

PALOPELLIN
TESTAUSLAITTEEN
KEHITTÄMISSUUNNITELMA

Halton Marine

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Lasse Paavola

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

PAAVOLA, LASSE:

Palopellin testauslaitteen
kehittämissuunnitelma
Halton Marine

Mekatroniikan opinnäytetyö, 45 sivua, 16 liitesivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Halton Marinelle kehittämissuunnitelma ja käyttöönotto palopellin testauslaitteelle. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää palopellintestauslaitetta siten, että se soveltuu tyypillisimpiin öljy- ja kaasusegmentin peltien testauksiin. Pellin testauslaitteen tuli soveltua erilaisille toimilaitteille, rajakytkimille, venttiileille ja kytkentäkoteloidille.

Teoriaosuus käsittelee peltejä, niiden toimintaa ja komponentteja. Testauslaitteen rakentamiseen ja turvalliseen käyttöön liittyen käsitellään sähkölaitteen kosketussuojausta, kosketusjännitesuojausta ja suojausluokkia. Porehdytään myös testauslaitteen suorittamiin tarkastusmittauksiin, kuten suojajohtimen jatkuvuuden- ja eristysresistanssin mittauksiin, pellin avautumisen ja sulkeutumisen testaamiseen ja lisäksi käyttäjän suorittamiin silmämääräisiin tarkastuksiin.

Peltejä toimitetaan myös räjähdysvaarallisiin Ex-tiloihin, joten työssä käydään läpi pellin komponenteilta vaadittavia ominaisuuksia Ex-tiloissa. ATEX-vaatimusten lisäksi tuotteilta vaaditaan kaapeleiden ja koteloiden häiriösuojausta. Häiriösuojauksen ja räjähdysvaarallisten tilojen vaatimusten ymmärtäminen oli oleellista peltien toiminnan selvityksen kannalta.

Käytännön osuuteen sisältyi testauslaitteen mekaaniseen ja sähköiseen rakenteeseen tutustuminen, jonka pohjalta voitiin suunnitella tarvittava toiminnallisuus ja toteutus. Tässä osuudessa vertailtiin myös erilaisia vaihtoehtoja toteuttaa testauslaitteen vaadittavat toiminnat ja ominaisuudet. Käytännön osuus koostui testauslaitteen suunnittelusta, asianmukaisen dokumentaation tuottamisesta, kuten sähkökuvien piirtämisestä ja käyttöohjeiden laatimisesta.

Työn tavoitteet täyttyivät, sillä testauslaite soveltuu tyypillisimpien öljy- ja kaasusegmentin peltien testaukseen. Kehityskohteeksi asetettiin useamman pellin testaaminen yhtäaikaan, ulkoisten antureiden testaaminen ja mittauspöytäkirjan ajaminen ERP-järjestelmään. Työn ulkopuolelle rajattiin laitteen käyttöönotto.

Asiasanat: testauslaite, palopelti, anturi, toimilaite, ATEX, kytkentäpää

Lahti University of Applied Sciences

Faculty of Technology

PAAVOLA, LASSE:

Development plan for
fire damper test device
Halton Marine

Bachelor's Thesis in Mechatronics, pages 45, 16 pages of appendices

Autumn 2015

ABSTRACT

The objective of this Bachelor's thesis was to produce a development plan and execution phase for a fire damper testing device for Halton Marine. The aim was to develop the fire damper testing device so that it is suitable for the testing for typical oil and gas segments' dampers. The damper testing device had to be suitable for different actuators, limit switches, valves and junction boxes.

The theoretical part handles dampers their action and components. It also discusses testing device building and their safe usage. In addition, protection against contact of electrical device, protection against accidental contact and protection class is included. Also familiarize oneself with verifying measurements executed by testing device. The measurements are continuity of the protective conductor and insulation resistance, testing open and closed functions of the damper and visual inspection executed by user.

Dampers are delivered also in explosive Ex-spaces, so the required properties for the components in Ex-spaces is handled. Besides ATEX-demands products like cables and junction boxes are claimed to be screened. Understanding the requirements for screening and Ex-spaces was essential for studying the dampers' function.

The practical part included acquainting oneself with the mechanical and electrical structure of the testing device, whereby the functionality and execution could be designed. A comparison of the alternatives was made in this part so that the functions and the properties fulfilled the demands for the testing device. Practical part consisted of the designing of the testing device, producing due documentation, such as the design for electrical wiring and preparing the instruction manual.

The objectives of the thesis were met because the testing device was suitable for testing typical oil and gas segments' dampers. Testing more than one damper simultaneously, testing external sensors and saving the measurement result in ERP-system needs to be studied more. The commissioning of the device was outlined of the thesis.

Key words: test device, fire damper, sensor, actuator, ATEX, test probe

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoitteet ja rajaus	2
1.2	Työn aloitus	2
1.3	Lähtötilanne	3
2	HALTON	6
2.1	Halton Foodservice	6
2.2	Halton Marine	6
2.3	Laivanrakennus-, öljy ja kaasu- ja laivastosegmentti	7
2.4	Smarteh	7
3	PALOPELTIEN TOIMINTA JA RAKENNE	8
3.1	Palopeltien toiminta	8
3.2	Palopellin rakenne	9
4	PALOPELLIN KOMPONENTIT	11
4.1	Sähköiset toimilaitteet	11
4.2	Lähestymis- ja kosketuskytkimet	13
4.3	Mekaaniset kosketuskytkimet	14
4.4	Induktiiviset ja kapasitiiviset lähestymiskytkimet	15
4.5	Muita rajakytkimiä	15
5	SUOJAUS SÄHKÖISKULTA	17
5.1	Jännitteisten osien suojaus koskettamiselta	17
5.2	Sähkölaitteiden kotelointi ja IP-luokitus	17
5.3	Kosketusjännitesuojaus	18
5.4	Vikavirtasuojakytkin	19
6	SÄHKÖLAITTEIDEN SUOJAUSLUOKAT	20
7	SÄHKÖLAITTEIDEN TARKASTUSMITTAUKSET	22
7.1	Sähkölaitteen silmämääräinen ja aistinvarainen tarkastus	22
7.2	Eristysresistanssimittaus	22
7.3	Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus	23
8	SÄHKÖLAITTEEN MERKINNÄT	24
8.1	Sähkölaitteen arvokilpi	24
8.2	CE-merkintä	24

8.3	Sertifiointimerkintä	25
9	RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN INSTRUMENTOINTI	26
9.1	ATEX-direktiivit Euroopassa	26
9.2	Ex-tilat	26
9.2.1	Tilaluokka	27
9.2.2	Laiteluokka	27
9.2.3	Lämpötilaluokka	28
10	HÄIRIÖSUOJAUKSEN VAATIMUKSET	29
10.1	Kaapelien häiriösuojaus	29
10.2	Häiriösuojaus kytkentäkoteloilla	30
11	YHTEENVETO	32
11.1	Työn lopputulos	32
11.2	Erlaisia peltikofiguraatioita ja kytkentävaihtoehtoja	33
11.3	Toiminnallisuustesti	35
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	39

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli jatkokehittää olemassa oleva pellintestauslaite sille tasolle, että laite pystyy testaamaan tyypillisimpien peltikonfiguraatioiden toiminnallisuuden. Toiminnallisuustestissä testattiin pellin ja pellin komponenttien asianmukainen toiminta. Komponentteina oli erilaisia toimilaitteita, venttiilejä, rajakytkimiä ja kytkentäkotelaitteita.

Työn lähtötilanteena oli Smartehin ja Halton Marinen kehittämä palopellin testauslaite. Testauslaitetta ei ollut otettu käyttöön, koska siinä ilmeni muutamia käytännön ongelmia. Tässä opinnäytetyössä pureudutaan kyseisiin ongelmiin ja pyritään etsimään vaihtoehtoisia ratkaisuja ja menetelmiä ongelmien ratkaisuun, jotta testauslaite voidaan käyttöönottaa.

Työn tarkoituksena oli myös perehtyä peltien ja pellissä käytettävien komponenttien rakenteeseen ja toimintaan. Testauslaitteen toiminnan parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttaminen vaati myös tutustumista peltien toimintaympäristöön, häiriösuojaukseen, Ex-tiloihin, sähköturvallisuuteen ja niihin liittyviin standardeihin ja direktiiveihin. Edellisten asioiden opiskelu helpotti pellin toiminnan ymmärtämistä, testauksen kokonaisuuden hahmottamista ja lisäsi vaihtoehtoisia tapoja työn ongelmien ratkaisuun.

Työn päätavoitteena oli suunnitella ja kehittää laitteeseen sellainen kytkentäpää, jolla voidaan kytkeytyä mahdollisimman moneen erilaiseen peltikonfiguraatioon. Alkuperäinen kytkentäpää on suunniteltu vakiokonfiguraatiolle, eikä se ole muunneltavissa. Koska tuotteet suunnitellaan asiakkaiden toiveiden mukaisesti, vakiokonfiguraatio muuttuu asiakkaasta riippuen. Tämän takia vakiokytkentäpää ei ole käytännöllinen ja vaati jatkokehittämistä. Kytkentäpäähän kehittämisessä tuli ottaa huomioon sen käyttäjäystävällisyys ja käytettävyys. Kytkentäpäähän tuli siis olla muunneltavissa, käyttäjälleen turvallinen, helppokäyttöinen ja nopea kytkeä. Peltien testaaminen tulisi olla mahdollisimman jouhevaa suuriakin peltieriä testattaessa.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Tämä työ keskittyy tuottamaan dokumentit ja raportit, jotta testauslaite voidaan kehittää sille tasolle, että se voidaan käyttöönottaa tuotantoon. Työn tavoitteena oli perehtyä peltien toimintaan ja sen komponentteihin, toimintaympäristöön, standardeihin ja direktiiveihin, sähköturvallisuuteen ja häiriösuojaukseen. Pää tavoitteena oli jatkokehittää ja rakentaa testauslaite tyypillisimpien peltien testaamiseen. Testauslaite on suunniteltu palopeltien testaamiseen, ja työssä tutkitaan mitä muutoksia vaaditaan, että testauslaite soveltuu myös säätöpeltien testaamiseen. Testauslaitteeseen suunnitellaan myös mahdollisuus testata peltien ulkoisia rajakytkimiä.

