestävä ja helppokäyttöinen tunnistusjärjestelmä. Tunnistusjärjestelmä valittiin vertailemalla erilaisia teknisiä vaihtoehtoja. Eri vaihtoehtoina toimivat viivakoodi, konenäkö ja RFID-tekniikka.

Tunnistustekniikaksi valittiin RFID. Tekniikkaa ei ole aiemmin käytetty säiliölohkon tunnistamiseen. Tutkimuksen perusteella tehdään päätös mahdollisesta laitteiston rakentamisesta. Laitteiston toimintaa seurataan ennen täysimittaista käyttöönottoa.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Automation Engineering

VAKKARI, JANNE

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2010

Keywords

RFID Identification of a Tank Block

40 pages + 9 pages of appendices

Kankkunen Vesa, M.Sc. (Tech)

Värri Jyri, M.Sc. (Tech)

Oy Teboil Ab, Haminan terminaali

remote identification, explosive atmosphere, RFID

In oil terminals loading fuel into truck tanks takes place. The aim of the Bachelor's thesis work was examine the suitability of the RFID technology for automatic identification of loading booms and tank blocks. The identification confirms the right connection of the loading boom.

The report is based on the study of the explosive atmosphere ATEX directives. It is important to make sure that the devices are suitable for the place where they are installed. Ex zone defines the rules for devices that are allowed to be placed in the area. The aim of the study was design a durable and easy identification system. The technology for the system was chosen by comparing different options. The different options were bar code, machine vision and RFID technology.

The RFID technology was the chosen for the identification. It is the first time to use the technology for the identification of a tank block. The eventual decision to construct the equipment will be made based on the results of this study. The system's operational stability will be followed up before its full -scale -commissioning.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## LYHENTEET

1	JOHDANTO	8
2	RFID-TEKNIIKAN PERUSTEET	8
	2.1 Taajuusalueet	9
	2.2 Tunnisteet	10
	2.2.1 Aktiivinen tunniste	10
	2.2.2 Puolipassiivinen tunniste	11
	2.2.3 Passiivinen tunniste	11
	2.3 Tunnisteiden muistit	13
	2.4 Lukijalaitteet	14
	2.5 EPCGlobal	16
3	RFID-SOVELLUKSET	17
	3.1 Logistiikka	17
	3.2 Anturin ja tunnisteiden yhdistelmä	18
	3.3 Kulunvalvonta	18
	3.4 Säiliölohkon tunnistus	19
4	VERTAILU MUIHIN TUNNISTUSJÄRJESTELMIIN	19
5	RÄJÄHDYSVAARALLINEN TILA	20
	5.1 Standardit	20
	5.2 Tilaluokat	21
	5.3 Laiteluokat	23
	5.4 Syttymisryhmät	23
	5.5 Räjähdyssuojusrakenteet	24
	5.6 Räjähdyssvaarallisten tilojen laitteiden merkinnät	26
	5.7 Räjähdyssuojasiasiakirja ja Ex-alueen dokumentointi	27
6	TOIMINTAYMPÄRISTÖN KUVAUS	28

6.1 VRU-Järjestelmä	29
7 TUNNISTUKSEN TARKOITUS	29
7.1 Häiriöiden kartoitus	30
7.2 Tiedonsiirto tunnistusjärjestelmään	31
8 TUNNISTUSJÄRJESTELMÄ	31
8.1 Tunnistusjärjestelmän komponentit	31
9 LAITETESTAUS	35
9.1 Tunnisteen sijoitus	36
9.2 Antennin sijoitus	37
10 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39
LIITTEET	
Liite 1. Räjähdyksvaarallisen tilan standardit	
Liite 2. Räjähdyssuojausasiakirjan malli	
Liite 3. Tunnistusjärjestelmän kaavio	

## LYHENTEET

ATEX	Atmospheres Explosives, räjähdysvaarallisessa tilassa käytettäviä laitteita koskeva lainsäädäntö ja standardointi
EAN	European Article Number, viivakoodistandardi
EPC	Electronic Product Code, sähköinen tuotenumero
EY	Euroopan yhteisö
FM	Frequency modulation, taajuusmodulaatio
HF	High Frequency, taajuusalue 13,56 MHz
IATA	International Air Transport Association , kansainvälinen ilmakuljetusliitto
ISO	International Organization of Standardization, kansainvälinen standardoimisjärjestö
LF	Low Frequency, taajuusalue 125 - 134 kHz
NFC	Near Field Communication, etätunnistustekniikka lyhyillä etäisyyksillä
RFID	Radio Frequency Identification , radiotaajuinen etätunnistus
RS485	Recommended Standard 485, differentiaalinen sarjaväylä
TAG	Tunniste
UHF	Ultra High Frequency, taajuusalue 860 - 930 MHz
UPC	Universal Product Code, viivakoodistandardi
VRU	Vapor Recovery Unit, polttoainehöyryjen talteenottoyksikkö

WORM Write Once Read Many, muistisiru jolle voidaan kirjoittaa vain kerran

YTE Ylitäytönestin

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella luotettava tapa tunnistaa ajoneuvoyhdistelmän säiliölohko ja siihen liitetty tankkausvarsi. Säiliölohkot ovat ajoneuvoyhdistelmän säiliöitä. Tunnistettavia lohkoja on kymmenissä ajoneuvoissa. Työn tavoitteena oli löytää sopiva vaihtoehto tunnistukselle. Tekniikaksi tunnistukseen valittiin RFID. Tekniikan etuna tässä tapauksessa on sen vaatima pieni kustannus tunnisteen sijoituksessa. Suunnittelun lähtökohtana oli helppokäyttöisyys ja toimintavarmuus. Valmiissa tunnistusjärjestelmässä ajoneuvon alatäyttöyhteen läheisyyteen asennetaan kiinteästi passiivinen tunniste. Lukijalaitteen antenni kiinnitetään lastausvarteen. Tunnistusjärjestelmästä on mahdollista tehdä pilottihanke, jolla seurataan laitteiston toimivuutta ja luotettavuutta.

Tunnistuksen tarkoituksena on varmistaa lastaussuunnitelman mukainen liitännä tankkauksen yhteydessä, jotta polttoneste ei menisi väärään säiliölohkoon. Lastausvarret ja lohkojen täyttöyhteet ovat mekaanisesti yhteensopivia, jolloin virheellinen kytkentä on mahdollinen. Tuotteiden sekoittuminen aiheuttaa kustannuksia myyntikelpoisen nesteen hävikkinä ja tyhjennykseen käytetyn ajan menettämisenä. Tunnistuksen tarkoitus on siis lisätä käyttöturvallisuutta ja vähentää kustannuksia, joita voi tapahtua virheellisestä täytöstä. Loppukäyttäjälle voi tulla suuria kuluja väärää polttoainetta käytettäessä.

## 2 RFID-TEKNIIKAN PERUSTEET

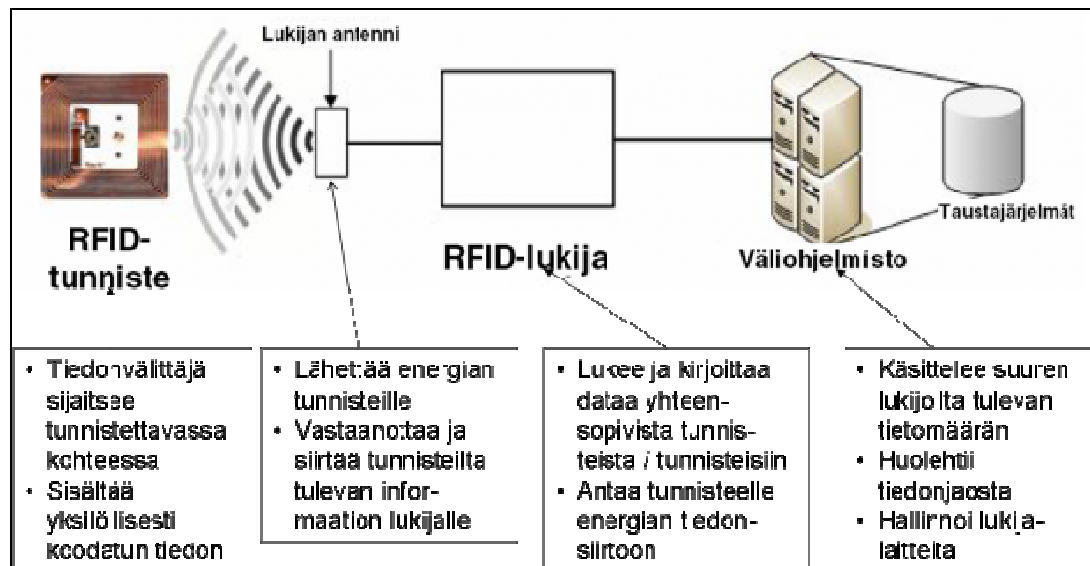
Lyhenne RFID tulee englannin kielen sanoista Radio Frequency Identification. Tekniikalla tarkoitetaan radioaalloilla tai magneettikentillä toimivaa tuotteen langatonta etätunnistusta. Radiotaajuudella toimiva tunnistus ei tarvitse suoraa näköyhteyttä tunnisteseen. Tunniste voidaan sijoittaa turvallisempaan paikkaan ja koteloida kestäväksi. Tunnistettava kappale voi olla melkein missä tahansa asennossa lukijalaitteeseen nähden. (1.)

Tunnistustekniikkaa verrataan usein viivakooditekniikkaan. Radiotaajuudella toimivat tunnisteen ovat kalliimpia kuin viivakoodit, joten viivakoodi tulee pysymään edullisten tuotteiden tunnistuksessa vielä pitkään. Radiotekniikalla tuote voidaan tunnistaa käyttötarkoituksen mukaan muutamasta sentistä satojen metrien päähän. Viivakoodin tunnistuksessa tarvitaan näköyhteys ja puhdas viivakoodi. Teollisuudessa viivakoodi



saattaa kuluja ja likaantua helposti käyttökelvottomaksi. RFID-tekniikalla voidaan tunnistaa useampi tunnistekerrallaan, eikä jokaista tuotetta tarvitse lukea erikseen viivakoodin avulla. (2.)

Järjestelmän pääosat ovat tunnistek, lukijalaitte ja taustajärjestelmä. Lukijalaitte voi lukea ja kirjoittaa tunnisteen tietoja. Tunnistek eli tagi sisältää yksilöllisen kiinteän sarjanumeron ja käyttäjän vapaasti muokattavan muistialueen. Tuotteeseen kiinnitettävä tunnistek kommunikoi langattomasti lukijalaitteen antennin välityksellä taustajärjestelmään. Taustajärjestelmä kirjaa ylös lukutapahtuman ja sovelluksesta riippuen suorittaa määriteltyjä toimenpiteitä. Tunnistuspaikalla voidaan kirjata tunnistustapahtuma ja lisätä sijaintiin tai valmistusvaiheeseen liittyviä tietoja suoraan tunnisteen muistiin tai taustajärjestelmään. Kuvassa 1 esitetään yksinkertainen tuotteentunnistus. (1.)



Kuva 1. Kuvassa lukijalaitteen antenni kommunikoi tunnisteen kanssa (1.).

## 2.1 Taajuusalueet

Tunnistekia on erilaisia käyttökohteen mukaan. Haluttu lukuetaisyys määrittää karkeasti sen tekniikan, jolla tunnistus tehdään. Matalia taajuuksia käytetään sovelluksissa, joihin riittää lyhyt lukuetaisyys. Suuremman lukuetaisyyden kohteissa käytetään korkeita taajuuksia. Toinen valintaan vaikuttava tekijä on käyttöympäristön rajoitukset. Tietyt taajuudet voivat olla kiellettyjä tai varattuja muuhun käyttöön paikallisella ta-

solla. Viestintävirasto määrittelee Suomessa käytettävät taajuusalueet ja lähetystehot. Taulukossa 1 esitetään RFID-tekniikoiden taajuusalueet. (3.)

Taulukko 1. RFID-tekniikan taajuusalueet. (4:46)

Tekniikka	Taajuus, Hz RFID
LF	125 - 134 kHz
HF	13,56 MHz
UHF	860 - 930 MHz
Mikroaalto	2,45 ja 5,8GHz

Pitkän kantoalueen tunnistuksessa käytetään mikroaalto ja UHF-tekniikkaa. Näin tunniste voidaan lukea jopa satojen metrien etäisyydellä lukijasta. Tämä tunnistustapa sopii ajoneuvojen tunnistukseen. (5.)

Lyhyen matkan tunnistuksessa käytetään HF- ja LF-tekniikan taajuusalueen laitteita. Lyhyen kantaman tunnistusta käytetään mm. kulunvalvonnassa, ajoneuvojen ajonestolaitteissa ja tämän opinnäytetyön tunnistussovelluksessa. (5.)