1.2 Työn aloitus

Testauslaite oli välttävästi dokumentoitu, mikä toi haasteita työn aloittamiseen. Aluksi testauslaitteesta piti selvittää rakenne ja toimintaperiaate. Smarteh toimitti toimintakuvauksen, sähkökeskuksen layoutin ja I/O-listan (LIITE 1), joiden perusteella testauslaitteen kehittäminen aloitettiin. Testauslaitteen sähkökeskuksen mittaukset ja silmämääräinen tarkastelu antoi pohjatietoja, joiden perusteella pystyttiin piirtämään sähkökuvat (LIITE 2) ja päivittämään I/O-listan sekä laatimaan käyttö-ohjeet (LIITE 3).

Sähköisen ja mekaanisen rakenteen kartoituksen jälkeen aloitettiin kytkentäpään kehittäminen. Kytkentäpään turvallisen toteutuksen edellytyksenä oli, että ymmärtää kosketussuojauksen ja kosketusjännitesuojaksen toimintaperiaatteen. Kytkentäpään rakenteen oli oltava käyttäjälle turvallinen, helppokäyttöinen ja nopea käyttää. Ennen rakentamisen aloittamista kyseiset asiat kerrattiin ja varmistettiin, että tieto-taitotaso vastasi työssä vaadittavaa tasoa.

1.3 Lähtötilanne

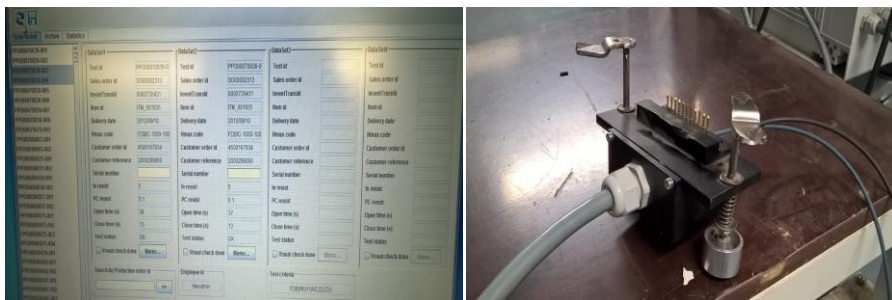
Testauslaite koostui tietokoneesta, sähkökeskuksesta (KUVIO 1.) ja tarvittavista sähkökomponenteista, viivakoodinlukijasta, syöttökaapelista, kommunikointikaapelista, testauskaapeleista ja käyttöliittymästä. Sähkökeskus sisälsi komponenttitasolla logiikan, I/O-moduuleita, sulakkeita, kontaktoreja, muuntajia, riviliittimiä, vääntökytkimiä ja painikkeita.



KUVIO 1. Testauslaite ja sähkökeskus

Tietokoneessa oli käyttöliittymä (KUVIO 2.), jolla testauslaitetta voitiin käyttää. Käyttöliittymältä voitiin valita testattava palopelti sarjanumeron perusteella manuaalisesti tai sitten testattavan pellin viivakoodi luettiin viivakoodin lukijalla. Käyttöliittymältä valittiin manuaalisesti testattavat pellit ja tarkasteltiin testin jälkeen testaustuloksia käyttöliittymältä.

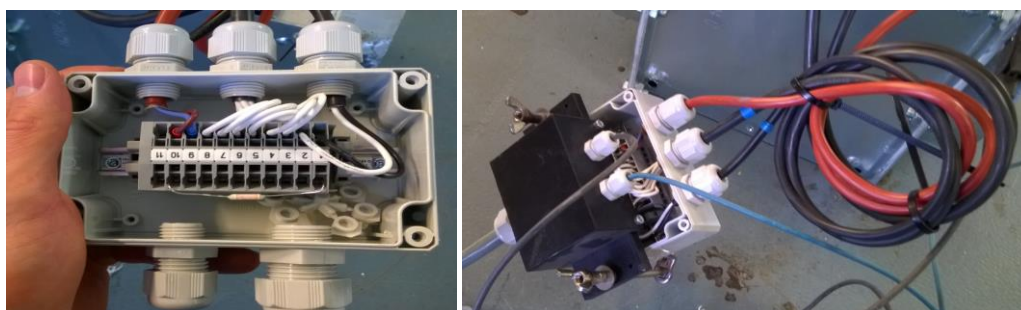
Testauslaitteessa oli neljä kanavaa, joilla oli mahdollista testata neljä peltiä yhdellä testisyklillä. Lähtötilanteessa kytkentäpää oli mahdollista kytkeä vain vakiokytkentärasiaan vakiokytkennällä. (KUVIO 3.)



KUVIO 2. Testauslaitteen käyttöliittymä ja kytkentäpää

Vakiokytkentäpäälle tuli kehittää ja rakentaa vaihtoehtoinen ratkaisu peltin liittämiseen testauslaitteeseen. Vakio kytkentäpää oli sidoksissa tietyn toimilaitteen kytkentään ja kytkentäkotelon (KUVIO 3.) kokoon.

Kytkentäpään suunnittelussa ja toteutuksessa tuli päästä eroon näistä sidoksista, jotta testauslaitteeseen pystytään kytkemään mahdollisimman monta erilaista peltityyppiä. Työn haasteena olikin laaja peltien konfiguraatioiden kirjo. Konfiguraatioissa voi olla monien eri valmistajien erikokoisia kytkentäkotelaita, riviliittimiä, rajakytkimiä ja toimilaitteita. Toimilaitteiden ja rajakytkimien käyttöjännitteet tuli olla säädettävissä 8 VDC:n – 230 VAC:n välillä.



KUVIO 3. Vakio kytkentäkotelon ja kytkentä

Testilaitte on suunniteltu palopeltin testaamiseen. Palopeltin kytkentäkoteloon on kytketty palosulake, jonka kautta syöttöjännite kulkee toimilaitteelle. Palotilanteessa tämä sulake katkaisee syöttöjännitteen toimilaitteelle, jolloin jousipalautteinen toimilaitte sulkeutuu jousen avulla. Työssä pyritään selvittämään, mitä muutoksia testilaitteelle tehdään, jotta testi soveltuu myös säätöpelleille, joissa ei ole palosulaketta. Nykyisessä kytkentäkotelossa on myös luovuttu vakio kytkentäkotelossa näkyvästä kotelonsisäisestä lämpösulakkeesta.

Aikataulun perusteella määräytyi mitkä asiat opinnäytteeseen sisältyi. Jatkokehityskohteita laitteessa oli opinnäytetyön lisäksi paljon.

Testauslaitteen käyttöönotto ja testaus on aikaa vievää, joten aluksi kytkentäpää suunniteltiin yhteen laitteen neljästä kanavasta. Jos kytkentäpää todetaan tuotannon käytössä toimivaksi, se toteutetaan myös

laitteen kolmelle muulle kanavalle, jolloin voidaan testaus suorittaa neljälle pellille samanaikaisesti.

Laitteessa ei ollut mahdollisuutta testata peltikonfiguraatioiden ulkoisiarajakytkimiä. Laite testasi ainoastaan toimilaitteen ja sen sisäisten rajakytkimien toiminnan. Laitteeseen tulee lisätä I/O:ta tarvittava määrä, jotta ulkoisten rajakytkimien testaus tulee mahdolliseksi. Tämä sisältää myös laitteen logiikan uudelleen ohjelmoimista. Laitteeseen tulee lisätä 8 VDC:n jännitelähde, jolla saadaan syöttöjännite testattaville NAMUR-antureille. Ratkaisu löytyi Ex Barrier-moduulista. Moduulista saadaan 8 VDC:n syöttöjännite NAMUR-antureille. Toteutus ulkoisten rajojen testaamisesta ja testauslaitteen käyttöönotosta jouduttiin ajanpuutteen vuoksi rajaamaan pois opinnäytetyöstä.

Ohjelmalliset muutokset joudutaan tekemään Smartehin kautta. Smartehille kirjoitettiin raportti mihin listattiin edellä mainitut kehityskohteet ja vaadittavat toimenpiteet. Rakenteelliset muutokset ja komponenttien lisäykset voidaan tehdä omilla resursseilla, mutta ohjelmallisiin muutoksiin tarvitaan Smartehin resursseja. Smartehin logiikka ja siihen liittyvät moduulit toimivat suljetussa ympäristössä, ja niihin ulkopuoliset tahot eivät pysty tekemään muutoksia.

2 HALTON

Halton on vuonna 1969 Seppo Halttusen perustama sisäilmastoratkaisuihin erikoistunut perheyritys. Hallituksen puheenjohtaja on Mika Halttunen, ja Halton Groupin puheenjohtaja on Heikki Rinne. Yrityksen liikevaihto on 168 miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä noin 1250, joista 460 työskentelee Suomessa. Yritys toimii 29 maassa, ja yrityksen pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Halton-konsernin toiminta muodostuu kolmesta liiketoiminta-alueesta. (Halton 2015d.)

Halton valmistaa sisäilmastotuotteita. Painopiste on toimisto-, hotelli- ja terveydenhoitotilojen, laboraatioiden sekä julkisten tilojen ratkaisulla. Erikoisosaamisen avulla Halton tarjoaa terveellisiä ja energiatehokkaita sisäympäristöjä. Haltonin osaamiseen kuuluu ilmanjakoon, ilmastointi- ja jäähdytyspalkkeihin, ilmavirtojen hallintaan, ilmanvaihdon paloturvallisuuteen, ilmansuodatukseen ja sisäympäristön hallintaan liittyvät palvelut. (Halton 2015d.)

2.1 Halton Foodservice

Halton Foodservice on erikoistunut ammattikeittiöiden ja ravintoiloiden sisäilmaratkaisuihin. Foodservice luo asiantuntemuksen, joustavuuden ja tekniikan avulla miellyttäviä työympäristöjä kaikkialla maailmassa. Hyvät olosuhteet parantavat ruokapalvelutoiminnan kannattavuutta ja tuottavuutta. (Halton 2015d.)

2.2 Halton Marine

Halton Marine tarjoaa uusinta tekniikkaa hyttien ja laivakeittiöiden ilmanvaihtoon, paloturvallisuuteen, ilmavirtojen hallintaan ja ilmanjakojärjestelmiin. Halton Marine on yksi maailman johtavista sisäilmatuotteiden toimittajista laivaympäristöihin. Halton Marine keskittyy ratkaisuihin, jotka takaavat turvalliset ja viihtyisät olosuhteet risteilyaluksiin, merivoimien aluksiin ja öljynpora-autoille. (Halton 2015d.)

2.3 Laivanrakennus-, öljy ja kaasu- ja laivastosegmentti

Laivanrakennus segmentti on erikoistunut laivojen paloturvallisuuteen, hyttien ja laivakeittiöiden energiatehokkuuteen ja hygieniaan sekä ilmanvaihdon pisaranerottimiin. Paloturvallisuus on merkittävin tekijä merellä. Halton Marine tarjoaa laajan valikoiman palopelotteja, jotka voivat estää palon etenemisen ilmastointikanavien välityksellä. (Halton 2015e.)

Öljy ja kaasu segmentti on erikoistunut tekemään erityisvaatimusten mukaisia luotettavia ja lujarakenteisia ilmastointiratkaisuja ja –tuotteita öljy- ja kaasuteollisuuden tarpeisiin. Halton Marine tarjoaa paloturvallisuutta, mukaan lukien erikoispalopellit EEx-komponenteilla, humahdusventtiilit, laivakeittiöiden ilmanvaihto, hyttien ilmanvaihto ja pisaranerottimet. (Halton 2015e.)

Laivastosegmentti on erikoistunut laivastojen standardit täyttäviin korkealaatuisiin tuotteisiin. Halton Marine tarjoaa erikoissuunnitellut ja usein shokkitestatut palo- ja savupellit. Laivastosegmentti tarjoaa tarpeenmukaisen laivakeittiöiden ja hyttien ilmanvaihdon. (Halton 2015e.)

2.4 Smarteh

Smarteh on Slovenialainen automaatiotalo, joka tarjoaa älykkäitä ja energiatehokkaita ohjausratkaisuja laivojen ja hotellien ilmanvaihtojen hallintaan. Smartehin ratkaisuja käytetään myös säätämään valaistusta, ilmanvaihdon lämmitystä ja jäähdytystä, seuraamaan kulunvalvontaa ja ohjaamaan keittiöhuuvia ja niiden ilmanvaihtoa. Halton Marine käyttää Smartehin ratkaisuja laivojen hyttilaitteissa ja laivakeittiöiden huuvissa. (Smarteh 2015.)

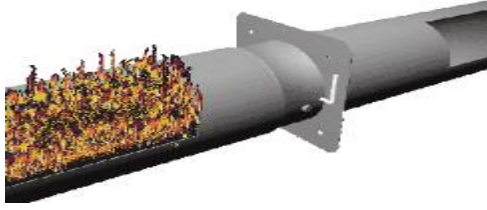
3 PALOPELTIEN TOIMINTA JA RAKENNE

Palopeltien toiminnan ja rakenteen osiossa perehdytään peltien käyttötarkoitukseen ja toimintaperiaatteeseen. Testilaitte on suunniteltu palopeltien testaukseen, mutta työssä on tarkoituksena kehittää testilaitetta myös säätöpeltien testaukseen. Säätöpelti säätelee pelkästään kanavassa kulkevaa ilmamäärää ja -virtausta, kun taas palopelti sulkee kanavan palon syttyessä tiiviiksi ja estää kaasujen ja savujen etenemisen kanavia pitkin. Säätöpellin ja palopellin rakenteellinen ero on, että palopellissä on sulake ja säätöpellissä sulaketta ei ole. Tämä ominaisuus tulee myös huomioida peltien kytkemisessä testilaitteeseen.

3.1 Palopeltien toiminta

Palopellin ja komponenttien toiminta on erittäin tärkeää varmistaa ennen käyttöönottoa, koska kyseessä on laite, jolla oikein toimiessaan on mahdollista varmistaa ihmisten turvallisuus. Palopeltien tarkoitus on estää palon syttyessä sen eteneminen ilmastointikanavissa. Palopellit asennetaan ilmastointikanaviin niin, että mahdollisen palon syttyessä pellit pysäyttävät palon jo varhaisessa vaiheessa eikä palo pääse leviämään kanavan välityksellä muihin tiloihin. Palopellit estävät myös vaarallisten savujen, höyryjen ja palokaasujen leviämisen kanavia pitkin. (Halton 2015c.)

Palopellin palontorjunta (KUVIO 4.) perustuu palosulakkeeseen. Sulakkeen laukeamislämpötila voidaan asettaa 50 °C - 200 °C:n lämpötilaan. Palon syttyessä lämpötilan nousu kanavassa laukaisee sulakkeen. Sulakkeen laukeaminen aiheuttaa pellin säleiden sulkeutumisen. Säleet on viritetty esijännitetyn jousen avulla; kun palosulake laukeaa, esijännitetty jousi sulkee palopellin säleet. Säleiden sulkeuduttua tiiviste sulkee kanavan tiiviiksi ja estää savukaasujen ja myrkyllisten höyryjen leviämisen. Lämpötilan noustessa yli 150 °C:n grafiittimassatiiviste laajenee ja tiivistää kanavan entisestään. (Halton 2015c.)

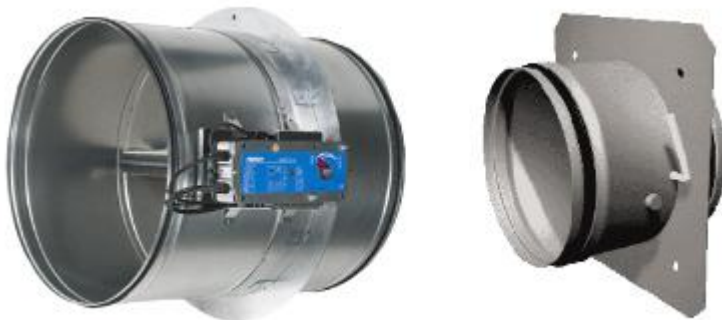


KUVIO 4. Palotilanne ilmanvaihtokanavassa (Halton 2015a)

Jotta pystytään vastaamaan asiakkaan vaatimukseen ja kovaan kilpailuun, pellit valmistetaan täysin asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Jokainen pelti on asiakkaan toivomusten perusteella räätälöity. Lisäksi peltien on täytettävä tyyppihyväksynnät, standardien ja paloluokitusten vaatimukset ja peltien tiiveys on testattava. Peltien valmistuksessa tulee noudattaa myös laatuja järjestelmiä, joista Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) vastaa. (Halton 2015a.)

3.2 Palopellin rakenne

Palopelti koostuu rungosta, säleistä, tiivisteistä ja kiinnityslaiipoista. Pelopellin sähköisiä komponentteja on toimilaite, sulake ja rajakytkimet (KUVIO 5.). Erikoisissa ja haastavissa olosuhteissa peltiin voidaan myös kiinnittää lisävarusteita. Esimerkiksi äärimmäisen kylmissä olosuhteissa palopelti voidaan varustaa ulkoisella lämmittimellä, jotta se säilyttää toimintakykynsä. Moottoritoiminen palopelti avautuu, kun moottori saa käyttöjännitteen, ja sulkeutuu, kun jännite katkeaa. Toimilaitteessa on asennonosoitin, joka indikoi pellin asentoa. Peltiä voidaan testata ilman sähköä viritysvivun avulla. (Halton 2015a.)



KUVIO 5. Sähköinen ja mekaaninen palopelti (Halton 2015a)

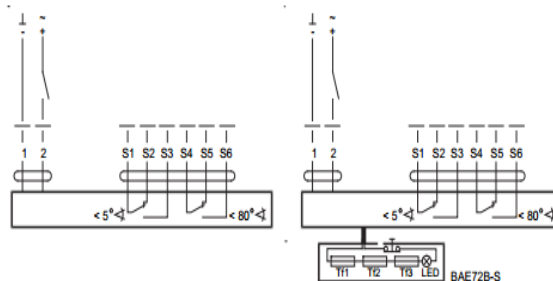
Palopellissä on aina lämpölaukaisu eli sulake. Palopeltejä voidaan lisäksi varustaa erilaisilla laukaisujärjestelmillä, kuten solenoidilaukaisulla, sähkömagneettisella laukaisulla ja pneumaattisella laukaisulla.

Solenoidilaukaisu perustuu ulkoiseen signaaliin, jolla pelti voidaan sulkea. Sähkömagneettinen laukaisu toimii niin, että kun sähkömagneetti saa syöttöjännitteen, pelti pysyy auki. Syöttöjännitteen katketessa pelti sulkeutuu. Pneumaattinen laukaisu perustuu palonsammutusjärjestelmän käyttöpaineeseen. Palonsammutusjärjestelmän aktivoituessa käyttöpaine laukaisee palopellin. (Halton 2015a.)

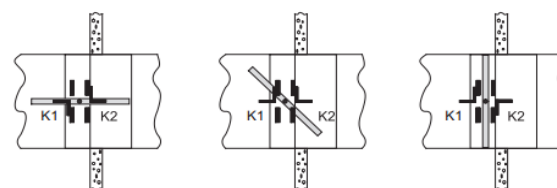
4 PALOPELLIN KOMPONENTIT

4.1 Sähköiset toimilaitteet

Sähkömoottori (KUVIO 6.) muuttaa sähköenergian mekaaniseksi energiaksi. Sähkömoottorin toiminta perustuu käämien magneettikenttään. Magneettikentän napaisuutta vaihtelemalla tietyllä taajuudella moottori alkaa pyöriä. Sähköisellä toimilaitteella ohjataan pellin säleitä. Pellin asennosta tarvitaan rajatietoja (KUVIO 7.), joilla ohjausta voidaan hallita tai saada tarkka tieto pellin asennosta. Tähän käytetään toimilaitteen sisäisiä tai ulkoisia rajakytkimiä. (Halton 2015b.)



KUVIO 6. Sähköisen toimilaitteen kytkentäkaavio (Halton 2015b)



Pelti auki	Pelti liikkeessä	Pelti suljettu
K1: 13/14 kiinni 21/22 auki	K1: 13/14 auki 21/22 kiinni	K1:13/14 auki 21/22 kiinni
K2: 13/14 auki 21/22 kiinni	K2:13/14 auki 21/22 kiinni	K2:13/14 kiinni 21/22 auki

KUVIO 7. Manuaalisen toimilaitteen kytkentäkaavio, rajakytkimet (Halton 2015b)

Toiminnallisuustestissä testilaitte testaa toimilaitteen ja rajakytkimien toiminnan. Toimilaitte voi olla sähköinen tai pneumaattinen. Tällä hetkellä testilaitte testaa toimilaitteen sisäiset rajakytkimet, mutta jatkokehityksen

jälkeen testauslaitteen on tarkoitus myös testata ulkoisten rajakytkimien toiminta. Toiminnallisuustesti perustuu sekvenssiohjelmaan, eli ohjelma etenee porrasmaisesti suorittaen yhden toimenpiteen ja sen jälkeen siirtyy seuraavaan toimenpiteeseen. Testiohjelma tarkastelee peltejä sen mukaan, mitä käyttöliittymältä määritellään. Käyttöliittymältä voidaan valita testattava pelti ja peltien määrä.