## 2.2 Tunnisteet

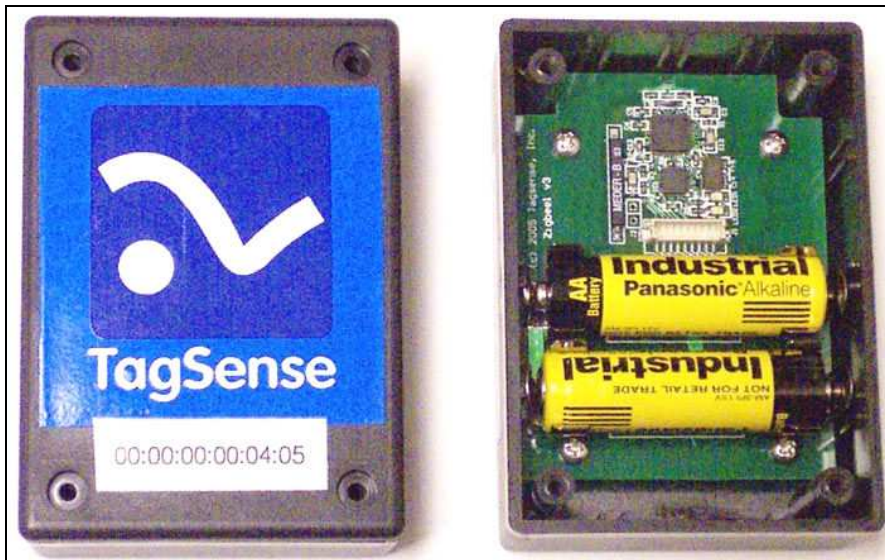
Tunnisteita on kahta eri päätyyppiä, aktiiviset ja passiiviset tunnisteet. Tunnisteista käytetään myös nimityksiä saattomuisti, inletti, älytarra ja transponder. Aktiivisissa tunnisteissa on oma virtalähde. Passiivisissa tunnisteissa ei ole omaa virtalähdettä, vaan se saa tarvittavan sähkötehon lukijalaitteen antennin muodostamasta sähkökentästä. Näiden lisäksi on olemassa puolipassiivisia tunnisteita, joissa on yhdistetty aktiivisen ja passiivisen muistin parhaita ominaisuuksia. (4:39)

### 2.2.1 Aktiivinen tunniste

Aktiivitunnisteen virtalähteenä toimii usein paristo tai ajoneuvon virtalähde. Tunnisteen koteloinnin tulee olla avattavissa paristonvaihtoa varten. Aktiiviset tunnisteet

ovat passiivitunnisteita suurempia ja niiden tunnistusetäisyys on suurempi. Virtalähteen ansiosta tunnisteseen voidaan sijoittaa enemmän toimintoja ja suurempi muisti. Tunnisteen muistia voidaan käyttää tuotteen lämpötilan seurantaan, jolloin siihen liitetään lämpötila-anturi. (4:40)

TagSense valmistaa tunnistimia, joiden tunnistusetäisyydeksi luvataan hyvissä olosuhteissa jopa 80 metriä. Kuvassa 2 TagSense ZT-100 -tunnistimen virtalähteenä toimii kaksi paristoa. (6.)



Kuva 2. Aktiivisten tunnisteen virtalähteenä käytetään usein paristoja.

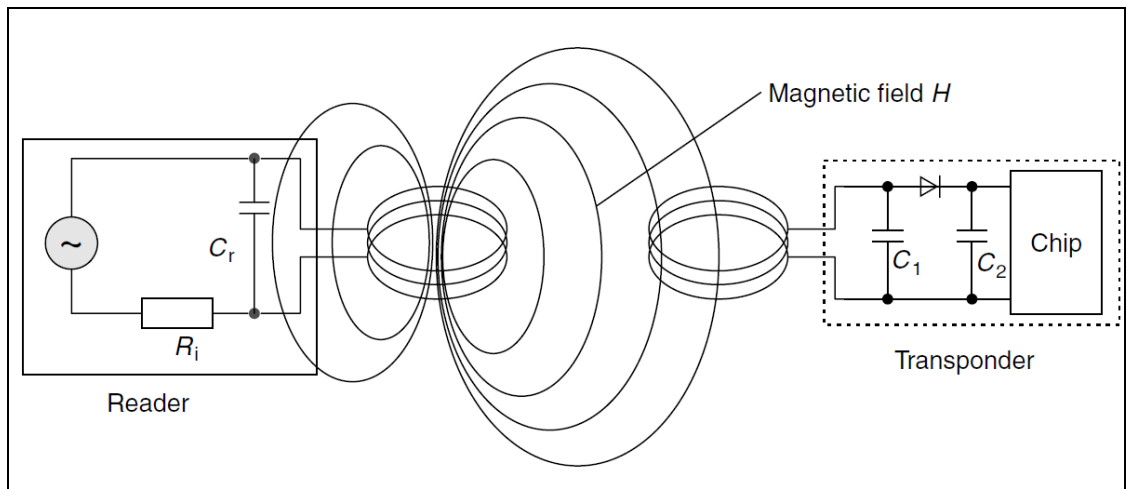
### 2.2.2 Puolipassiivinen tunniste

Puolipassiivinen tunniste eroaa aktiivisesta tunnistuksesta sillä, että laite sammutetaan silloin, kun sitä ei käytetä. Laite voidaan käynnistää langattomasti tai laitteessa olevalla virtakytkimellä. Virtalähteen käyttöikä kasvaa, kun laitetta käytetään vain luku- tai kirjoitustapahtuman aikana. Puolipassiivista tunnistetta käytetään myös silloin, kun halutaan hetkellisesti suurempi lähetysteho tunnistesta lukijalaitteelle. Tyypillinen käyttökohde puolipassiiviselle tunnistelle on ajoneuvojen avaimet. (7:42)

### 2.2.3 Passiivinen tunniste

Passiiviset tunnistet ovat pienikokoisia eikä niissä ole omaa virtalähdettä. Passiivinen tunniste saa käyttöjännitteen antennilaitteen muodostamasta sähkökentästä. Matalien

taajuuksien tunnisteiden antenni on samalla pieni kela, johon indusoituu riittävän suuri jännite tietyllä taajuudella ja laite saa näin tarvittavan käyttöjännitteen. HF-taajuudella 13,56 MHz tunnisteiden ja antennin välinen tehonsiirto vastaa sähköiseltä kytkennältään muuntajaa. Passiivinen tunniste sammuu kun se vietään riittävän kauas lukijalaitteen antennin sähkökentästä. Kuvassa 3 lukijalaitteen antenni muodostaa magneettikentän  $H$ , josta tunnisteiden mikroipiiri saa virtansa. UHF-taajuusalueella tunnisteiden ja lukijalaitteen välinen sähköinen kytkentä ei ole enää induktiivinen, kuten LF- ja HF-taajuusalueella. (7:42)



Kuva 3. Tunniste saa käyttöjännitteensä lukijalaitteen magneettikentästä.

Passiivisen tunnisteiden suurimpana etuna aktiivitunnisteeseen verrattuna on hinta. Hinta on pienempi, koska laitteen rakenne on yksinkertainen. Ilman omaa virtalähdettä tunniste saadaan pakattua erittäin pieneen kokoon. Pienikokoisimmat tunnisteet ovat ihon alle sijoitettavia lasikuorisia tunnisteita. IdTronic valmistaa tunnisteita, joiden mitat ovat 2,12 mm x 12 mm ja massaltaan 95 mg (kuva 4). Tunniste voidaan koteloida niin, ettei sitä tarvitse avata. Ilmatiivis koteloitu ilman tiivistettä kestää paremmin vaativia olosuhteita. Saksalainen laitevalmistaja Tectus valmistaa passiivisia tunnisteita laiteryhmän II Ex 2 G -alueelle (kuva 5). (4:39)



Kuva 4. Lasiseen suojakoteloon koteloituja tunnisteita käytetään ihon alle sijoitettuna (8.).



Kuva 5. Tectus valmistaa passiivisia tunnisteita räjähdysvaarallisiin tiloihin (9.).

### 2.3 Tunnisteiden muistit

Tunnisteessa olevia muisteja on kahta pääryhmää. Muisteja, joita voidaan lukea ja kirjoittaa (Read and Write) sekä niitä, joita voidaan vain lukea (Read Only). Edullisimmat muistit ovat vain luettavia, jolloin tunnistenumero kirjoitetaan kerran valmistuksessa, eikä käyttäjä voi sitä muuttaa. (10:28)

Kirjoitettaessa dataa muistiin, tunnisteen täytyy olla lähempänä antennia kuin tilanteessa, jossa muisti pelkästään luetaan. Laittevalmistajien antennien ja tunnisteen tuotetiedoista selviää ohjeelliset etäisyydet. Eri valmistajan lukijoita ja tunnisteita käytettäessä on syytä varmistaa niiden yhteensopivuus. Osa valmistajista tekee lukijalaitteita, jotka toimivat vain saman valmistajan tunnisteeilla. Tunnisteiden ja lukijalaitteiden tuotetiedoissa esitetään standardit, joiden mukaan ne on valmistettu. (10:28)

Muistien koko vaikuttaa tunnisteen hintaan. Yleensä muistin koko on niin pieni, ettei siihen kannata tallentaa suuria määriä tietoja. Muistialueen kokorajoitus voidaan ohittaa taustajärjestelmässä. Näin tunnisteen muistista luetaan vain sen yksilöllinen numero ja järjestelmästä löytyy tarkemmat tiedot tuotteesta. (10:28)

## 2.4 Lukijalaitteet

Tunnisteiden lukemiseen tarvitaan lukijalaite ja antenni. Pienimmät lukijalaitteet sisältävät antennin ja ovat suuruudeltaan matkapuhelimen kokoisia. Nokia valmistaa useita puhelinmalleja, joissa hyödynnetään NFC-tekniikkaa (Near Field Connection), jotta matkapuhelinta voitaisiin käyttää maksuvälineenä (10).

Mukana kulkevissa käsipäätelukijoissa voi olla wlan-yhteys ja viivakoodinlukija samassa laitteessa. Kuvassa 6 on Nordic Id:n valmistama käsipäätelukija. (12.)



Kuva 6. Nordic Id PL3000 Basic -käsipäätelukija on varustettu myös viivakoodinlukijalla.

Suurimmat lukijalaitteiden antenneista ovat lastaussiltojen portteja ja kaupan varashälyttimiä. Kuvassa 7 on esitetty lukijaportti. Lukijaportissa on 2 antennia ja niiden luoketäisyydeksi luvataan 1,5 metriä. IdTronicin lukijaporttia varten tarvitaan lukijalaite, johon on mahdollista liittää 2 antennia. Se onnistuu yksittäisellä lukijalaitteilla tai aktiivisen antennijakajan avulla. (13.)



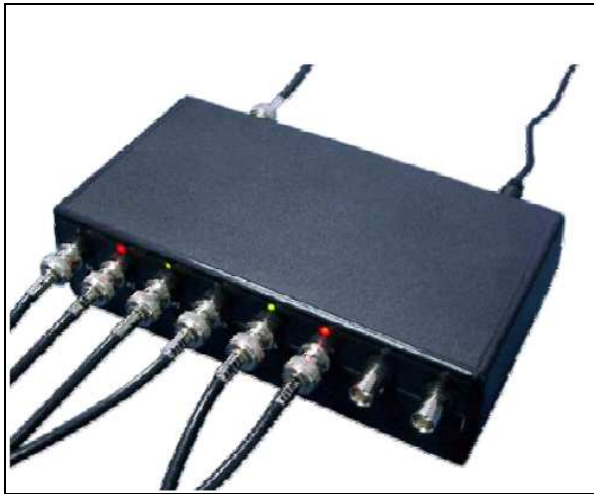
Kuva 7. Kuvan lukijaportti koostuu kahdesta erillisestä antennista.

Tapauksessa, jossa lukijalaite ja antenni ovat eri laitteita, voidaan antennien määrää lisätä, jolloin lukialue kasvaa. Lukijalaitteessa voi olla itsessään useampi antennilähtö, kuten kuvassa 8. Kuvan lukijassa on sisäänrakennettuna 4-porttinen antennijakaja. Antennien käyttöä voidaan ohjata pareittain tai täysin erillään toisistaan. Antennien lukeminen eri aikaan poistaa mahdollisuuden lukijalaitetörmäykseen. Lukijalaitteessa on täysi tuki törmäysten estolle. (14.)



Kuva 8. Tähän lukijalaitteeseen voi liittää neljä antennia.

Jos lukijalaitteessa on vain yksi antennilähtö, voidaan käyttää kuvan 9 antennijakajaa. Useiden tunnisteen lukeminen samaan aikaan saattaa aiheuttaa vaikeutta tunnisteen tietojen lukemisessa. Käytännön mittaukset osoittavat, kuinka monta tunnistetta kerrallaan voidaan lukea luotettavasti. Käytännössä lukijalaitteisiin voidaan kytkeä yksi tai useampi antenni. Laitteesta riippuen jokaisella antennilla voi olla oma itsenäinen osoite tai ne voivat toimia samalla osoitteella. Kuvan antennijakajaa ohjataan erikseen sarjaliikenneväylän välityksellä. (15.)



Kuva 9. Aktiivisella antennijakajalla voidaan yhteen antennilähtöön kytkeä 8 antennia.