Testisekvenssi etenee seuraavasti: Ensin mitataan toimilaitteen eristysresistanssi. Eristysresistanssin arvo on oltava asetettujen rajojen sisällä, että testi etenee seuraavaan vaiheeseen. Eristysresistanssia mitattaessa ensin testilaitte kytkee kaikki logiikan lähdöt pois päältä. Sen jälkeen logiikan lähtö ohjaa relettä, jonka läpi syötetään testausjännite. Analogitulo mittaa lähetetyn jännitteen arvoa, ja tämä mitta-arvo pitää olla asetettujen arvojen sisällä, jotta mittaus menee hyväksytysti läpi ja ohjelma jatkaa seuraavaan vaiheeseen. Tässä tapauksessa syöttävä lähtö on enimmillään 5 sekuntia päällä ja mitta-arvon tulee olla alle 2,75 V, jotta testi läpäisee eristysmittauksen. Jos käyttöliittymältä on valittu vain yhden peltin testaus, niin ohjelma sammuttaa relettä ohjaavan lähdön mittauksen jälkeen. Mikäli käyttöliittymältä on valittu useampi pelti testattavaksi, sama mittaustoimenpide toteutetaan myös muille pelleille. Samalla periaatteella voidaan mitata myös suojajohtimenjatkuvuus. Mittausjännite vain syötetään eri lähdöllä ja tarkastelu toteutetaan eri arvoilla.

Jos edelliset mittaukset on suoritettu hyväksytysti, seuraavaksi suoritetaan toimilaitteen sulkeutumistesti. Testilaitte tarkastelee valittujen peltien määrän mukaan, kuinka monen toimilaitteen sulkeutumista testilaitte tarkastelee. Testilaitteen logiikan lähtömoduulista lähetetään signaali, joka kulkee toimilaitteen sisäisten rajakytkimien läpi. Mikäli peltin säleet ovat kiinni, toimilaitteen kiinni raja on aktiivinen ja signaali menee rajan läpi ja palaa takaisin logiikan tulomoduulille. Tästä ohjelma tietää, että toimilaitteen rajakytkimet toimivat. Sama testi toistetaan säleiden auki asennossa. Toimilaitteen aukeamisen ja sulkemisen välinen aika mitataan ohjelmallisesti ja peltin aukeamis- ja sulkeutumisaika tallennetaan testiraporttiin (KUVIO 8.).

DataSet1	
Test id	PPO00070836-005
Sales order id	SO00002313
InventTransId	0000735431
Item id	ITM_001935
Delivery date	2012/09/10
Hmax code	FDB/C-1000-1000-1000,FA=C9,S
Customer order id	4500167934
Customer reference	2000299060
Serial number	00012345
In resist	1.5
PC resist	0.1
Open time (s)	119
Close time (s)	15
Test status	OK
<input checked="" type="checkbox"/> Visual check done	Memo ...

KUVIO 8. Käyttöliittymän peltikohtaiset testitulokset

4.2 Lähestymis- ja kosketuskytkimet

Lähestymis- ja kosketuskytkimien toiminta perustuu kosketukseen, sähkö- tai magneettikenttään, valoon tai ääneen. Lähestymiskytkin aktivoituu ilman tunnistettavan kappaleen kosketusta, kun kappale tulee anturin tunnistusetaisyydelle. Lähestymiskytkimet jaotellaan toimintaperiaatteen mukaan induktiivisiin, kapasitiivisiin, magneettisiin, optisiin, ultraääni-, mikroaalto-, gammasäteily- ja pneumaattisiin kytkimiin. (Ahoranta 1999, 129.)

Lähestymiskytkimet ovat kestävämpiä ja omaavat pidemmän käyttöiän kuin mekaaniset kytkimet. Tämä selittyy sillä, että mekaanisessa kytkimessä on liikkuvia osia, kuten ohjainpää ja koskettimet.

Lähestymiskytkimet rakentuvat elektronisista komponenteista, jolloin niihin ei tule mekaanista kulumista eikä koskettimien välille hiiltymistä. (Ahoranta 1999, 129.)

Lähestymiskytkimen valinta:

1. Toimintaperiaate: induktiivinen vai kapasitiivinen
2. Asennettavuus: metalliin asennus sallittua vai ei, uppoasennus vai ei-uppoasennus
3. Sähköinen yhteensopivuus ohjauslaitteeseen
4. Jännitteen ja virran kesto ja kuormitettavuus
5. Tunnistusetäisyys: nimellistunnistusetäisyys
6. Toimintataajuus ja –nopeus
7. Käyttöolot: lämpötila ja epäpuhtaudet
8. Suojaluokitus: IP-luokitus
9. Hinta
10. Kytkimen materiaali: kromattu messinki, PVC-muovi, alumiini
(Ahoranta 1999, 131-132).

4.3 Mekaaniset kosketuskytkimet

Perinteisesti portteihin, hisseihin, oviin, puomeihin ja muiden liikkuvien laitteiden asentojen indikointiin on käytetty mekaanisia kytkimiä.

Mekaanisen kosketuskytkimen toiminta perustuu siihen, että se muuntaa liikkuvien koneiden asennot sähköisiksi signaaleiksi. Mekaaninen kosketuskytkin voi sisältää sulkukoskettimia, avauskoskettimia, vaihtokoskettimia tai näiden eri variaatioita. Kytkimen koskettimet välittävät signaalit ohjattavan laitteen tilasta ohjaavalle järjestelmälle. Signaalien perusteella ohjaava järjestelmä ohjaa toimilaitteen toimintaa. (Ahoranta 1999, 129.)

Rajakytkimen valintaan vaikuttavat käyttökohde, käyttöolot ja asennuspaikka. Asennuspaikka tulee suunnitella tarkkaan, jotta vältetään kolhuilta ja haastavilta ympäristöolosuhteilta. Jos asennuspaikka on valittu huolimattomasti, epäpuhtaudet voivat päästä kytkimen sisään, jolloin koskettimien välinen kontakti heikentyy. Koskettimet voivat myös hiiltä toisiinsa kiinni valokaaren vaikutuksesta. Tällöin kytkimessä saattaa esiintyä vuotovirtoja, vaikka koskettimet olisivat erillään. Yleensä koskettimet kestävät paremmin vaihtovirtaa kuin tasavirtaa, koska

tasavirta altistaa koskettimia pidempään valokaaren vaikutukselle.
(Ahoranta 1999, 129.)

4.4 Induktiiviset ja kapasitiiviset lähestymiskytkimet

Induktiivinen lähestymiskytkin synnyttää eteensä suuritaajuisen magneettikentän, jonka avulla anturi tunnistaa metallisen kappaleen. Induktiivisen kytkimen kytkinosana on tasavirralla transistori, joka kytketään joko NPN- tai PNP-tyyppisesti. Lähestymiskytkimiä käytetään yleensä tasajännitepiireissä 24 VDC:n jännitteellä. (Sivonen 1995, 63.)

Kapasitiivinen lähestymiskytkin synnyttää tunnistinosan eteen sähkökentän. Kapasitiivinen lähestymiskytkin tunnistaa sähköä johtavia ja johtamattomia kappaleita, eli lähes kaikkia materiaaleja. Tunnistusetäisyys vaihtelee kuitenkin paljon materiaalista riippuen. Kapasitiivisen lähestymiskytkimen tunnistusetäisyyttä voidaan säätää toisin kuin induktiivisen lähestymiskytkimen. (Fonselius, Pekkola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 37.)

Pelleissä käytetään yleensä joko mekaanisia rajakytkimiä tai induktiivisia lähestymiskytkimiä. Nämä kytkin- ja anturityypit ovat käytössä, koska ovat halpoja ja kestäviä verrattuna muihin tyyppeihin. Kytkimet lähettävät pellin säleiden tilatiedon ohjaavalle järjestelmälle. Pelleissä voidaan myös varmentaa signaali kahdentamalla auki ja kiinni tiedot, jolloin pellin asentoa valvoo kaksi rajakytkintä. Jos pelti toimitetaan Ex-alueelle, kytkentärasian, riviliittimien, rajakytkimien ja kaapeleiden valinnassa tulee huomioida vaadittavat ominaisuudet Ex-alueilla. Esimerkiksi Exi- ja muiden piirien välillä tulee kotelossa olla liittimien välillä 50 mm:n ilmaseinä tai väliseinä.

4.5 Muita rajakytkimiä

Ultraäänikytkimet rakentuvat kotelosta, jossa on ääntä lähettävä lähetin ja vastaanotin. Magneettiset lähestymiskytkimet jaetaan Reed-kytkimiin ja Hall-antureihin. Reed-kytkin ja Hall-anturi vaatii aina toimiakseen, että

tunnistettavassa kohteessa on magneetti. Magneettikytkimet toimivat haastavissa käyttöolosuhteissa, minne muita rajakytkimiä ei pölyn, kosteuden tai syöpymisvaaran takia voi asentaa. (Ahoranta 1999, 132 - 133.)

Valosähköisissä antureissa käytetään lähettimenä hehkulamppua, näkyvää valoa tai infrapunavaloa lähettävää diodia. Valosähköiset lähestymiskytkimet jaetaan kolmeen ryhmään rakenteensa perusteella: erillisestä lähettimestä ja vastaanottimesta koostuva lähestymiskytkin, peilistä heijastava lähestymiskytkin ja materiaalista heijastava lähestymiskytkin. Jos lähestymiskytkimelle ei ole asennustilaa tai kohde on esimerkiksi koneen sisällä, käytetään erillistä kuituvalokennoa ja valokuitua. (Ahoranta 1999, 132.)

Antureita voidaan kytkeä kaksijohdinkytkentänä tai kolmijohdinkytkentänä. Kolmijohdinkytkennässä on jänniteanto 24 VDC:a ja virrankesto 50 - 500 mA, joka usein riittää antamaan releiden vetovirran. Kaksijohdintyyppisen anturin toimintaperiaate on samanlainen kuin avautuvan tai sulkeutuvan koskettimen. Namur-kytkimiä käytetään räjähdysvaarallisissa tiloissa pienen syöttöjännitteen (5...10 V) ja rajoitetun virran takia. (Fonselius ym. 1996, 34.)

5 SUOJAUS SÄHKÖISKULTA

Testauslaitteen kytkentäpää oli suunniteltava ja rakennettava niin, että se ei ole käyttäjälleen vaarallinen. Sen takia käsitellään kosketus- ja kosketusjännitesuojausta (LIITE 4.). KytKentäpää kytketään myös 230VAC:n rajakytkimiin ja toimilaitteisiin, joten rakentaessa kytkentäpäätä piti olla täysin varma siitä, että järjestelmä on käyttäjälleen turvallinen.

5.1 Jännitteisten osien suojaus koskettamiselta

Laitteen normaalissa käytössä jännitteiset osat eivät saa olla kosketeltavissa. Jännitteinen osa voidaan eristää, koteloida, suojata esteellä tai sijoittaa kosketusetäisyyden ulkopuolelle. Eristämisessä laitteen jännitteinen osa eristetään muovi- tai kumikerroksella. Kun suojaus toteutetaan kotelolla, jännitteiset osat ovat kosketukselta suojassa kotelon sisällä. (Ahoranta 1999, 188 - 189.)

Yleensä sähkötiloissa voidaan suojaus toteuttaa esteellä, jolloin jännitteisten osien kosketusetäisyydelle ei pääse. Jännitteiset osat voivat täyttää kosketussuojauksen ehdot myös ilman eristyksiä, koteloita ja esteitä. Silloin jännitteiset osat on oltava sijoitettu kosketusetäisyyden ulkopuolelle, esimerkiksi junan ja raitiovaunun ajojohdot. Yleensä sähkölaitteiden ja –asennuksien kosketussuojaus on toteutettu eristyksillä tai koteloinnilla. (Ahoranta 1999, 188 - 189.)

5.2 Sähkölaitteiden kotelointi ja IP-luokitus

Edellä käsiteltiin, miten sähkölaitteiden ja asennuksien jännitteiset osat suojataan koskettamiselta. Koteloinnilla suojataan myös sähkölaitetta vierailta esineiltä, pölyltä, vedeltä ja kosteudelta, jotta laitteen eristeet eivät vahingoittuisi eikä syntyisi palo- tai vaaratilanteita. (Ahoranta 1999, 84 – 85, 202 - 203.)

IP-luokituksen ensimmäinen numero kertoo koteloinnin suojauksen kosketukselta ja vierailta aineilta. Toinen numero kertoo vesisuojauksen

tason. IP-luokan tulee kasvaa, mitä enemmän ja mitä useimmin vieraat aineet altistavat kotelointia. Jännitteelliset osat on aina suojattava vähintään IP 2X-suojalla. Vesisuojaukselle ei ole vaatimuksia kuivassa tilassa, jolloin suojaus IP 2X riittää. Kuivat tilat on määritelty niin, että tiloissa ei tiivisty kosteutta, kosteissa tiloissa kosteutta tiivistyy. Märissä tiloissa tiivistyy pisaroita, jolloin laitteet ovat alttina vedelle. Kosteassa tilassa sähkölaitteen vesisuojaukseksi riittää IP X1. Märässä tilassa koteloinnin vesisuojauksen on oltava IP X4. (Ahoranta 1999, 84 - 85, 202 - 203.)

5.3 Kosketusjännitesuojaus

Sähkölaitte ei saa aiheuttaa vaaraa myöskään vikaantuessa, jos peruseristys rikkoontuu tai jännitteellinen osa tulee muuten kosketeltavaksi. Vikatilanteessa eristäminen ja kotelointi eivät riitä estämään sähköiskun saantia. Tällöin on rajoitettava kosketusjännite niin pieneksi, että se ei aiheuta käyttäjälle vaaraa. Suojausta nimitetään kosketusjännitesuojaukseksi. Kosketusjännitesuojausta voidaan täydentää, riippuen sähkölaitteen käytön vaarallisuudesta. Esimerkiksi koestettaessa tai korjattaessa verkkojännitteistä sähkölaitetta suositellaan laitetta syötettäväksi suojaerotusmuuntajalla. Näin laite on galvaanisesti erotettu ensiökäämistä, jolloin sähköiskua ei voi saada maan kautta. (Ahoranta 1999, 202 - 203.)

Sähkölaitteen jännitteisten osien suojaukseen kuuluu kosketusjännitesuojaus, suojamaadoitus ja nopea laukaisu, suojaeristys, suojaerotus, pienoisjännitteen käyttö sekä lisäsuojaus vikavirtasuojakytkimellä. Kosketusjännitesuojauksen perustana on kuitenkin ehyesti maadoitettu sähköverkko. Silloin sähkölaitteen suojana oleva sulake tai johdonsuojakatkaisija erottaa laitteen nopeasti verkosta tai rajoittaa kosketusjännitteen vaarattomaan arvoon, kun eristys pettää ja jännite pääsee suojamaadoitettuun osaan. (Ahoranta 1999, 202 - 203.)

5.4 Vikavirtasuojakytkin

Testilaitteesta saadaan jännitteensyöttö esimerkiksi tietokoneeseen. Tämä jännitteensyöttö on suojattu vikavirtasuojalla, jotta testilaitte olisi mahdollisimman turvallinen tuotannon testauskäytössä. Vikavirtasuojasuojaa testilaitteen käyttäjää vikatilanteessa sähköiskun saamiselta.

Vikavirtasuojakytkin täydentää sulakkeen tai johdonsuojakatkaisijan lisäksi kosketussuojausta ja kosketusjännitesuojausta. Vikavirtasuojakytkin suojaa sähköiskuilta myös, jos henkilö koskettaa ajattelemattomuuttaan jännitteellistä osaa tai sähkölaitteen eriste, kotelo tai suojuksen on rikkoontunut. Vikavirtasuojakytkin suojaa myös, jos suojajohdinpiiri on poikki. (Ahoranta 1999, 200.)

Vikavirtasuojakytkimen ensisijaiset käyttökohteet ovat tavallisia käyttökohteita vaarallisempia, kuten ulkotilat, märkätilat ja ahtaat johtavaseinäiset tilat. Vikavirtasuojakytkimen toiminta edellyttää, että vikavirta kulkee jännitteellisestä osasta vikapaikan kautta suojajohtimeen tai ihmisen kautta maahan. Vikavirtasuojakytkin ei toimi, jos oikosulku on vaihe- ja nollajohtimen tai vaiheiden välissä, koska vikavirtasuojakytkimen summavirtamuuntaja ei reagoi, jos sen läpi kulkevien virtojen summa on nolla. (Ahoranta 1999, 200 - 201.)

Vikavirtasuojakytkimiä käytetään henkilösuojauksen lisäksi myös palosuojaukseen. Vuototapauksissa vikavirta saattaa aiheuttaa lämpenemistä ja kipinöintiä, joista voi syttyä tulipalo. Tulipalo edellyttää pitkäaikaista yli 300 mA vikavirtaa. Palosuojana toimivan vikavirtasuojakytkimen toimintavirta on 100 mA...500 mA, kun henkilösuojana toimivan vikavirtasuojakytkimen toimintavirta saa olla enintään 30 mA. Vikavirtasuojauksessa on muistettava, että sähkölaitteissa ja sähköjohdoissa esiintyy aina vuotovirtoja. Suojausluokkien 0, I, II ja III laitteiden sallitut vuotovirrat on annettu standardeissa. (Ahoranta 1999, 200 - 201.)

6 SÄHKÖLAITTEIDEN SUOJAUSLUOKAT

Yleensä pellissä käytettävät toimilaitteet, kuten Belimo, Schishek ja Siemens, ovat rakenteeltaan suojaeristettyjä luokan II laitteita. Tämä tulee huomioida toimilaitteiden kytkennöissä ja mitattaessa eristysresistanssia.

Sähkölaitteet on jaettu kosketusjännitesuojauksen perusteella neljään suojausluokkaan. Suojausluokat ovat 0, I, II ja III. Suojausluokka määräytyy sen mukaan, miten laitteen rakenne estää vaarallisen kosketusjännitteen syntyminen sähkölaitteen rungon ja maan välille. Suojausluokan 0 sähkölaitteessa on pelkkä peruseristys, joka suojaa jännitteisten osien koskettamiselta. Suojausluokan 0 sähkölaitteen turvallinen käyttö perustuu ympäristön hyvään eristykseen. Käyttötilassa on oltava eristävä lattia, eikä siellä saa olla maahan yhteydessä olevia metalliosia eli toisin sanoen maapotentiaalia ei saa olla. (Ahoranta 1999, 196.)

Suojausluokan I sähkölaitteen jännitteiset osat omaavat peruseristyksen lisäksi suojamaadoituksen. Suojamaadoitus perustuu suojajohtimeen, jolla kosketeltavat metalliosat on yhdistetty kiinteän asennuksen PE-kiskoon. Vikatilanteesta seuraa oikosulku, jolloin sulake palaa ja virta katkeaa. Laitteen rungosta vikavirta pääsee purkautumaan suojajohtimen kautta maahan. Suojauksen toiminnan ehtona on ehyt suojamaadoituspiiri. (Ahoranta 1999, 197.)

Suojausluoka II sähkölaitteissa on lisäeristys eli suojaeristys. Suojaeristys toteutetaan joko vahvistamalla peruseristystä tai kaksoiseristämällä jännitteiset osat. Lisäeristeisen sähkölaitteen tunnistaa kahden sisäkkäisen neliön symbolista. Suojaeristetyn sähkölaitteen turvallinen käyttö perustuu hyvään eristykseen. (Ahoranta 1999, 198.)

Suojausluokan III sähkölaitteet toimivat pienoisjännitteellä esimerkiksi SELV- tai PELV-järjestelmässä. PELV-järjestelmä on maadoitettu, ja SELV-järjestelmä on maasta erotettu. Suojausluokan III sähkölaitteen nimellisjännite on vaihtojännitteellä 50 VAC:a ja tasajännitteellä 120 VDC:a. Suojajännitteinen sähkölaite liitetään verkkopistorasiaan

suojajännitemuuntajalla, jolloin muuntaja muuntaa verkkojännitteen pienoisjännitteeksi. Pienoisjännitteen symbolina on kaksi vaakunakehyksen sisällä toisensa leikkaavaa ympyrää. (Ahoranta 1999, 199.)