## 2.5 EPCGlobal

EPCGlobal on organisaatio, joka luotiin ylläpitämään alan standardeja 2003. Standardien tarkoituksena on luoda parempi yhteensopivuus eri valmistajien laitteiden välille. Alan jatkuvan kehityksen myötä standardeja tulee lisää ja niitä päivitetään, jolloin uusimmat standardit löytyvät EPCGlobal-organisaation Internet-sivuilta. Standardin ensimmäisessä versiossa määritetään tunnisteluokat. Luokassa 0 tunnisteen ovat vain lukutyypisiä. Luokassa 1 tunnisteen voidaan kirjoittaa tietoa. Eri maiden standardit eroavat laitteiden taajuuksien ja lähetystehojen mukaan. Esimerkiksi Euroopassa käytetään pienempiä lähetystehoja kuin Yhdysvalloissa. Euroopan tehorojoitusta on esitetty nostettavaksi nykyisestä 2 watista suuremmaksi. (4:63)



EPC on tuotteen sähköinen tuotekoodi. EPC on tullut korvaamaan UPC- ja viivakoodien EAN-koodauksen RFID-laitteissa. Tuotteissa käytetään 96- tai 64-bittistä koodausta. EPC-tuotekoodia käytetään silloin kun tuotteelle halutaan globaali yksilöllinen tunnistenumero. Laitevalmistajat voivat numeroida tunnistimet myös itse, jolloin numerointi ei ole kansainvälinen. Tämä tapa on tällä hetkellä yleisempi tunnistimien numeroinnissa. (16:8)

Tuotteen EPC – koodin rakenne on neliosainen. Ensimmäinen osa rakenteesta koostuu versionumerosta, joka määrittää numerokoodin tyypin. 64 - bittisen koodi alkaa numeroilla 01. Toisessa osassa on valmistajan numero. Kolmannessa osassa on tuotteen numero. Tuotenumero on käyttäjän valittavissa oleva numero. Viimeisessä osassa on tunnistimen sarjanumero. Alla on esitetty 64-bittinen EPCGen2-standardin tunnisteversion 1 mukainen tuotekoodi. (16:8)

01.0000A89.00016F.000169DC0

### 3 RFID-SOVELLUKSET

RFID-tekniikkaa käytetään yleisesti kappaletavaran tunnistuksessa. Tekniikkaa käytetään myös kulunvalvonnassa. Tehtaiden tuotantoprosesseissa tunnistamiseen voidaan tallentaa tehtyjä työvaiheita. Lisäksi tunnistusta käytetään myös eläinten seurantaan. Uusimmat käyttökohteet ovat maksulaitteissa. Urheilupeleissä kausikortin omistajat tunnistetaan etälukijalla. Tekniikan yleistyminen on laskenut hintoja ja lisännyt käyttökohteita. Erityisesti passiiviset paperille kiinnitettävät tunnistet ovat laskeneet tunnisteen hintaa. Sovellusten määrä kasvaa ja tunnistet korvaavat ainakin osittain viivakoodit päällekkäisten ominaisuuksien takia.

#### 3.1 Logistiikka

Varastokohteissa tuotteita voidaan seurata automaattisesti. Varastosaldot pysyvät ajan tasalla ja tuotteiden kirjaamiseen käytetty aika lyhenee. Jakeluseurannassa tiedetään koko ajan, missä tuote sijaitsee. Lastausporteilla saadaan kerättyä kokonaisten lavojen kaikki tuotteet kerralla.

Lentokentillä matkalaukkuihin kiinnitetään tunnistet, jolloin laukun ei tarvitse olla tietyssä asennossa liukuhihnalla sitä luettaessa. Kadonneiden matkalaukkujen määrä vä-

henee ja laukkujen käsittely nopeutuu. UPM Raflatac on toimittanut Etelä-Korean hallituksen kanssa lukijalaitteita sekä tunnisteita Aasian lentokentille. Kansainvälinen ilmakuljetusliitto IATA on tehnyt laajan selvityksen RFID-tekniikan käyttöönotosta lentokentillä. Selvityksen mukaan jopa 80 lentokenttää voisi siirtyä käyttämään etätunnistusta 5 vuoden kuluessa. (17.)

### 3.2 Anturin ja tunnisteen yhdistelmä

Tunnisteiden monikäyttöisyyttä voidaan lisätä liittämällä siihen anturi. Ajoneuvoihin on saatavilla renkaiden painetta mittaavia antureita. Tiedonsiirto auton tietojärjestelmään tapahtuu RFID-tunnisteen kautta. Ajoneuvokäytössä käytetään aktiivisia tunnisteita, jotka sisältävät pariston. Rengaspaineen valvontajärjestelmällä varustettuihin autoihin on saatavilla niin sanottuja Run Flat -renkaita. Näillä renkailla autoa voi ajaa kymmeniä kilometrejä rengasrikon sattuessa ja ehjän renkaan voi vaihtaa sopivassa paikassa. (4:13)

Aktiivisiin tunnisteesiin voidaan liittää myös lämpötila-anturi. Tunnisteen muistiin tallennetaan lämpötiloja tai pelkästään raja-arvot ylittäviä lämpötiloja kellonaikoinen. Kylmäkonteissa käytetään lämpötilaseurantaa. Osa seurantajärjestelmistä on paperisille piirtureille piirtäviä tallennuslaitteita. Seurannassa käytetään myös digitaalisia laitteita sekä RFID-tekniikkaa. Tietyille tuotteille on olemassa lämpötilarajat, joita ei saa ylittää. Lämpötilan muuttuminen kylmäkontissa tekee tuotteesta käyttökelvotonta. (4:55)

### 3.3 Kulunvalvonta

Ihmisten pääsyä rajoitetaan kulunvalvonnalla. Yritysten eri osastoihin pääsee vain siellä työskentelevät. Näin lisätään eri alueiden tietoturvaa. Öljyterminaalissa kuljettajalla on henkilökohtainen tunniste. Tunnisteella kuljettaja pääsee aidatun alueen sisälle ajoneuvoyhdistelmän kanssa. Ajoneuvoon on asennettu vahvistin kortin lukuetäisyyden pidentämiseksi. Myös ulosmenoportilla valvotaan kulkemista. Sisällä ollessaan kuljettaja tunnistetaan kortin kanssa ja tietokanta antaa kuljettajalle eri vaihtoehtoja tankkaussuunnitelman tekemiseksi. Kuljettaja tunnistetaan vielä tankkauspisteellä. Tunnistekortti käyttää UHF-tekniikkaa.

### 3.4 Säiliölohkon tunnistus

Tässä työssä tutkitaan mahdollisuutta käyttää langatonta etätunnistustekniikkaa säiliölohkon tunnistuksessa. Lastaussuunnitelman tehtyään kuljettaja tulee tankkauspisteelle. Kun kuljettaja on liittännyt lastausvarret autonsa säiliölohkoihin, tunnistusjärjestelmä tarkastaa automaattisesti lastaussuunnitelman mukaiset lastausvarsien liitännät. Yksi tankkausvarsi sopii fyysisesti kaikkiin tankkauslohkoihin.

## 4 VERTAILU MUIHIN TUNNISTUSJÄRJESTELMIIN

Viivakooditekniikka on se tekniikka, johon RFID-tekniikkaa verrataan. Molempia tekniikoita käytetään samankaltaisissa sovelluksissa. Viivakoodin etuna on sen edullinen hinta ja yleinen käyttö. Viivakoodit voidaan tulostaa melkein mihin tahansa materiaaliin. Useissa sovelluksissa ei ole tarvetta siirtyä pois viivakoodeista. Viivakoodeilla ei voida yksilöidä tuotetta. Tässä kohtaa tulevat esille RFID-tekniikan edut. Oman muistin omaava tunniste voidaan yksilöidä. Viivakoodin luku tarvitsee näköyhteyden. Radiotaajuudella toimiva tunnistus ei tarvitse suoraa näköyhteyttä, jolloin tunniste voidaan sijoittaa vapaammin tuotteeseen. Tunnisteen koko ei usein tuota ongelmaa, sillä pienimmät tunnisteet ovat neliömillimetrin kokoisia ja paksuudeltaan paperin luokkaa. Tässä tapauksessa viivakooditekniikka toimii silloin, kun olosuhteet ovat optimaaliset ja viivakoodi sekä lukija ovat puhtaita. Ulkotiloissa toimiessa laitteiden likaantuminen haittaa luotettavuutta. (18.)

Konenäkötekniikka oli yksi vaihtoehto, jolla tunnistus voitaisiin toteuttaa. Konenäöstä on kokemusta rekisterikilpien tunnistuksessa. Vastaava laitteiston tarkkuus ja nopeus riittää myös säiliölohkon tunnistamiseen. Tunnistushetkellä kohde ei liiku. Konenäköä käytettäessä lastausvarsiin kiinnitettäisiin numero ja säiliölohkon täyttöpisteeseen sitä vastaava numero. Konenäön suurimmaksi ongelmaksi arvioitiin sen sijoitus kentällä. Ajoneuvoyhdistelmän ollessa useita metriä eri paikassa tunnistus ei enää toimisi. Myös erilaiset esteet, ulkoiset olosuhteet ja linssin puhtaanapito rajoittavat konenäön käyttöä tässä sovelluksessa. Ajoneuvojen lohkojen tankkauspisteiden sijoitus vaihtelee ajoneuvon mukaisesti. (18.)

Eräs tapa, jolla tunnistus voidaan suorittaa, on mekaanisesti liitettävä tunnistin. Tässä tapauksessa ajoneuvoihin kiinnitettäisiin sähköinen tunniste. Aiempien käyttökokeusten mukaan tämä on hankala toteuttaa. Se lisää kuljettajien työtä ja on herkempi

vikatilanteille. Osa öljyterminaaleista käyttää lohkokohtaista ylitäytönestintä (YTE). Siinä tapauksessa liitänkäapeleiden rikkoontuminen aiheuttaa tilanteen, joka estää tankkauksen. Nykyisin käytetään myös optista ylitäytönestintä, joka on yhteinen ajoneuvon kaikille säiliöille. Tämä on vähentänyt liitänkäapeleiden määrää ja vioittumista. (18.)

Myös RFID -radiotekniikassa on omat rajoituksensa. Tunnistinten kiinnittäminen suoraan metalliin lyhentää lukuetaisyyttä. Välissä olevat materiaalit vaimentavat myös etäisyyttä. Tässä työssä on mahdollisuus siihen, että kaksi lukijaa lukee samanaikaisesti yhden tunnisteiden. Lähetystehon rajoittamisella ja käytännön testeillä varmistetaan sopivasta lukuetaisyydestä. (18.)

## 5 RÄJÄHDYSVAARALLINEN TILA

Tässä opinnäytetyössä käsitellään räjähdysvaarallisia tiloja sähkötekniisten laitteiden ja tilaluokituksen osalta. Tutkimuksen alla olevassa kohteessa käsitellään palavia nesteitä. Nesteiden höyrystyessä nesteistä tulee helposti syttyviä, jolloin niistä tulee räjähdysvaarallisia. Laitteita valittaessa tulee ottaa huomioon, että laiteluokan ja tilaluokan numerointi ei vastaa toisiaan.

### 5.1 Standardit

Suomessa kauppa- ja teollisuusministeriö on tehnyt asetuksen (asetus 917/1996) räjähdysvaarallisiin tiloihin sijoitettavista laitteista. Asetus tuli voimaan 1.7.2003. Myöhemmin Euroopan yhteisön (EY) jäsenvaltioiden päätöksellä on tehty laite- ja olosuhdedirektiivi. Näistä direktiiveistä käytetään nimitystä ATEX. Olosuhdedirektiivi on otettu käyttöön 1.9.2003 uusissa räjähdysvaarallisissa tiloissa. Vanhempien tilojen siirtymäaika loppui 1.7.2006. Nykyisin kaikissa räjähdysvaarallisissa tiloissa sovelletaan uusien direktiivien määräyksiä. Uudet määräykset koskevat myös vanhoissa tiloissa tehtäviä muutoksia ja korjauksia. Vanhoissa tiloissa olevia laitteita ei tarvitse muuttaa, jos ne ovat olleet samalla paikalla ennen uusimman direktiivin voimaantuloa. (19:288)

Räjähdysvaarallisten tilojen laite ja asennusmääräyksistä voidaan poiketa standardin SFS-EN 60079-14 mukaan silloin, kun laitetta käytetään vain valvotusti. Laitetta voidaan kokeilla tutkimuskäytössä lyhytaikaisesti. Laitteen valvojan tulee olla siihen teh-

tävään koulutettu. Sen lisäksi täytyy varmistaa, että räjähdysvaara on poistettu. Laitte ei saa kuitenkaan aiheuttaa vahinkoa silloin, kun se on irrotettu sähköverkosta.