7 SÄHKÖLAITTEIDEN TARKASTUSMITTAUKSET

Pellin testauslaitteen käyttöönotossa tulee huomioida myös käyttäjien asianmukainen opastus. Testilaitte tekee pellillä toiminnallisuustestin mutta tämän lisäksi testaajan tulee tietää, mitä asioita pellistä tarkastetaan ennen toiminnallisuustestin aloittamista. Testilaitteen käyttöönoton yhteydessä opastetaan testaaja testissä huomioon otettaviin toimenpiteisiin ja tarvittaviin tarkastuksiin, jotta testilaitteen käyttö on tehokasta, turvallista ja pelti tulee testattua hyvien ja asianmukaisten tapojen edellyttämällä tavalla.

7.1 Sähkölaitteen silmämääräinen ja aistinvarainen tarkastus

Käyttöönotettavasta sähkölaitteesta on tarkistettava silmämääräisesti ja aistinvaraisesti laitteen kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus, esimerkiksi eristykset ja kotelointi. Samalla tarkastetaan, että työ on tehty hyviä ja hyväksytyjä asennustapoja noudattaen. (Ahoranta 1999, 290 - 292.)

Aistinvarainen tarkastus tarkoittaa käytännössä sitä, että sähkölaitteen sähkökalusteet, johtimet, rasioiden suojakannet ja muut asennukseen kuuluvat osat ovat asiallisesti asennettu pintapuolisen tarkastelun perusteella. Myös liitäntäkaapelin kunto ja kiinnitys, suojamaadoitusjohtimen kunto ja asennus ja muut johdinliitokset tulee tarkastaa. (Ahoranta 1999, 293.)

7.2 Eristysresistanssimittaus

Tarkastusmittauksissa mitataan eristysresistanssi ja suojajohtimen jatkuvuus laitteen ollessa jännitteetön. Sähkölaitteen jännitteisten osien ja ulkokuoren väliltä mitataan eristysresistanssi. Eristysresistanssimittaus kannattaa suorittaa ensimmäisenä, koska suojajohdin saattaa olla yhteydessä nolnaan tai vaiheeseen; jos näin on, eristysresistanssimittaus paljastaa kyseisen vian. Eristysresistanssi mitataan 500 V:n tasajännitteellä. Kolmivaiheisen sähkölaitteen eristysresistanssi mitataan

niin, että vaihejohtimet ja nollajohdin yhdistetään toisiinsa ja mitataan näiden ja ulkokuoren väliltä. Tarkistusmittausten jälkeen suoritetaan koekäyttö ja tarkistetaan, että laite toimii oikein. Silmämääräisen tarkastuksen ja mittauksien tulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan.

(Ahoranta 1999, 291.)

7.3 Suojajohtimen jatkuvuuden mittaus

Suojajohtimen jatkuvuudenmittaus varmistaa suojauksen eheyden. Tämä on erittäin tärkeää suojamaadoituksen turvallisen toiminnan kannalta, silloin kun laitteeseen kytketään jännite. Mittaus varmistaa myös, ettei N- ja PE-johtimia ole kytketty ristiin. (Ahoranta 1999, 292.)

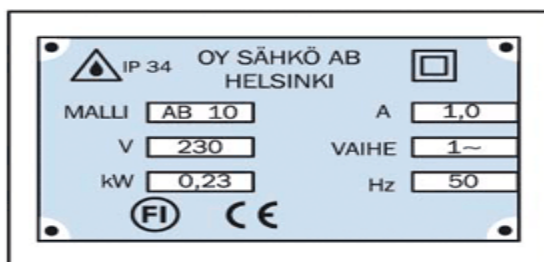
Sähkölaitteen suojajohtimen mittaus tehdään sähkölaitteen kosketeltavien metalliosien ja pistotulpan tai kojepistokekytkimen suojakoskettimien väliltä. Ennen mittausta varmistetaan, että mittauskärjen ja metallipinnan välillä on hyvä kontakti luotettavan mittaustuloksen takaamiseksi.

(Ahoranta 1999, 293.)

8 SÄHKÖLAITTEEN MERKINNÄT

8.1 Sähkölaitteen arvokilpi

Aiemmin tutustuttiin lähestymiskytkimen arvokilvessä ilmoitettuihin arvoihin, samoja arvoja selviää sähkölaitteiden arvokilvistä (KUVIO 9.) yleisesti. Arvokilvestä selviää laitteen valmistaja ja malli, jännite, virrankulutus, teho, IP-luokka ja testauslaboratorion merkki. (TUKES 2015c.)



KUVIO 9. Sähkölaitteen arvokilpi (TUKES 2015c)

8.2 CE-merkintä

CE-merkki (KUVIO 10.) on valmistajan vakuus siitä, että tuote täyttää Euroopan unionin direktiivien minimivaatimukset. CE-merkki yleensä kiinnitetään tuotteeseen ilman puolueettoman osapuolen testausta. CE-merkintä on lähinnä viranomaismerkintä, jolla saadaan tuotteelle liikkumisoikeus EU:n alueella. (Ahoranta 1999, 83.)

Sähkölaitteessa CE-merkki osoittaa, että laite on sähkömagneettisesti häiriötön ja täyttää oleelliset sähköturvallisuusvaatimukset. Kun sähkölaite on oikein käytetty, asennettu ja huollettu, se ei aiheuta henkilö- tai palovaaraa. CE-merkki ei takaa laatua eikä turvallisuutta. Sähkölaitteiden turvallisuutta valvoo Suomen markkinoilla Turvatekniikan keskus (TUKES) (Ahoranta 1999, 83.)



KUVIO 10. CE-Merkki (TUKES 2015c)

8.3 Sertifiointimerkintä

Sähkölaitteessa sertifiointimerkki kertoo siitä, että laite on läpäissyt turvallisuustarkastuksen, testauksen testauslaboratoriossa ja täyttää laitetta koskevat standardit. Aiemmin todettiin, että CE-merkkiä ei sähkölaitteille myönnä mikään taho. Tämän takia FI-merkki parantaa tuotteen markkinointia ja on tunnettu Euroopan talousalueen maissa. Esimerkiksi kotimaisen FIMKO-testauslaboratorion FI-merkki ilmaisee, että laite on testattu ja se täyttää suomalaiset standardit ja turvallisuusvaatimukset. Kansallisten testauslaitosten (KUVIO 11.) merkit osoittavat, että laite täyttää kyseisen maan standardit. (Ahoranta 1999, 84)



KUVIO 11. Testauslaboratorioiden merkkejä (TUKES 2015c)

9 RÄJÄHDYSVAARALLISTEN TILOJEN INSTRUMENTOINTI

Peltien toimintaympäristö on yhä useammin Ex-tiloissa (LIITE 5.). Tämä asia ei ole testilaitteen kehittämisen kannalta oleellisin mutta kuitenkin tärkeässä roolissa peltien toiminnan ja toimintaympäristön ymmärtämisen kannalta. Seuraavassa osiossa käsitellään asioita, joita tulee huomioida, kun toimitaan Ex-tiloissa.

9.1 ATEX-direktiivit Euroopassa

94/9/EY, ATEX-laitedirektiivi

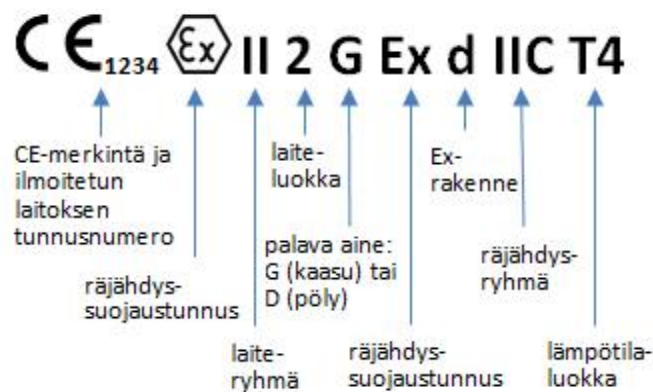
99/92/EY, ATEX-olosuhdedirektiivi

ATEX-laitedirektiivi 94/9/EY koskee laitteiden, suojausjärjestelmien ja tietyissä tapauksissa komponenttien markkinoille saattajia, kuten valmistajia, maahantuojia ja jälleenmyyjiä ja myös niitä, jotka valmistavat laitteen omaan käyttöönsä. Direktiivi määrittelee laitteille tai komponenteille asetetut vaatimukset eri tiloissa. (Vem 2015.)

ATEX-olosuhdedirektiivi 99/92/EY koskee loppukäyttäjiä ja teollisuuslaitoksia. Direktiivissä käsitellään laitoksen työolosuhteita, tilaluokitusta ja laitteiden oikeaa valintaa. (Vem 2015.)

9.2 Ex-tilat

Käytettäessä sähkölaitteita tiloissa, missä esiintyy kaasu-ilmaseoksia, syttyvää pölyä tai nesteitä, vaaditaan laitteilta ja komponenteilta erityisvaatimuksia. Räjähdyks- ja syttymisvaara voidaan estää oikeanlaisella osien koteloinnilla. Kotelointi aiheuttaa lisäkustannuksia, joten Ex-komponentit pyritäänkin rakentamaan niin, että niiden pintalämpötilat ja sähköiset energiamäärät eivät riitä sytyttämään räjähdysalttiita materiaaleja. Kyseisiä laitteita kutsutaan luonnostaan vaarattomiksi (LIITE 6.). Laitteista löytyy ATEX-laitemerkintä (KUVIO 12.) (Kippo & Tikka 2008, 83 - 85.)



KUVIO 12. ATEX-laitemerkintä (TUKES 2015b)

Syttymiseen tai räjähtämiseen tarvitaan kolme tekijää: tarvittava happipitoisuus, syttyvä materiaali ja riittävän korkea lämpötila tai kipinän energia. Syttyminen pyritään estämään poistamalla yksi tekijöistä. Jos tekijää ei voida poistaa, syttymisen estäminen suunnitellaan suuriakin kustannuksia aiheuttavilla ratkaisuilla. (Kippo & Tikka 2008, 83 - 85.)

9.2.1 Tilaluokka

Laitteiden ja käyttöympäristön räjähdysryhmät, räjähdysvaaralliset tilat, laitteiden suojausrakenteet ja laitteissa esiintyvät korkeimmat sallitut pintalämpötilat määritellään standardeilla (LIITE 7.). Räjähdysvaarallisten ilmaseosten esiintymistiheys ja kesto määrää räjähdysvaarallisen tilaluokan. Tilaluokat 0, 1 ja 2 ovat räjähtäviä kaasu-, höyry- ja sumu-ilmaseoksia sisältäviä tiloja ja tilaluokat 20, 21 ja 22 pöly-ilmaseoksia sisältäviä tiloja. Kovimmat vaatimukset asettaa pienin numero. (Kippo & Tikka 2008, 86.)

9.2.2 Laiteluokka

Tiloihin asennettaville laitteille on määritelty laiteluokat, joita merkitään numeroilla 1, 2 ja 3. Tilaluokassa 0 tai 20 vaaditaan laiteluokan 1 laitetta. Tilaluokassa 1 tai 21 vaaditaan laiteluokan 1 tai 2 laitetta. Tilaluokassa 2 tai 22 vaaditaan 1,2 tai 3 laitetta. Jos sähkölaitteessa esiintyy kipinöintiä

tai korkeita pintalämpötiloja, sähkölaite luokitellaan räjähdysvaaralliseksi. Laitteen räjähdysryhmä määräytyy rakennemääräyksien perusteella. Ryhmään I kuuluu räjähdysvaarallisten kaivosten laitteet ja ryhmään II muiden räjähdysvaarallisten tilojen laitteet. Laitteiden suojausmenetelmät, niiden koodit, vastaavat EN-standardit, laiteluokat joihin laitteita voi sijoittaa. (Kippo & Tikka 2008, 86.)

9.2.3 Lämpötilaluokka

Räjähdysvaarallisille tiloille määritellään lämpötilaluokat (KUVIO 13.), jotka määräävät tilaan asennettavan sähkölaitteen suurimman sallitun pintalämpötilan. Laitteen pintalämpötilan suurin sallittu arvo on oltava alhaisempi kuin tilassa esiintyvän kaasun syttymislämpötila. (Kippo & Tikka 2008, 86.)

Kaasun tai höyryn- itsesyttymislämpötila °C	Laitteen- lämpötilaluokka	Laitteen suurin sallittu- pintalämpötila °C
>450	T1	450
300–450	T2	300
200–300	T3	200
135–200	T4	135
100–135	T5	100
85–100	T6	85

KUVIO 13. Lämpötilaluokat T1-T6 kaasuille (Vem 2015)

Laiteluokassa (KUVIO 14.) otetaan huomioon tilaluokka, jossa laitetta käytetään, ja tilan aineiden räjähdysryhmät ja lämpötilaluokat.

Tilaluokka	Laiteluokka
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

G = kaasu tai neste, D = pöly

KUVIO 14. ATEX-laiteluokka eri tilaluokissa (Vem 2015)

10 HÄIRIÖSUOJAUKSEN VAATIMUKSET

Asiakkaat ovat vaatineet jatkuvasti enemmän, että häiriösuojaukseen kiinnitetään huomiota ja se toteutetaan tarkasti ja tiukasti tiettyjen vaatimusten mukaan. Tiukimmillaan käytetään kaapeliholkkitiivisteitä armeeratulle kaapelille ja armeerattuja kaapeleita pellin kytkentöihin.

10.1 Kaapelien häiriösuojaus

Oikean kaapelin (KUVIO 15.) valintaan vaikuttaa asennuskohteen lisäksi häiriösuojausten asettamat vaatimukset. Häiriösuojaus voidaan toteuttaa usealla suojausmenetelmällä. Parikierretyssä ja parisuojatussa kaapelissa on signaalipari. Signaaliparin johtimet on kierretty toistensa ympäri. Menetelmä antaa hyvän suojauksen induktiivisia häiriöitä vastaan. Parin ympärillä on metallifolio, joka taas suojaa parien väliseltä kapasitiiviselta häiriöltä. Myös koko kaapelin ympärillä on metallifolio, joka estää kapasitiivisesti siirtyviä häiriöitä muihin kaapeleihin. (Sivonen 1995, 97.)

Armeeratussa, parikierrettyssä, parisuojatussa ja kaapelisuojatussa kaapelissa on metallinen suojakudos kaapelin ympärillä. Suojakudos on pääasiassa mekaaninen suoja, mutta estää myös sähköisiä häiriöitä. Keskeiskierretyssä ja kaapelisuojatussa kaapelissa ei ole pareja vaan johtimia, jotka on kierretty nipuksi. Johdin nippuja voi samassa kaapelissa olla useita. (Sivonen 1995, 97.)

Kaapelin johdin voi olla lanka tai sitten se voi koostua useammasta säikeestä. Lanka ei kestä jatkuvaa taivuttelua, minkä takia kenttäkaapelit ovat useimmiten säikeisiä. (Sivonen 1995, 97.)



KUVIO 15. Kaapeli vaihtoehtoja (SKS 2015)

10.2 Häiriösuojaus kytkentäkoteloilla

Kyt Kentäkoteloissa (KUVIO 16.) käytetään maalattua terästä, lasikuitua, muovia ja ruostumatonta terästä. Häiriösuojauksen mukaan metallikotelo antaa hyvän suojan häiriöitä vastaan. Kotelon sisällä kaapeleita ei saa kuoria liikaa ja pari suojineen viedään lähelle liittimiä. Koteloita ei saa sijoittaa erityisen häiriölliseen paikkaan. Erityisesti, jos kaapissa tai kotelossa on suojaamattomia jänniteviestejä, on syytä käyttää metallista koteloa. Läpiviennit toteutetaan kalvotiivisteillä tai vaativimmissa olosuhteissa holkkitiivisteillä.



KUVIO 16. Kyt Kentäkotelo (SKS 2015)

Kaapelin ja kotelon sisäisten johtimien liittämiseen on monia menetelmiä. Ruuviliitoksessa ei tarvita erikoistyökaluja, liitoksen laatu on hyvä mutta hidas kytkeä. Monisäikeisen johtimen päässä käytetään pääteholkkia. Ruuviliitos tarvitsee runsaasti tilaa ja ketjuttamiseen tarvitaan lisää liittimiä, mutta muutokset on helppo toteuttaa.



KUVIO 17. Pikaliittimet johtimille (Pikaliitin 2015)

Puristusliitos käy kaikentyyppisiin johtimiin. Liitoksen laatu on oikein tehtynä hyvä, mutta tekeminen vaatii erikoistyökalun. Liitos mahtuu pieneen tilaan, mutta muutokset ovat hankalia tehdä. Kiertoliitos taas sopii vain lankamaiselle, ei monisäikeiselle johtimelle. Liitos vaatii erikoistyökalut sekä kytkemiseen että purkamiseen. (Sivonen 1995, 98.)

Pikaliittimillä (KUVIO 17.) liitostapa on, joko puristus- tai juotosliitos. Pikaliittimillä kaapelit voidaan tehdä valmiiksi, jolloin asennustyömaalla työ nopeutuu. Kenttälaiteliitännöissä pikaliitin on hyvä laitteen huollon kannalta. Laitte voidaan nopeasti kytkeä irti ja taas liittää järjestelmään. Kytkeminen ei vaadi alan ammattilaista, vaan esimerkiksi opastettu henkilö pystyy tekemään kytkemisen. (Sivonen 1995, 98.)

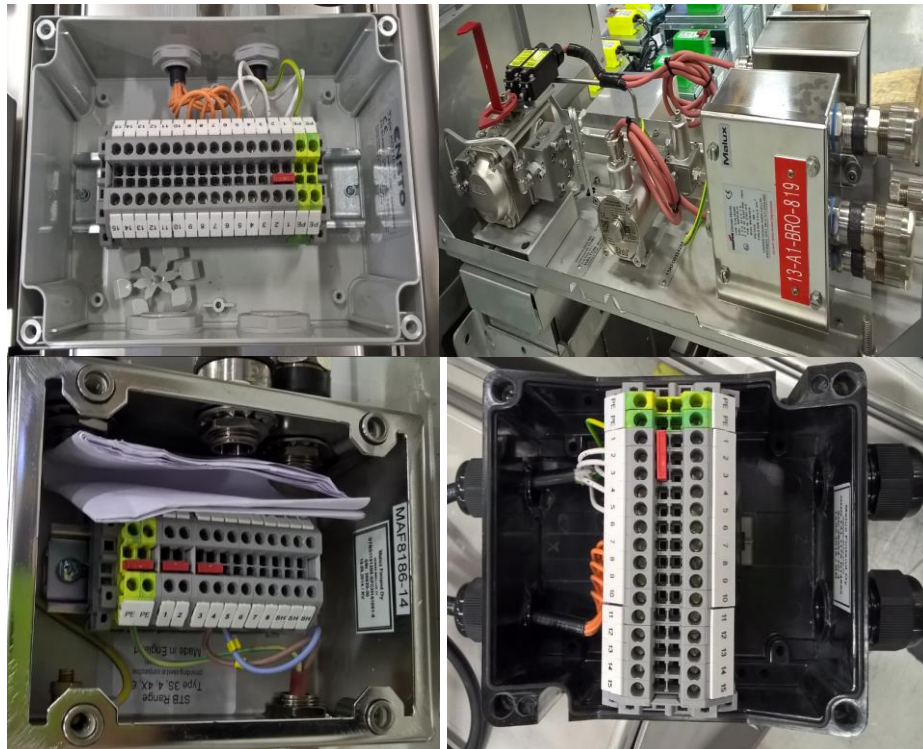
11 YHTEENVETO

11.1 Työn lopputulos

Työssä on tuotettu paljon dokumentaatiota ja perehdytty peltien toimintaan ja toimintaympäristöön. Sähköturvallisuus ja sähkölaiteluokat käsiteltiin, jotta voitiin rakentaa turvallinen ja käytännöllinen liityntä testilaitteelta pellin kytkentäkoteloon. Testilaitteesta on piirretty sähkökuvat, raportti jatkokehitystä varten ja testilaitteen käyttöohjeet. Testilaitteen käyttöönotto, käyttöliittymän muutokset, komponenttimuutokset ja tuotannon opastaminen pystytään toteuttamaan vaivattomasti tuotetun dokumentaation johdosta.

Testauslaitteella pystytään nyt testaamaan tyypilliset pellit Schischekin toimilaitteilla, joten tämä tavoite täyttyi. Aikataulun vuoksi työstä jouduttiin rajaamaan ulkoisten rajojen testaaminen ja testauslaitteen käyttöönotto pois. Kyseiset asiat etenevät kuitenkin selkeästi, koska tarvittavista toimenpiteistä on laadittu raportointi jonka pohjalta kehitystä ja käyttöönottoa viedään eteenpäin.