(19:321)

Turvatekniikan keskus Tukes ylläpitää listaa räjähdysvaarallisten tilojen ja laitteiden standardeista. Listaa päivitetään vuosittain. Viimeisin päivitys listaan on tehty 10.2.2009. Liitteessä 1 on listattu kattava otos Ex-standardeja. Vuonna 2009 SFS-EN 60079-14 standardiin tuli tarkennuksia. (20:140)

## 5.2 Tilaluokat

Räjähdysvaarallinen tila luokitellaan siinä esiintyvien räjähdysvaarallisten ilmaseosten esiintymistiheyden ja keston mukaan. Tilaluokassa pienempi numero tarkoittaa suurempaa riskiä. Nesteillä ja kaasuilla on kolme tilaluokkaa. (19:292)

Tilaluokitussuunnitelma on osa rähähdysuojausasiakirjaa, jota säilytetään laitoksessa. Tilaluokituksesta tulee selvittää alueiden tilaluokat ja niiden mitat pysty- ja vaakasuunnassa. Luokitetuista tiloista pitää selvittää räjähdys- ja syttymisryhmä. Tilaluokituksesta vastaa laitoksen omistaja tai haltija. Laitoksen omistaja voi teettää tilaluokituksen myös ulkopuolisella. Tilaluokitussuunnitelma pitää päivittää alueen tilaluokituksen muuttuessa. Laitoksen pohjapiirustuksiin ja poikkileikkauskuviin tulee merkitä käytetyt tilaluokat. Luokitus voidaan esittää myös taulukkomuodossa, josta selviävät vaaralliset kohteet, niiden mitat ja aineiden ominaisuudet. Esimerkiksi putkilinjan räjähdysvaarallinen tilaluokka voi tietyillä aineilla rajoittua yhteen metriin putkesta. Kentällä räjähdysvaaralliset alueet tulee merkitä kylteillä. Taulukosta 2 nähdään tilaluokkien sanalliset määritelmät. (19:305)

Taulukko 2. Tilaluokat ja niiden määritelmät.

<b>Tilaluokka</b>	<b>Määritelmä</b>
<b>kaasut ja nesteet</b>	
<b>0</b>	Tila, jossa kaasun höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
<b>1</b>	Tila, jossa kaasun höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.
<b>2</b>	Tila, jossa kaasun höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja lyhytaikaista.
<b>Tilaluokka</b>	<b>Määritelmä</b>
<b>pölyt</b>	
<b>20</b>	Tila, jossa palava pölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.
<b>21</b>	Tila, jossa palava pölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti ja kestää esiintyessään lyhyen ajan.
<b>22</b>	Tila, jossa palava pölyn ja ilman muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja lyhytaikaista.

Tilaluokitukset voidaan tehdä standardin SFS-EN 60079-10 (Räjähdysvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 10. Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu) tai käsikirjan SFS-käsikirja 59 (Räjähdysvaarallisten tilojen luokittelu Palavat nesteet ja kaasut) mukaan. (19:305)

### 5.3 Laiteluokat

Laiteluokkien numerointi poikkeaa tilaluokan numeroinnista. Tilaluokassa 0 ja 20 voidaan käyttää ainoastaan laiteluokan 1 laitteita. Tilaluokassa 1 ja 21 voidaan käyttää laiteluokkien 1 ja 2 laitteita. Tilaluokassa 2 ja 22 voidaan käyttää laiteluokkien 1, 2 ja 3 laitteita. (19:295)

Laiteluokat on jaettu laiteryhmiin. Laiteryhmän yksi (I) laitteet ovat kaivoksissa käytettäviä laitteita. Laiteryhmässä kaksi (II) laitteet ovat muita kuin kaivosalueelle valmistettuja laitteita. Ex-standardien uusiutuessa laiteryhmiin tuli muutos 2009. Muutos lisäsi laiteryhmiä kolmeen osaan. Uusissa laitteissa laiteryhmiä kolme (III) tarkoittaa pölyvaarallisen tilan laitteita. Samoin laiteryhmiä kaksi (II) laitteet ovat tarkennetussa standardissa laitteita, joita käytetään kaasu- ja nestevaarallisissa tiloissa. Taulukossa 3 esitetään tilaluokkiin sopivat laitteet. (21:17)

Taulukko 3. Tilaluokkaan sopivat laitteet.

<b>Tilaluokka</b>	<b>Laiteluokka</b>
0	II 1 G
1	II 1 G, II 2 G
2	II 1 G, II 2 G, II 3 G
20	II 1 D
21	II 1 D, II 2 D
22	II 1 D, II 2 D, II 3 D

### 5.4 Syttymisryhmät

Palavat kaasut ja höyryt jaetaan syttymisryhmiin niiden syttymislämpötilan mukaan. Sähkölaitteiden syttymisryhmä luokitellaan pintalämpötilan mukaan. Sähkölaitteissa on syttymisryhmää osoittava merkintä. Syttymisryhmät esitetään lämpötilojen mukaan. Laitteiden pintalämpötilan tulee olla alhaisempi kuin se lämpötila, jolla räjä-

dysvaarallinen seos saattaa syttyä. Taulukossa 4 esitetään syttymisryhmien lämpötilat. (19:308)

Taulukko 4. Syttymisryhmien lämpötilat.

Syttymisryhmä (entinen syttymisryhmä)	Kaasun (höyryn) syttymislämpötila, °C	Sähkölaitteen suurin sallittu pintalämpötila, °C
T1 (G1)	> 450	450
T2 (G2)	300 – 450	300
T3 (G3)	200 – 300	200
T4 (G4)	135 – 200	135
T5 (G5)	100 – 135	100
T6 (G6)	85 – 100	85

## 5.5 Räjähdyssuojarakenteet

Räjähdyssuojarakenne vaikuttaa laitevalintaan. Räjähdyssuojarakenteet on jaettu kahteen ryhmään suojarakenteen mukaan. Ensimmäinen on rakenteena sellainen, jossa estetään vaarallisen lämpötilan ja kipinöiden syntyminen. Varmennettu rakenne Exe ja luonnostaan vaaraton rakenne Exi kuuluvat tähän ryhmään. Toisessa ryhmässä suojausta on haettu eri näkökulmasta. Siinä eristetään laitteen kipinöinti ja suuri pintalämpötila. Tällainen rakenne on muilla suojarakenteilla. Erikoisrakenne Exs voidaan toteuttaa eristämällä tai estämällä vaaralliset lämpötilat ja kipinöinti. Erikoisrakenteelle ei ole tarkkoja vaatimuksia, vaan rakenne varmistetaan tapauskohtaisesti. Taulukko 5 esittää räjähdysuojarakenteen tunnuksia, nimitykset ja standardit.



Taulukko 5. Räjähdyssuojaurakenteet ja niiden EN-Standardit.

<b>Tunnus</b>	<b>Nimitys</b>	<b>EN-Standardi</b>
<b>Exd</b>	räjähdyssuorakenteen kestävä	EN 50018
<b>Exe</b>	varmennettu	EN 50019
<b>Exi</b>	luonnostaan vaaraton	EN 50020
	luonnostaan vaaraton järjestelmä	EN 50039
<b>Exo</b>	öljytäytteinen	EN 50015
<b>Exp</b>	suojatuuletettu	EN 50016
<b>Exq</b>	hiekkatäytteinen	EN 50017
<b>Exm</b>	massaan valettu	EN 50028
<b>Exs</b>	erikoisrakente	ei määritettyä standardia

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin mahdollisuutta sijoittaa tavallinen sähkölaite Exd-koteloon. Exd-luokan laitteissa on kolme räjähdysryhmää. Räjähdysryhmät ovat A, B tai C. Räjähdysryhmä määrittää kotelon tiiviyyttä. Ryhmässä C kotelon kannen ja läpivientien tiiviysvaatimus mahdolliselle raolle on pienin. Mikäli laitteen sisällä tapahtuu räjähdys, siitä syntyvä paine johdetaan ulos hitaasti pienten saumojen kautta. Räjähdyksessä syntyvä paine ja palokaasu purkautuvat kotelosta jäähtyneenä, jolloin se ei saa sytyttää ympärillä olevaa vaarallista ainetta. (20:119)


Exd-koteloon ei saa sijoittaa mitä tahansa laitetta. Tässä tapauksessa koteloon sijoitet-tavan laitteen tehon ja laitteeseen varautuvan sähkötehon ollessa pieni laite voidaan sijoittaa koteloon. (20:120)

Exd-laitteisiin merkitään myös niiden räjähdysluokka. Se määrittää laitteen suurimman sallitun pintalämpötilan. Tässä työssä koteloksi valittiin Exd-kotelo, jonka suurin sallittu pintalämpötila on 85 °C syttymisryhmän T6 mukaisesti. (20:120)

Luonnostaan vaarattomissa laitteissa rajoitetaan laitteen energiaa niin, ettei se pysty sytyttämään räjähdysvaarallista seosta. Energian rajoitus koskee myös laitteen liittännäiskaapelia. Myös Exi-laitteet jaetaan räjähdysryhmiin. Ryhmässä C mahdollisen kipinän energia on pienin ja ryhmässä A se on suurin. Rakennetta voidaan soveltaa laitteissa silloin, kun tarvittava teho on alle 2 W ja jännite alle 30 V. Tämä rakenne toteutuu tunnistussovelluksen antennissa. (20:121)

## 5.6 Räjähdysvaarallisten tilojen laitteiden merkinnät

Räjähdysvaarallisten laitteiden merkinnästä tulee löytyä seuraavat tiedot. CE-merkintä alussa kertoo laitteen olevan jonkin Euroopan maan standardien hyväksymä. Alapuolella on esitettyä esimerkki laitteen merkinnästä selityksineen. Laitteet saattavat olla pienikokoisia, jolloin tarkka merkintä tulee vain laitteen ohjeiden mukana. Esimerkiksi pienissä antureissa ei ole alla kuvatun esimerkin mukaista tarkkaa merkintää. (22:2)

CE 537  II 2 GD Ex d IIC T6 Ex tD A21 IP66 T60°C VTT 07 ATEX 008X

Esimerkissä olevat merkinnät tarkoittavat seuraavaa:

- CE on merkintä siitä, että laite täyttää jonkin EU maan standardit
- 537 on tarkastuslaitoksen tunnus (537=VTT)
- Ex-logo
- II, laiteryhmä, muu kuin kaivosalue
- 2, laiteluokka (laite voidaan asentaa tilaluokkiin 1, 2, 21, 22)
- GD, (G=kaasut ja nesteet D=pölyt)
- Ex d, suojarakenne (d=räjähdyspaineen kestävä rakenne)
- IIC, räjähdysryhmä
- T6, laitteen suurin sallittu pintalämpötila (T6=85°C)
- Ex tD, pölysuojauksen rakenne (tD=kotelosuojaus)
- A21, pölysuojarakenteen (A=testausmenetelmä, 21=tilaluokka)
- IP66, kotelointiluokka (IP66=pölytiivis, ja suojattu voimakkaalta vesisuihkulta)

- T60°C, pintalämpötilan tarkennus
- VTT, hyväksynnän myöntäneen laitoksen lyhenne
- 07, hyväksymisvuosi
- ATEX, EC-tyyppihyväksyntä
- 008, hyväksyntänumero
- X, hyväksynnässä turvallista käyttöä koskeva rajoitus.



Kuva 10. Nykyisistä räjähdysvaarallisen tilan laitteista tulee löytyä kuvanmukainen merkintä.

### 5.7 Räjähdyssuojasiasiakirja ja Ex-alueen dokumentointi

Työnantajan tehtäviin kuuluu huolehtia siitä, että selvityksen ja riskien arvioinnin perusteella laaditaan räjähdysuojasiasiakirja ja että sitä päivitetään muutosten mukaan.

Räjähdyssuojasiasiakirjassa on esitettävä seuraavat asiat:

- räjähdysvaara on määritetty ja sen merkitys on arvioitu
- tilaluokitus
- tilat.

Räjähdyssuojasiasiakirja varten täytyy laatia räjähdysuojasiasiakirja. ATEX-olosuhdedirektiivi määrää siinä esiintyvät tiedot. Räjähdyssuojasiasiakirjassa on esitettävä seuraavat asiakirjat ja tiedot:

- tilaluokituspiirustus
- aineominaisuudet, jotka sisältävät leimahduspisteen, räjähderyhmän ja syttymisloukan
- kartta maadoituksista ja maakaapeleista
- kaavio maadoituksista ja potentiaalintausjärjestelmästä sekä mittauspöytäkirjat
- laiteluettelo räjähdysuojatuista sähkölaitteista
- sähköpiirustukset
- tarkastuspöytäkirjat

- Ex-laitteiden tyyppi hyväksymisasiakirjat
- mahdolliset erivapaus- ja poikkeusluvut
- asennusohjeet
- käyttöohjeet
- hoito-ohjeet
- Ex-laitteiden muutoksia tai korjauksia koskeva kirjeenvaihto.

Kaikki muutokset täytyy päivittää asiakirjoihin ja varmistua siitä, että laitteisto on edelleen määräysten mukainen. Liitteessä 2 on esitetty yksinkertainen räjähdys-suojausasiakirjan malli. Asiakirjamallissa on ohje sen täyttämiseen. (19:118)

## 6 TOIMINTAYMPÄRISTÖN KUVAUS

Laitteet sijoitetaan paikkaan, jossa käsitellään polttonesteitä. Tämän vuoksi osa alueesta on räjähdysvaarallista tilaa. Tunnistusjärjestelmän laitteiston osia tullaan sijoittamaan lastausvarteen ja säiliön tankkauspaisteeseen. Näissä kohdissa vaarallisten aineiden määrä ja pitoisuus ovat niin korkeita, että tila on räjähdysvaarallinen. Räjähdysvaaraa estetään valitsemalla alueelle vain sinne soveltuvia laitteita. Kipinöinnin estämiseksi autojen tankkauksessa on käytettävä maadoituslaitetta. Potentiaalierosta johutuva kipinöintimahdollisuus poistetaan maadoittamalla ajoneuvo samaan potentiaaliin kiinteiden rakennelmien kanssa.

Laitteisto sijoitetaan ulkotilaan, jolloin valitun laitteiston tulee kestää erilaisia sääolosuhteita ja UV-säteilyä. Laitteistolta vaaditaan hyvää mekaanista kestävyyttä. Lastausvarret ovat raskaita ja toisiinsa törmätessään ne saattavat hajottaa heikkoa elektroniikkaa tunnistusjärjestelmästä.

Säiliöauton lohkoille on määritelty maksimi täyttömäärä. Liiallista pinnankorkeutta rajoitetaan erillisellä YTE:llä. Ylitäyttöä valvotaan lohkoakohtaisesti tai optisesti kaikista säiliöistä. Lohkoakohtaisessa valvonnassa tankkauksen yhteydessä on liitettävä tunnistusjärjestelmän johto lohkoakohtaiseen tunnistimeen. Uudemmassa valvontajärjestelmässä ylitäyttöä valvoo kaikille lohkoille yhteinen optinen anturi.

Tankkauksen yhteydessä muodostuu terveydelle vaarallisia polttoainehöyryjä. Niiden talteenottoa varten lastausasemilla on seuraavan luvun mukainen VRU-järjestelmä.

Polttoainehöyryt ovat helposti syttyviä, joten ne johdetaan pois tankkaajan läheisyydestä.

## 6.1 VRU-Järjestelmä

VRU on järjestelmä, joka ottaa talteen polttoainehöyryjä. Polttoainehöyryt ovat terveydelle vaarallisia ja näin ollen niitä ei saa vapaasti päästää ilmaan. Bensiinihöyryä muodostuu täytettävään säiliöön. Polttoainehöyryt johdetaan säiliöstä talteenottoyksikölle. Höyryä kehittyy myös muiden hiilivetyjen tankkauksen yhteydessä. Talteenottoyksikkö koostuu kahdesta säiliöstä, jotka sisältävät aktiivihilteä. Käytössä on normaalisti yksi säiliö ja toinen on varalla. Säiliön täytyminen mitataan talteenottoyksikön ulostuloputkesta. Ulostuloputkessa on tarkka päästöanturi. Säiliön täytyessä toinen talteenottosäiliöistä otetaan käyttöön. Täyden talteenottosäiliön hiilivetyhöyryt nesteytetään alipainepumpulla. Operaatio on automaattinen ja kestää alle 15 minuuttia. Bensiiniä tankatessa syntyy bensiinihöyryä jopa litra yhtä kuutiota kohti.

Jakeluasemilla polttoainehöyryt kierrätetään takaisin auton säiliölohkoon. Tällaisessa tapauksessa nestekierto on suljettu eikä polttoainehöyryjä pääse ilmastoon. Polttoainehöyryjen pysyminen suljetussa tilassa parantaa turvallisuutta.

## 7 TUNNISTUKSEN TARKOITUS

Tunnistamisen kohteena on ajoneuvoyhdistelmän lastauslohko ja sitä lastaava tankkausvarsi. Kuljettaja tekee lastaussuunnitelman, jossa valitaan ajoneuvo, perävaunu lastattavat aineet määrineen ja lastauslohkot. Öljyterminaalien tietokannassa on tiedot autoista ja kuljettajista. Kuljettajalle annetaan siis vaihtoehtoja, joita hän voi suunnitelmassaan käyttää. Järjestelmästä annetaan tiedot siitä, mitä lastausvartta kuljettajan tulee tankatessaan käyttää. Lastaussuunnitelmasta nähdään, millä varrella aiotaan tankkata tietty määrä oikeaan säiliölohkoon. Lastausvarren tunnistuksella on tarkoitus estää eri aineiden sekoittuminen ja väärään tankkauslohkoon lastaaminen. Vaikka tankkattava polttoneste olisi laadultaan oikea, se voi mennä liian pieneen säiliöön, jolloin ylitäytönestien (YTE) lopettaa tankkauksen. Jokaisella säiliölohkolla on yhteinen optinen YTE. Se katkaisee tankkauksen, mikäli havaitsee jossain lohkoissa liian paljon nestettä. Ylimääräinen neste täytyy poistaa ennen tankkauksen jatkamista.

## 7.1 Häiriöiden kartoitus

Tunnistusjärjestelmää suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon tekniikan rajoitukset. Lukuetaisyys saattaa poiketa suuresti tilanteessa, jossa tunnisteiden ja antennin välissä on esimerkiksi metallia. Lähellä olevat radioantennit ja sähkömoottorit saattavat häiritä radiotaajuudella toimivaa etätunnistusta. Käyttökohteen läheisyydessä on UHF-taajuusalueella toimiva kortinlukija. Se toimii eri taajuudella ja siitä ei ole ennakoitavissa olevaa haittaa.

Polttoneistat saattavat sulattaa tiettyjä muovilajeja. Tunnistusjärjestelmän komponentteja ja liitäntäkaapeleita valittaessa on syytä huomioida niiden kemikaalienkestävyys.

Tunnisteiden kiinnipysyminen voi olla ongelmana tilanteessa, jossa tunniste on kiinnitetty tarralla tai liimalla. Tässä työssä tunniste tullaan valitsemaan sen mukaan, että se voidaan kiinnittää pultilla metallilinjalle. Metalliin kiinnitettävän tunnisteiden pitää olla siihen kiinnitysmateriaaliin suunniteltu. HF-tekniikan laitteissa tunnisteiden ja antennin välinen sähköinen yhteys vastaa muuntajaa, jolloin metallin läheisyys saattaa lyhentää tunnistusetaisyttä. Korkeilla taajuuksilla lähellä oleva metalli saattaa heikentää tai jopa kasvattaa lukuetaisyyttä. Auton sijainnista riippuen antenni ja tunniste eivät ole aina samassa kohdassa. Tämä vaikuttaa antennin lukualueeseen. Käytännön mittauksilla selvitetään oikeat lukukulmat kyseiselle antennityypille.

Useiden tunnisteiden lukeminen samanaikaisesti saattaa aiheuttaa tunnistetörmäyksen (tag collision). Tunnistetörmäyksessä lukijalaitteen antenni vastaanottaa useiden tunnisteiden dataa samanaikaisesti. Lukijalaite ei välttämättä pysty tunnistamaan, mistä tunnistuksesta vastaanotettu data on saatu. Tämä voi aiheuttaa sen että kaikki tunnistetut eivät tule luetuksi. Käytännön mittauksilla saadaan tietoa siitä, kuinka monta tunnistetta voidaan lukea yhdellä kertaa. (18.)

Lukijätörmäys eli reader collision tapahtuu silloin, kun useampi lukijalaite lukee yhtä aikaa samaa tunnistetta. Tämä voi aiheuttaa sen, että sama tunniste luetaan kahteen kertaan. Lukijalaitetörmäystä voidaan yrittää estää muuttamalla lukijoiden toimintaa niin että vain yksi lukijalaite toimii kerrallaan. (19.)

RFID-tekniikka on nopeasti uudistuva. Tämä vaikuttaa siihen, että kaikki laitteet eivät ole keskenään yhteensopivia. Standardointi parantaa tilannetta jatkuvasti. Yhteensopi-

van laiteratkaisun voi toteuttaa helpoiten siten, että valitaan saman laitetoimittajan lukijalaitteet ja tunnisteet. Laitevalmistaja voi toimittaa myös muiden tuottamia tunnisteita, mikäli ne on testattu käytettävien lukijoiden kanssa. Jos laitevalinta suoritetaan käyttäen eri laitevalmistajien laitteita ja tunnisteita, testausvaihe voi koitua ongelmalliseksi. Eri valmistajien laitteita voidaan hyödyntää, kun varmistetaan niiden tukevan samoja standardeja.

## 7.2 Tiedonsiirto tunnistusjärjestelmään

Lastaussuunnitelmassa on tiedot, mitä ainetta aiotaan tankata. Siitä selviää myös mistä varresta ainetta tankataan ja mihin lohkoon aine on menossa. Tämä tieto siirretään varsien tunnistusjärjestelmään. Lastausvarret on numeroitu kiinteästi. Samoin ajoneuvoyhdistelmän lohkot ovat numeroitu kiinteästi. Vetoauton säiliölohkot ovat nimettyjä lohkoista N1 alkaen. Seuraava lohko on N2. Vetoautosta ja perävaunusta riippuen lohkoissa N1 ja P11 olevat nesteet eivät ole aina samoja. Tämä tarkoittaa sitä, että lastausvarrella 1 voidaan tankata mihin tahansa säiliölohkoon.

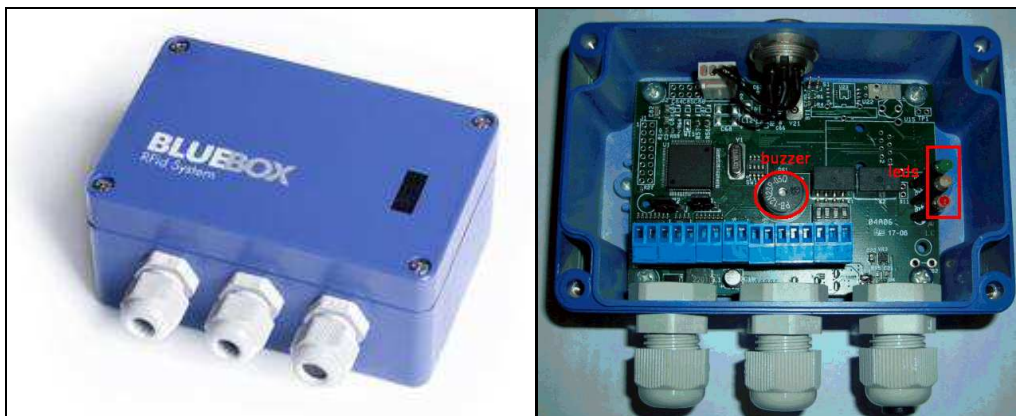
## 8 TUNNISTUSJÄRJESTELMÄ

Tunnistusjärjestelmän valintaan vaikuttavat laitteiden sijoitusta koskevat säädökset. Lukijalaite, antenni ja tunniste tulevat sijoittumaan räjähdysvaaralliseen tilaan. Räjähdysvaarallisen tilan luokituksena on EX tilaluokka1. Tässä tapauksessa räjähdysvaaralliseen tilaan sijoitettavien laitteiden tulee olla luokiteltuja laiteryhmän II ja laiteluokan 2 G perusteella. Laitteiden merkinnöistä tulee löytyä merkintä Eex II G 2 tai luonnostaan vaarattomien laitteiden EXi. Luonnostaan vaarattomissa laitteissa tehonsyöttöä tulee rajoittaa erillisillä tehonrajoituslaitteilla.

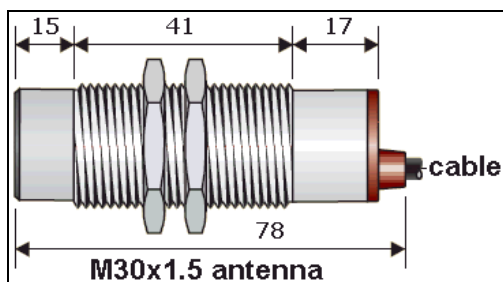
### 8.1 Tunnistusjärjestelmän komponentit

Tässä työssä selvitettiin eri laitteiden soveltuvuutta käyttöympäristöön. Atex-määräykset rajoittavat merkittävästi laitevalintaa. Laitevalinnassa päädyttiin ratkaisuun, jossa lukijalaite tullaan sijoittamaan erilliseen koteloon. Erillisessä kotelossa voidaan käyttää myös laitteita, joita ei ole suunniteltu räjähdysvaaralliseen tilaan. Tämä lisää valittavissa olevien laitteiden määrää. Lukijalaitteelle sopivan kotelon tulee täyttää Exd-vaatimukset. Räjähdyspaineen kestävä kotelon lämpötilaluokaksi valittiin T6 (85 °C).

Tämän työn lukijalaitteeksi valittiin IdTronicin Bluebox. Se on kaksikanavainen lukijalaite sarjaliikenneportilla. Laitevalinta tulee muuttumaan, mikäli löydämme käyttö-tarkoitukseen paremman laitteen, jossa olisi valmiina runsaasti enemmän antenniläh-töjä. Lukijalaitteen väyläksi voidaan valita Bluebox tuoteryhmästä rs232, rs485, Et-hernet tai Profibus. Väyläksi valittiin rs 485 liitettävyytensä takia. Terminaaliin on tarkoitus sijoittaa 16 antennaa, jolloin lukijoita tarvitaan 8 kpl. Väyläliitännäisenä luki-jalaitteet tarvitsevat vain yhden kaapelin tiedonsiirtoon. Koska laitetta ei ole suunnitel-tu räjähdysvaaralliseen tilaan, se tulee sijoittaa erilliseen koteloon. Valmiiksi Ex-luokitellut RFID-lukijalaitteet ovat raskastekoisia. Esimerkiksi Tectusin valmistama UHF-lukija painaa 25 kg. Kuvassa 12 on IdTronicin valmistama lukijalaite, johon voi liittää 2 antennaa. Tunnistussovelluksen antenniksi valittiin kuvan 13 antenni. (25.)



Kuva 11. IdTronic Bluebox -laitteeseen voidaan liittää 2 antennaa.



Kuva 12. Tunnistusjärjestelmän antenni valittiin sopivien mittojen mukaan.

IdTronicin antenni BBANS-23-00x m30 valittiin pienen kokonsa ja sopivan lukuetai-syyden perusteella. Lukuetaisyys tälle antennille on enintään 10 cm. Lukuetaisyys riippuu käytetystä tunnisteesta. Tunnistuksen etäisyys pyritään yleisesti saamaan



mahdollisimman suureksi. Tässä työssä tarvitaan rajattua aluetta, jossa tunnistus toimii. Rajatulla tunnistusalueella vältetään häiriöt, jotka johtuvat toisia lähellä olevien tunnisteen ja antennien vaikutuksesta. Lukualueen pieni koko vaikuttaa myös käytettävään lukutekniikkaan. HF-taajuusalueella toimivat laitteet sopivat tähän käyttötarkoitukseen. (25.)

Tunnisteiksi voidaan valita standardien ISO-14443A, ISO-15693 ja 14443B mukaan valmistettuja tunnisteen. Laitevalmistaja on testannut joukon tunnisteen valitun antennin kanssa. Icode2 ja MB89R118 tunnisteen vaikuttavat lupaavilta. Näiden lukuetaisyys vaikuttaa sopivalta. Tunnistevaihtoehtoina näille testatuille toimivat myös teollisuuteen suunnitellut vaadittavat standardit täyttävät tunnisteen. Testatut tunnisteen ovat taulukossa 6. (25.)

Taulukko 6. Laitevalmistaja on testannut nämä tunnisteen yhteensopivina.

<b>Tunniste</b>	<b>Standardi</b>	<b>Lukuetäisyys</b>
Mifare 1k	14443A	20 mm
Mifare 4k	14443A	20 mm
Mifare ultralight	14443A	20 mm
Icode2 card	15693	50 - 60 mm
Tag-it HF-1	15693	60 mm
LRI 64	15693	40 mm
Icode2 disk	15693	35 - 50 mm
Mb89r118	15693	25 mm
Sr176	14443B	15 mm

Tunnistusjärjestelmään kuuluvat antenni, lukijalaite, tunniste, logiikkajärjestelmä, tietokantapalvelin sekä käyttäjän tietokonepäät. Liitteessä 3 on esitetty kaavio laitteiden sijoittelusta. Lukijalaite, antenni ja tunniste ovat sijoitettuna räjähdysvaaralliseen tilaan. Muut laitteet ovat räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella. Käyttäjän tietokoneella

tehdään lastaussuunnitelma, joka siirretään tietokantapalvelimelle. Palvelin on yhteydessä logiikkajärjestelmään, johon on kytketty kentällä olevat laitteet. Antennin ja tunnisteen välinen tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

## 9 LAITETESTAUS

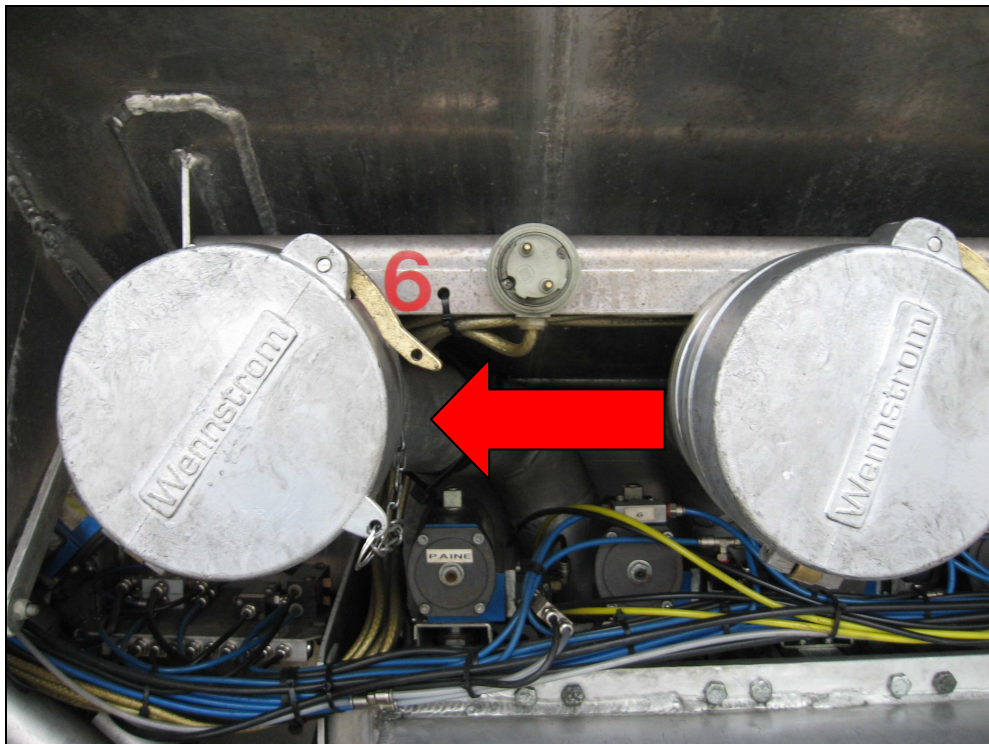
Varsinainen laitetestaus tullaan suorittamaan siinä vaiheessa, kun lopullinen laitevalinta on valmistunut. Testauksen alkuvaiheessa keskitytään lukijalaitteen ohjelmointiin ja tiedonsiirtoon. Tiedonsiirrossa tärkein osa on saada käytettävän lastaussuunnitelman tiedot lukijalaitteelle. Lastaussuunnitelman tiedot ovat saatavissa palvelimelta ja logiikkajärjestelmästä. Logiikkajärjestelmän väyläliityntä voidaan valita useista eri vaihtoehdoista. Sieltä löytyy Profibus dp/pa- väylä, rs485 sekä Ethernet. IdTronicin lukijalaitteesta löytyy kosketinlähde, joka voidaan helposti kytkeä lastausluvan sähköiseen piiriin. Lastauslupa koostuu useista ehdoista, joiden täytyttyä lastaaminen voidaan aloittaa. Tunnistusta varten logiikkajärjestelmään tehdään ohjelma, joka vertaa lastausvarren ja lohkon kytkentää.

Laitetestauksen toisessa vaiheessa siirrytään kenttätesteihin. Laitteet asennetaan paikalleen ja niille tehdään käyttöönottotarkastus. Lastauslaiturilla on vapaasti käytettävissä olevia kaapeleita tiedonsiirtoon (jämäk  $4 \times (2+1) + 1$  arm). Lukijalaitteille pitää tuoda oma sähkönsyöttö. Lukijalaitteiden maksimi tehonkulutus on laitteistosta riippuen 2 - 50 W, joten samaa sähkönsyöttöä voidaan käyttää useassa lukijassa.

Kenttätestauksessa on tarkoitus hakea oikeat sijoituspaikat antennille ja tunnistelleille. Antennin kiinnityskohta haetaan sopivan tunnistusetäisyyden löydyttyä.

## 9.1 Tunnisteen sijoitus

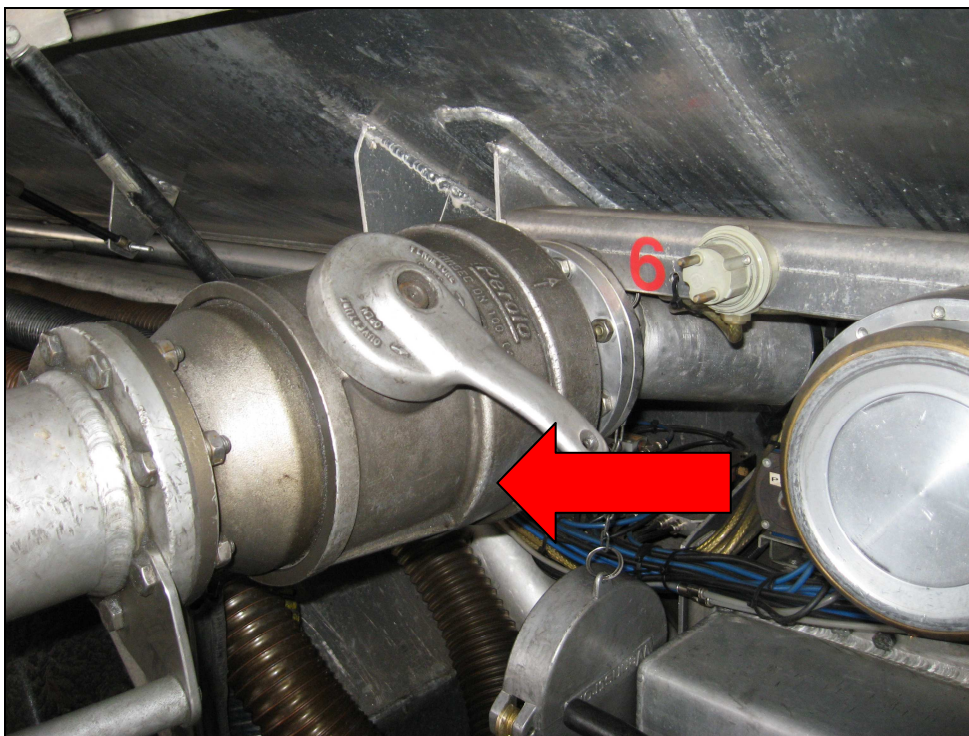
Tunniste sijoitetaan kuvassa 13 täyttöyhteen venttiilin kiinnityspulttiin. Kiinnityspulttiin kiinnitetään asennuslevy, johon varsinainen tunniste kiinnitetään. Metallinen asennuslevy kestää paremmin käyttöä. Tunniste valitaan sen perusteella, että sen voi kiinnittää metallialustaan. Tunnisteen sijoituksessa tarkasteltiin auton rakennetta. Tarkastelussa huomattiin, että tunniste täytyy sijoittaa täyttöyhteen toiseen reunaan. Ajoneuvon luukku estää tunnisteen sijoittamisen alas. Lastausvarren venttiilin lukitusvipu estää tunnisteen sijoittamisen täyttöyhteen ylimpään kohtaan.



Kuva 13. Punainen nuoli osoittaa tunnisteen sijoituspaikan.

## 9.2 Antennin sijoitus

Antenni sijoitetaan kuvan 14 lastausvarteen. Antenni kiinnitetään pantakiinnityksellä, jolloin täyttölaitteeseen ei tarvitse tehdä muutoksia. Täyttövarren venttiili liikkuu useita senttimetrejä syvyysuunnassa. Tämä täytyy huomioida kaapeloinnissa. Antennin kaapelin tulee olla öljyjä kestävää taipuisaa silikonikaapelia. Antennin kohdistuksessa tulee huomioida lastausvarren kääntyminen. Kääntyminen aiheuttaa sen, että antenni voi siirtyä keskikohdasta  $\pm 30^\circ$ . Antennin lukualue hienosäädetään antennin lähetysteho muuttamalla. Antenni kytketään lukijalaitteeseen, joka on sijoitettuna kiinteästi koteloon.



Kuva 14. Punainen nuoli osoittaa antennin kiinnityskohdan.

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä selvitin automaattisen tunnistuksen lisääminen öljyterminaaliin. Kohdeympäristö on räjähdysvaarallisessa tilassa. Räjähdysvaarallinen tila lisäsi selvityksen määrää merkittävästi. Määräysten selvittäminen antoi tietoa siitä, mitä laitteita alueella voidaan käyttää. Asennettavien laitteiden tulee olla hyväksytyjä kohteeseen. Hyväksyntä voidaan lukea laitteen merkinnästä. Alueella voidaan käyttää myös muita kuin hyväksytyjä laitteita säädöksissä määrättyin edellytyksin. Laitteiston testikäyttö on sallittua valvotuissa olosuhteissa silloin, kun riittävästä turvallisuudesta on huolehdittu. Selvityksessä tuli esille, että niille laitteille, jotka eivät ole suunniteltuja räjähdysvaaralliseen tilaan, voidaan anoa hyväksymislupa kansalliselta tarkastuslaitokselta.

Tunnistustekniikan selvityksessä vertailtiin eri tunnistusvaihtoehtoja. Selvityksen alkuvaiheessa päätettiin tutkia tarkemmin RFID-tekniikan soveltamista tunnistussovelluksessa. Tekniikka vaikuttaa toimivalta tässä kohteessa. Yleensä tunnistustekniikassa pyritään pitkään lukuetaisyyteen, mutta tässä sovelluksessa haluttiin sellainen laitteisto, jolla voidaan rajoittaa lukuetaisyyttä. Lukuetaisyys haluttiin rajoittaa noin kymmenen senttimetriin. Tämä vaatimus täyttyy, kun käytetään HF-tekniikan laitteistoa. Lukijalaitteen mukaan lukuetaisyyttä voidaan myös rajoittaa antennin lähetysteho säättämällä.

Tunnistusjärjestelmästä on tarkoitus tehdä testilaitteisto, jolla voidaan käytännössä kokeilla järjestelmän luotettavuutta. Tunnistusjärjestelmästä on tehty tarjouspyyntöjä laitetoimittajille. Laittevalintaa muutetaan tarpeen mukaan. Laittevalinnan varmistuttua voidaan piirtää kuvat, joiden perusteella laitteisto asennetaan oikeaan käyttöympäristöön. Tunnistusjärjestelmän kenttäkokeet on tarkoitus aloittaa kesällä 2010, jolloin terminaalissa tehdään muitakin automaatiouudistuksia.

Tunnistuksen käytössä saattaa ilmetä ongelmia laitteiden ja kaapeleiden mekaanisessa kestävyudessa. Antennit ja tunnisteet ovat alttiina tärinälle, iskuille, kemikaaleille ja sääolosuhteille. Tunnistusjärjestelmä ei saa estää lastausta laiterikon aikana. Oikein käytettynä tunnistusjärjestelmä ilmoittaa sekä oikeasta että väärästä kytkennästä kuljettajalle. Vahinkojen estäminen säästää liikennöitsijän, öljy-yhtiön ja loppukäyttäjän kustannuksia.

## LÄHTEET

1. RFID – Tekniikan perusteet. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet> [viitattu 1.2.2010].
2. RFID – Tietoutta. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tietoutta> [viitattu 1.2.2010]
3. Viestintävirasto, Radiotaajuudet. Saatavissa: <http://www.ficora.fi/index/palvelut/palvelutaiheittain/radiotaajuudet.html> [viitattu 3.3.2010]
4. Manish, B. & Shahram, M. RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems. Sun Microsystems Press Publisher . 2005.
5. Kalliokoski, S. Tuotteiden suojaaminen RFID:n avulla. pdf-dokumentti, Saatavissa: [http://www.culminatium.fi/nanoseminaari03122007\\_esitykset/RFIDLab\\_Finland\\_SamiKalliokoski.pdf](http://www.culminatium.fi/nanoseminaari03122007_esitykset/RFIDLab_Finland_SamiKalliokoski.pdf) [viitattu 1.2.2010]
6. TagSense, ZT-10 and Z-T100 Active Tags, pdf-dokumentti, Saatavissa: <http://www.tagsense.com/ingles/products/products/ZT-100-tag-v1-5.pdf> [viitattu 20.2.2010]
7. Finkenzeller, K. RFID Handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification, Fundamental Operating Principles, John Wiley & Sons Ltd. 2003.
8. Kuva lasikuorisesta tunnisteesta, valmistaja IdTronic, Saatavissa: [http://www.idtronic.de/products\\_pdf/Tags/Glass\\_Tags.pdf](http://www.idtronic.de/products_pdf/Tags/Glass_Tags.pdf) [viitattu 8.3.2010]
9. Tectus, Atex transponder, www-sivu, Saatavissa: [http://www.tectus.com/rfid/tid\\_ex\\_transponder.htm](http://www.tectus.com/rfid/tid_ex_transponder.htm) [viitattu 2.2.2010]
10. Hirvimies, V. RFID-TEKNOLOGIA JA UHF-KÄSILUKIJAN SUUNNITTELU: Tutkintotyö, 2008.

11. Vaalisto, H. Digitoday, Nokia kehittää laajaa mallistoa NFC – tekniikkaan, Saatavissa: <http://www.digitoday.fi/bisnes/2009/12/10/nokia-kehittaa-laajaa-mallistoa-nfc-tekniikkaan/200925366/66> [viitattu 16.2.2010] (julkaistu 10.12.2009)
12. Nordic Id PL 3000 Basic -käsipäätelukija, Saatavissa: <http://www.nordicid.com/en/products/nordic-id-pl3000/nordic-id-pl3000-basic.html> [viitattu 1.2.2010]
13. Long range antenna gate, IdTronic EzaX, Saatavissa: [http://www.therfidshop.com/images/RFIP\\_R-EZ-LR-EZAXAN.pdf](http://www.therfidshop.com/images/RFIP_R-EZ-LR-EZAXAN.pdf) [viitattu 9.3.2010]
14. Controller HF Long Range . 4CH, IdTronic, Saatavissa: [http://www.idtronic.de/products\\_pdf/OEM\\_Readers/HF\\_LRM.pdf](http://www.idtronic.de/products_pdf/OEM_Readers/HF_LRM.pdf) [viitattu 9.3.2010]
15. Multiplexer HF 8CH, IdTronic, Saatavissa: [http://www.idtronic.de/products\\_pdf/OEM\\_Readers/HF\\_Multiplexer.pdf](http://www.idtronic.de/products_pdf/OEM_Readers/HF_Multiplexer.pdf) [viitattu 9.3.2010]
16. EPCGlobal-organisaatio, RFIDTag specification, pdf-dokumentti, saatavissa: [http://www.epcglobalinc.org/standards/specs/900\\_MHz\\_Class\\_0\\_RFIDTag\\_Specification.pdf](http://www.epcglobalinc.org/standards/specs/900_MHz_Class_0_RFIDTag_Specification.pdf) [viitattu 15.2.2010]
17. Similä, T. & Puoskar, V. RFID-etätunnisteiden käyttö pian arkipäivää, Saatavissa: [http://www.upm-kymmene.com/fi/upm/media/artikkelit/rfid-etatunnisteiden\\_kaytto\\_pian\\_arkipaivaa/](http://www.upm-kymmene.com/fi/upm/media/artikkelit/rfid-etatunnisteiden_kaytto_pian_arkipaivaa/), [viitattu 9.3.2010]
18. Vakkari, J. & Värri, J. Suunnittelupalaveri eri tekniikoiden käytöstä, Sähköryhmä Muukka Oy, Haminan satama, 22.1.2010
19. Sulonen, R. Sähköasennukset 2, Sähkö- ja teleurakoitsijoiden liitto STUL ry, Tammerpaino Oy, 2006
20. Kauppila, J. & Tiainen, E. & Ylinen, T. Sähköasennukset 3, Sähkö- ja teleurakoitsijoiden liitto STUL ry, Painokurki, 2009



21. Työterveyslaitos, ATEX-starttipaketti pk-yrityksille (luonnos 31.5.2006), pdf-dokumentti, saatavissa: <http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/CA50CA2F-AEAD-4A90-ACA7-3511FF878948/0/starttipaketti310506.pdf> [viitattu 2.2.2010]
22. SKS-automaation komponentit räjähdysvaarallisiin tiloihin, saatavissa: [http://www.sks.fi/inet/sks/contman.nsf/documents/FF74D1D3EC45183DC22571F80034CA6E/\\$file/A137-0024\\_050309.pdf](http://www.sks.fi/inet/sks/contman.nsf/documents/FF74D1D3EC45183DC22571F80034CA6E/$file/A137-0024_050309.pdf) [viitattu 12.3.2010]
23. RFID Tag collision, saatavissa: <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=57> [viitattu 5.3.2010]
24. RFID Reader collision, saatavissa: <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=58> [viitattu 5.3.2010]
25. IdTronic lukijalaitteen esite, Saatavissa: [http://www.idtronic.de/products\\_pdf/Bluebox/LF/Bluebox\\_LF\\_Controller\\_-\\_2.pdf](http://www.idtronic.de/products_pdf/Bluebox/LF/Bluebox_LF_Controller_-_2.pdf) [viitattu 2.2.2010]

## Räjähdyksvaaralliset tilat (ATEX)

SFS KÄSIKIRJA 59	Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu. Palavat nesteet ja kaasut. Laitteiden suunnittelu, asennukset ja laitevalinta	1998
SFS-EN 60079-10	Kaasuräjähdyksvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 10: Räjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu	2003
SFS-EN 61241-10	Pölyräjähdyksvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 10: Pölyräjähdyksvaarallisten tilojen luokittelu	2003

## Laitteiden suunnittelu, asennukset ja laitevalinta

SFS-käsikirja 140	Räjähdyksvaarallisten tilojen sähköasennukset (ottaen huomioon, mitä on esitetty TUKES-ohjeesta S-10 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit)	2004
SFS-käsikirja 161-1	Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet ja suojausjärjestelmät. Osa 1: Laitesuunnittelun perusteet, terminologia, laatu järjestelmän soveltaminen	2004
SFS-käsikirja 161-2	Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet ja suojausjärjestelmät. Osa 2: Räjähdyssuojausrakenteet muille kuin sähkölaitteille	2006
SFS-EN 60079-0	Explosive atmospheres. Part 0: Equipment. General requirements	2007
SFS-EN 61241-0	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 0: General requirements	2007
SFS-EN 61241-14	Pölyräjähdyksvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 14: Valinta ja asennus	2005
SFS-EN 60079-14	Räjähdyksvaarallisten tilojen sähkölaitteet. Osa 14: Räjähdyksvaarallisten tilojen sähköasennukset (Ei koske kaivoksia)	2003

Räjähdyksvaarallisia tiloja koskevan direktiivin (94/9/EY) mukaiset yhdenmukaistetut standardit

SFS-EN 1010-1:en	Koneturvallisuus. Paperi- ja paperin jälkikäsittelykoneiden turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Yleiset vaatimukset	2005
SFS-EN 1127-1	Räjähdyksvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät,	2008
SFS-EN 1127-2:en	Räjähdyksvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Osa 2: Kaivoksia koskevat perusteet ja menetelmät	2008
SFS-EN 1755	Trukkien turvallisuus. Käyttö räjähdysvaarallisissa tiloissa; palavassa kaasussa, höyryssä ja pölyssä	2000
SFS-EN 1834-1:en	Mäntäpolttomootorit. Räjähdyksvaarallisissa tiloissa käytettävien moottorien turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Ryhmän II moottorit syttyvissä kaasu- ja höyry-ympäristöissä	2000
SFS-EN 1834-2:en	Mäntäpolttomootorit. Räjähdyksvaarallisissa tiloissa toimivien moottorien suunnittelun ja valmistuksen turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Ryhmä I maanalaisessa työssä käytettävät, kaivoskaasuille ja/tai syttymisherkälle pölylle alttiina olevat moottorit	2000
SFS-EN 1834-3:en	Mäntäpolttomootorit. Räjähdyksvaarallisissa tiloissa toimivien moottorien suunnittelun ja valmistuksen turvallisuusvaatimukset. Osa 3: Ryhmän II moottorit, jotka on tarkoitettu käytettäväksi syttyvissä pöly-ympäristöissä	2000
SFS-EN 1839:en	Kaasujen ja höyryjen räjähdysrajojen määrittäminen	2003
SFS-EN 12874:en	Liekinpysäyttimet. Toimintavaatimukset, testimenetelmät ja käyttörajoitukset	2001
SFS-EN 13012:en	Jakeluasemat. Polttoaineiden jakelulaitteiden täyttöventtiilien rakenne ja toiminnalliset vaatimukset	2002
SFS-EN 13160-1:en	Vuodonilmaisujärjestelmät. Osa 1: Yleiset periaatteet	2004
SFS-EN 13237	Räjähdyksvaaralliset tilat. Räjähdyksvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien termit ja määrittelyt	2004
SFS-EN 13463-1 + AC	Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 1: Perusmenetelmä ja vaatimukset	2002
SFS-EN 13463-2	Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 2: Suojaus virtausta rajoittavalla koteloinnilla 'fr'	2005
SFS-EN 13463-3	Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 3: Suojaus räjähdyspaineenkestävällä koteloinnilla 'd'	2005
SFS-EN 13463-5	Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 5: Suojaus rakenteellisella turvallisuudella 'c'	2004
SFS-EN 13463-6	Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 6: Suojaus syttymislähteiden valvonnalla 'b'	2005

Räjähdyksvaarallisia tiloja koskevan direktiivin (94/9/EY) mukaiset yhdenmukaistetut standardit

SFS-EN 13463-8	Räjähdyksvaarallisten tilojen muut kuin sähkölaitteet. Osa 8: Suojaus nesteeseen upottamalla 'k'	2004
SFS-EN 13616:en	Kiinteiden polttonestesäiliöiden ylitäytönestimet	2005
SFS-EN 13617-1:en	Palavien nesteiden jakeluasemat. Osa 1: Jakelulaitteiden rakenteen ja toiminnan turvallisuusvaatimukset	2005
SFS-EN 13617-2:en	Palavien nesteiden jakeluasemat. Osa 2: Jakelulaitteissa käytettävien murtoliittimien rakenteen ja toiminnan turvallisuusvaatimukset	2005
SFS-EN 13617-3:en	Palavien nesteiden jakeluasemat. Osa 3: Letkurikkoventtiilin rakenteen ja toiminnan turvallisuusvaatimukset	2003
SFS-EN 13673-1:en	Kaasujen ja höyryjen enimmäisräjähdyspaineen ja suurimman räjähdyspaineen nousunopeuden määrittäminen. Osa 1: Enimmäisräjähdyspaineen määrittäminen	2003
SFS-EN 13673-2:en	Kaasujen ja höyryjen enimmäisräjähdyspaineen ja suurimman räjähdyspaineen nousunopeuden määrittäminen. Osa 2: Enimmäisräjähdyspaineen määrittäminen	2006
SFS-EN 13760:en	Nestekaasun ajoneuvokäyttö. Jakelulaitteet kevyen ja raskaan liikenteen ajoneuvoille. Täyttöventtiilin mitoitus ja testausvaatimukset	2004
SFS-EN 13821:en	Räjähdyksvaaralliset tilat. Räjähdyksen esto ja suojaus. Pölyilmaseosten pienimmän syttymisenergian määrittäminen	2003
SFS-EN 13980	Räjähdyksvaaralliset tilat. Laatu järjestelmien soveltaminen	2003
SFS-EN 14034-1:en	Pölypilvien räjähdysominaisuuksien määrittäminen. Osa 1: Pölypilvien enimmäisräjähdyspaineen $p_{max}$ määrittäminen	2005
SFS-EN 14034-2:en	Pölypilvien räjähdysominaisuuksien määrittäminen. Osa 2. Pölypilven suurimman räjähdyspaineen nousunopeuden $(dp/dt)_{max}$ määrittäminen	2006
SFS-EN 14034-3	Pölypilvien räjähdysominaisuuksien määrittäminen. Osa 3 Pölypilven alemman räjähdysrajan LEL määrittäminen	2006
SFS-EN 14034-4:en	Pölypilvien räjähdysominaisuuksien määrittäminen. Osa 4: Pölypilvien rajahappipitoisuuden LOC määrittäminen	2005
SFS-EN 14591-1:en	Räjähdyksen esto ja suojaus maanalaisessa kaivostoiminnassa. Suojajärjestelmät. Osa 1: 2 barin räjähdyskestävä tuuletusrakenne	2005
SFS-EN 50015	Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres. Oil immersion "o"	1999
SFS-EN 50017	Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres. Powder filling "q"	1999

Räjähdysvaarallisia tiloja koskevan direktiivin (94/9/EY) mukaiset yhdenmukaistetut standardit

SFS-EN 60079-1	Explosive atmospheres. Part 11: Equipment protection by flameproof enclosures "d"	2007
SFS-EN 60079-2	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 2: Pressurized enclosures "p"	2008
SFS-EN 60079-5	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 5: Requirements for Powder filling "p"	2007
SFS-EN 60079-7	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 7: Increased safety "e"	2007
SFS-EN 60079-11	Explosive atmospheres. Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i"	2007
SFS-EN 60079-15	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 15: Construction, test and marking of type of protection "n" electrical apparatus	2006
SFS-EN 60079-17	Explosive atmospheres. Part 17: Electrical installations inspections and maintenance	2008
SFS-EN 60079-18	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 18: construction, test and marking of type of protection encapsulation "m" electrical apparatus	2004
SFS-EN 60079-25	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 25: Intrinsically safe systems	2004
SFS-EN 60079-26	Explosive atmospheres. Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga	2007
SFS-EN 60079-27	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and Fieldbus nonincendive concept (FNICO)	2006
SFS-EN 60079-28	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation	2007
SFS-EN 50104 Korvannut standardin SFS-EN 50104:1999 1.2.2005	Electrical apparatus for the detection and measurement of oxygen. General requirements and test methods	2002
SFS-EN 50104/A1	Electrical apparatus for the detection and measurement of oxygen. General requirements and test methods,	2004

Räjähdyksvaarallisia tiloja koskevan direktiivin (94/9/EY) mukaiset yhdenmukaistetut standardit

SFS-EN 50241-1	Specification for open path apparatus for the detection of combustible or toxic gases and vapours. Part 1: General requirements and test methods	1999
SFS-EN 50241-1/A1	Specification for open path apparatus for the detection of combustible or toxic gases and vapours. Part 1: General requirements and test methods	2004
SFS-EN 50241-2	Specification for open path apparatus for the detection of combustible or toxic gases and vapours. Part 2: Performance requirements for apparatus for the detection of combustible gases	1999
SFS-EN 61241-1	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 1: Protection by Enclosures "tD"	2005
SFS-EN 61241-11	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 11: Protection by intrinsic safety "iD"	2007
SFS-EN 61241-17	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 17: Inspections and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)	2006
SFS-EN 61241-18	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 18: Protection by encapsulation "mD"	2008
SFS-EN 61241-2-2	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 2: Test methods. Section 2: Methods for determining the electrical resistivity of dust in layers	1996
SFS-EN 61241-4	Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust. Part 4: type of protection "pD"	2007
SFS-EN 50303	Group I, Category M1 equipment intended to remain functional in atmospheres endangered by firedamp and/or coal dust	2000
SFS-EN 50381	Transportable ventilated rooms with or without an internal source of release	2004
SFS-EN 60079-29-1	Explosive atmospheres. Part 29-1: Equipment for the detection and measurement of flammable gases. General and performance requirements	2008
SFS-EN 62013-1	Caplights for use in mines susceptible to firedamp. Part 1: General requirements. Construction and testing in relation to the risk of explosion	2007
SFS-EN 62013-2	Caplights for use in mines susceptible to firedamp. Part 2. Performance and other safety-related matters	2007

Yksinkertainen malli räjähdyssuojausasiakirjan laadintaan

- 1. Yrityksen nimi**
- 2. Yrityksen osoite**
- 3. Työpaikan työskentelytilojen kuvaus**
- 4. Yrityksen toimintojen kuvaus**
- 5. Kuvaus käytettävistä aineista**
- 6. Vaaran arvioinnin tulokset**
- 7. Toteutetut räjähdyssuojaustoimenpiteet**
  - 7.1 Tekniset toimenpiteet**
  - 7.2 Organisatoriset toimenpiteet**
- 8. Räjähdyssuojaustoimenpiteistä vastuussa oleva henkilö**
- 9. Liitteet**
- 10. Päiväys**

Ohjeet asiakirjan laadintaan

**1. Yrityksen nimi**

**2. Yrityksen osoite**

**3. Työpaikan työskentelytilojen kuvaus**

- Kuvataan työskentelytilat, joissa räjähdyskelpoiset ilmaseokset aiheuttavat vaaraa
- Rakennuksen kuvaus
- Työntekijöiden lukumäärä

**4. Yrityksen toimintojen vaiheiden kuvaus**

- Kuvaus työvaiheista
- Toimintaa koskevat tunnusluvut (esim. lämpötila, paine, tilavuus, tuotantoteho, kierrosluku, toimintavälineet)
- Tilojen siivouksen laatu ja mahdollisesti tiedot tilan tuuletuksesta

**5. Kuvaus käytettävistä aineista**

- Kuvaus aineista, joista muodostuu räjähdyskelpoisia ilmaseoksia, (esim. maalit, lakat, pölyt, liuottimet, kaasut)
- Räjähdysuojatoimenpiteiden kannalta merkitykselliset turvatekniset tunnusluvut, esim. räjähdyskelpoisen ilmaseoksen pitoisuus

**6. Vaaran arvioinnin tulokset**

- Kuvaus koneista ja laitteista joissa räjähdysvaarallisia ilmaseoksia voi esiintyä
- Otettava huomioon myös käynnistys- ja pysäytysvaihe, puhdistus sekä toimintahäiriöt
- Kuvaus menettelytavasta, jota on käytetty räjähdysvaarojen tunnistamiseen, esim. Esim. Euroopan komission laatiman käsikirjan arviointiprosessin perusteella

**7. Toteutetut räjähdysuojatoimenpiteet**

- Mainitaan toimenpiteiden perustana oleva suojausperiaate, esim. räjähdyskelpoisen ilmaseoksen tai syttymislähteiden torjuminen
- Jaetaan teknisiin ja organisatorisiin toimenpiteisiin



### **7.1 Tekniset toimenpiteet**

- Ennalta ehkäisevien toimenpiteiden kuvaus
- Rakenteellisten toimenpiteiden laatu, toimintaperiaate ja asennuspaikka
- Prosessiohjausteknisten toimenpiteiden laatu, toimintaperiaate sekä asennuspaikka

### **7.2 Organisatoriset toimenpiteet**

- Työpaikan toimintaohjeet
- Työntekijöiden pätevyyden varmistaminen
- Työvälineiden käytön sääntely räjähdysvaarallisissa tiloissa
- Suojainten käytön varmistaminen
- Miten kunnossapito-, valvonta- ja tarkastustehtävät on järjestetty
- Räjähdysvaarallisten tilojen merkitseminen
- Siivouksen laatu ja laajuus

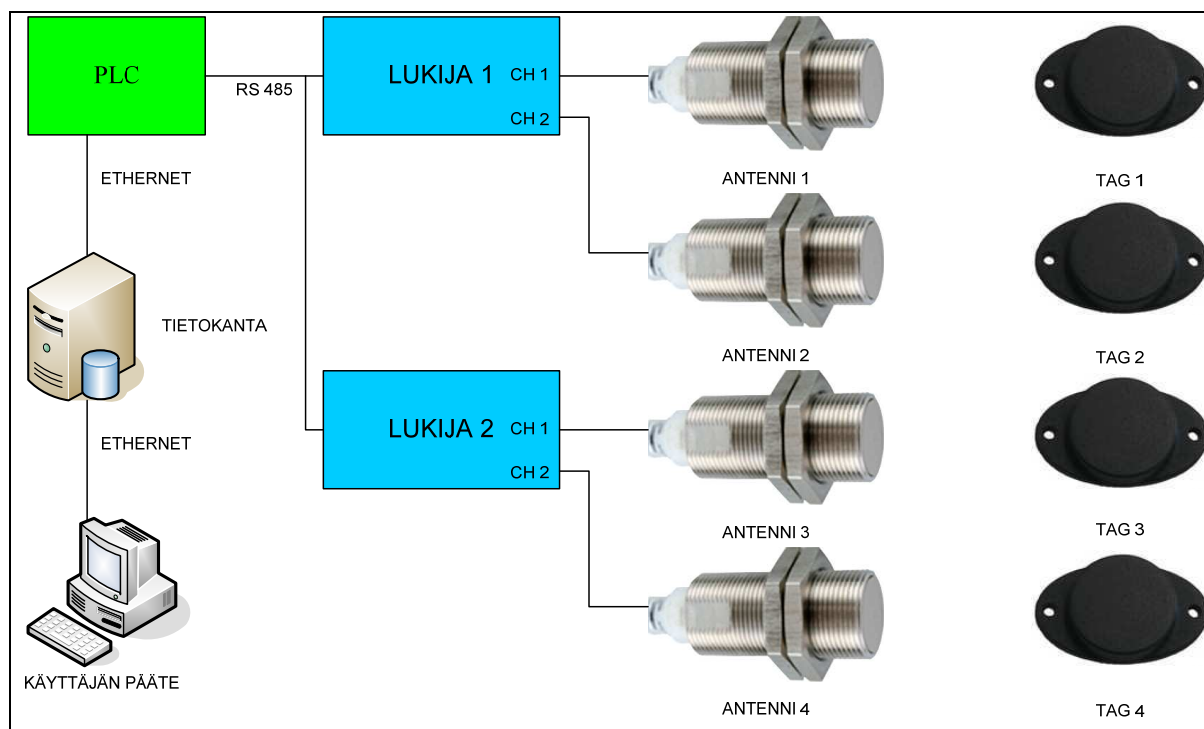
## **8. Räjähdysuojastoimenpiteistä vastuussa oleva henkilö**

- Henkilö tai henkilöt jotka ovat vastuussa räjähdysuojastoimenpiteistä sekä asiakirjan päivittämisestä
- Vastaa siitä, että raaka-aineiden ja koneiden muutosten vaikutukset tutkitaan

## **9. Liitteet**

- Liitteenä voi olla esim. pohjapiirustus, pelastussuunnitelma, tyyppitarkastustodistuksia, käyttöohjeita tai muita räjähdysuojauksen kannalta oleellisia dokumentteja
- Räjähdysuojausasiakirjan liitteenä tulee olla yrityksen pohjapiirustus, josta käy ilmi Ex-tilojen tilaluokitukset, poistumistiet sekä tilat, joissa noudatetaan vähimmäisvaatimuksia ATEX-direktiivin osalta

## **10. Päiväys**



Tunnistusjärjestelmän kaavio.