Ulkoisten rajakytkimien testaamiseen tarvitaan Smartehin I/O-moduuleja ja logiikan ohjelmointia. Näistä jatkokehityskohteista on laadittu dokumentointi, jonka perusteella testauslaitetta voidaan sujuvasti jatkokehittää. Kehitysraportit on lähetetty Smartehille, ja Smarteh arvioi, millaisia muutoksia pystytään tekemään ja miten ne kannattaa tehdä. Testauslaitteesta on tehty käyttöohjeet ja sähkökuvat, jonka perusteella jatkokehitys on jouhevaa ja selkeää. Käyttöönoton yhteydessä joudutaan tekemään muutoksia testauslaitteen ja ERP-järjestelmän rajapintaan, joka myös rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle. Käyttöliittymän ohjelmointia ja toimilaitteiden asetusarvoja joudutaan säätämään käyttöönotossa.



KUVIO 18. Erilaisia kytkentäkoteloita (Ruostumaton teräs, haponkestävä teräs, polykarbonaatti ja grp-muovi)

11.2 Erilaisia peltikofiguraatioita ja kytkentävaihtoehtoja

Kytkeänpään suunnittelu aloitettiin kartoittamalla konfiguraatioiden määrää. Työn alussa tuli selväksi, että kytkentäpää ei saa olla sidoksissa kotelon kokoon, muotoon tai pellin komponenttien kytkentään. Haltonilla on niin monia erikokoisia koteloita (KUVIO 18.), erimallisia toimilaitteita ja rajakytkimiä, että liityntä on oltava muunneltavissa erilaisille kytkennöille. Erilaisia kofiguraatioita oli todella paljon ja asiakkaan uusia vaatimuksia oli otettava suunnittelussa huomioon jatkuvasti. Konfiguraatioista etsittiin yhteisiä piirteitä, joista pystyisi rakentamaan mahdollisimman joustavan ratkaisun mahdollisimman monelle konfiguraatiolle. Kytkeänpää, joka sopisi kaikkiin kofiguraatioihin ja suorittaisi kaikki toiminnallisuudet, ei käytettävissä olleilla resursseilla ollut mahdollista toteuttaa. Parhaan mahdollisen rakenteen tuli olla hyvin muunneltavissa, jotta tarvittaessa olisi mahdollista toteuttaa erilaisia kytkentöjä. Kartoituksen ja etsimisen

tuloksena löytyi erilaisia rakenteita ja kykentämalleja (KUVIO 19.), joista idea kykentäpäälle löytyi.



KUVIO 19. Erilaisia kykentävaihtoehtoja

Kyseisistä mittapäistä voidaan kasata juuri tarvittavan kokoinen kykentä riippuen pellissä käytettävästä toimilaitteesta ja rajoista. Ratkaisusta päädyttiin modulaariseen kykentäpää rakenteeseen, jolla on mahdollista toteuttaa kykentä kaikkiin mahdollisiin konfiguraatioihin. Signaalien järjestys on täysin aseteltavissa konfiguraation mukaan ja kykentäpäästä saa kasattua juuri tarvittavan kokoinen ja muotoisen. Kykentäpään rakenne ei ole sidoksissa kotelon kokoon tai muotoon, komponenttien kykentään eikä kykentäjärjestykseen. Tosin tämä kykentäpäärakenne on sidoksissa tietyn mallisiin riviliittimiin.

Testilaitteeseen suunniteltiin myös kiinitys menetelmä, jolla on mahdollista vaihtaa kykentäpäätä. Tällä tavoin saatiin vieläkin joustavampi testauslaite, joka mahdollisti esimerkiksi vanhan kykentäpään liittämisen testilaitteeseen. Pikaliittimillä (KUVIO 20.) saadaan myös liitettyä uusi ja monipuolisempi kykentäpää helposti, mikäli kykentäpää on mahdollista kehittää ja toteuttaa suuremmilla resursseilla.



KUVIO 20. Kytöntäpään liittäminen WAGON X-COM pikaliittimillä

11.3 Toiminnallisuustesti

Testilaitteeseen valitaan peltikonfiguraation mukaan toimilaitte kohtaiset parametrit (KUVIO 21.). Jokaiselle toimilaitteelle on asetettu tiettyjä parametrejä, joiden sisällä testitulosten on pysyttävä, jotta testi läpäistään. Testilaitte mittaa toimilaitteen toiminta-aikaa, rajojen toimintaa, eristystä ja suojajohtimen eheyttä. Toiminnallisuustesti aloitetaan kun oikeat parametrit on valittu.

Toiminnallisuustestistä laite teki testiraportin, josta selvisi testin tulokset. Tuloksista voitiin tarkastella, onko pelti toiminnaltaan ja turvallisuudeltaan vaaditulla tasolla. Tulokset kertoivat käyttäjälle suojajohtimen jatkuvuuden ja eristysresistanssin mittauksen arvot. Pellistä mitattiin myös säleiden aukeamis- ja sulkeutumisaajat. Testausraportin tulokset ajettiin käyttöliittymältä ERP-järjestelmään. Pellin oli läpäistävä toiminnallisuus testi hyväksytysti, jotta se voisi jatkaa tuotannossa eteenpäin. Jos pelti ei läpäissyt testiä hyväksytysti, tarvitsi jokaisen hylätyn pellin osalta tehdä yksilöllinen raportointi.

HmaxCode	Description	Damper opening time (s)	Damper closing time (s)	Note
	Pneumatic (with solenoid)	3	3	
E1	BF24-2-HL	140(120)	16	() = new value
T1	BF24-T-2.1-HL	140(120)	16	() = new value
E3	BF230-2-HL	140(120)	16	() = new value
T3	BF230-T-2.1-HL	140(120)	16	() = new value
E7	BF120-2-HL	140(120)	16	() = new value
L1	BLF24-HL	75	20	
L5	BLF230-HL	75	20	
A7	SF24A-S2	75	20	
A9	SF230A-S2	75	20	
G0	GGA126.1E/HA	90	15	
G1	GGA126.1E/HA1	90	15	
G2	GGA226.1E/HA	90	15	
G3	GGA326.1E/HA	90	15	
G4	GGA326.1E/HA1	90	15	
G5	GGA326.1G/HA	90	15	
G6	GGA326.1G/HA1	90	15	
H0	GNA326.1E	90	15	
H1	GNA126.1E	90	15	
I1	InMax 15-SF	30	3/10	depends on the electrical connection
R2	RedMax 15-SF	30	3/10	depends on the electrical connection
Z2	ExMax 15-SF	30	3/10	depends on the electrical connection
Z3	ExMax 5.10-SF	30	3/10	depends on the electrical connection
	InMax 15-SF1	30	1	
	InMax 15-F1	30	1	
	RedMax 15-SF1	30	1	
	RedMax 15-F1	30	1	
	ExMax 15-SF1	30	1	
	ExMax 15-F1	30	1	

KUVIO 21. Toimilaite tyypeittäin asetettavat parametrit

LÄHTEET

Ahoranta, J. 1999. Sähköasennustekniikka. Porvoo: WSOY – Kirjapainoyksikkö.

Atex global. 2015. ATEX direktiivi 94/9/EC. [viitattu 29.03.2015].
<http://www.atexglobal.com/atexdirective-94-9-EC.jpg>

Ex-kotelo. 2015. [viitattu 12.04.2015]. www.ensto.fi

Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M. & Välimaa, M., 1996. Automaatiolaitteet. Helsinki: Oy Edita Ab.

Halton. 2015a. Palopellin standardit. [viitattu 20 .03.2015].
[http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/files/EC32E1C625154B9DC22572A6003A8EFD/\\$file/firedampers_EN_fi.pdf](http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/files/EC32E1C625154B9DC22572A6003A8EFD/$file/firedampers_EN_fi.pdf)

Halton. 2015b. Palopelti [viitattu 18.3.2015].
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/lvi/aiho5/iv-koje/pelti_palopelti.htm

Halton. 2015c.Toimilaite [viitattu 18.3.2015]. Saatavissa:
[http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/files/EC32E1C625154B9DC22572A6003A8EFD/\\$file/firedampers_EN_fi.pdf](http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/files/EC32E1C625154B9DC22572A6003A8EFD/$file/firedampers_EN_fi.pdf)

Halton. 2015d.Yritysesittely [viitattu 13.3.2015]. Saatavissa:
<http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/www/about>

Halton. 2015e.Yritys segmentit [viitattu 13.3.2015]. Saatavissa
<http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/www/marine&energia>

Kippo, K. & Tikka, A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita Prima Oy

Labkotec. 2015. Standardoidut suojausmenetelmät ja –rakenteet. [viitattu 29.03.2015]. <http://www.labkotec.fi/sites/default/files/ATEXesite.pdf>

Opintojaksot. 2015. IP luokitus.2015 [viitattu 29.03.2015].
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706/1133960605288/1133961558641/1133961579677.html>

Pikaliitin. 2015. [viitattu 12.04.2015]. <http://www.ksaoy.fi/product/abb-ensto/vipurasialiitin-wago-3-os-3x8-08-4mm-50kpl/35E106B89>

Sivonen, M., 1995. Teollisuuden instrumentointi. Helsinki: Painatuskeskus Oy

Smarteh. 2015. Yritysesittely [viitattu 3.4.2015].

Saatavissa:<http://www.smarteh.si/>

SKS. 2015. ATEX-kaapelointi. [viitattu 06.04.2015].

<http://www.sks.fi/www/atex-kaapelointi-liittimet&id=atex-kaapelit-tiedonsiirto>

TUKES. 2015a. Ex-laitteiden velvoitteita. [viitattu 29.03.2015].

http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/ATEX_opas.pdf

TUKES. 2015b. Laitemerkinnät. [viitattu 29.03.2015].

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/>

TUKES. 2015c. Sähkölaitteen merkinnät. [viitattu 06.04.2015].

http://www.tukes.fi/kodinsahkoturvallisuus/1_4.html#1

Vem. 2015. Lämpötilaluokat. [viitattu 29.03.2015].

<http://www.vem.fi/toimialaratkaisut/rajahdysvaaralliset-ymparistot/atex-luokitukset>

LIITTEET

LIITE 1 Pellin testauslaitteen I/O-lista

LIITE 2 Pellin testauslaitteen sähkökuvat

LIITE 3 Pellin testauslaitteen alustavat käyttöohjeet

LIITE 4. Standardi SFS-EN 60529 määrittelee menetelmät, joilla
sähkölaitteiden kotelointiluokitus tehdään (Opintojaksot.2015.)

LIITE 5. Atex direktiivi 94/9/EC (Atex global.2015.)

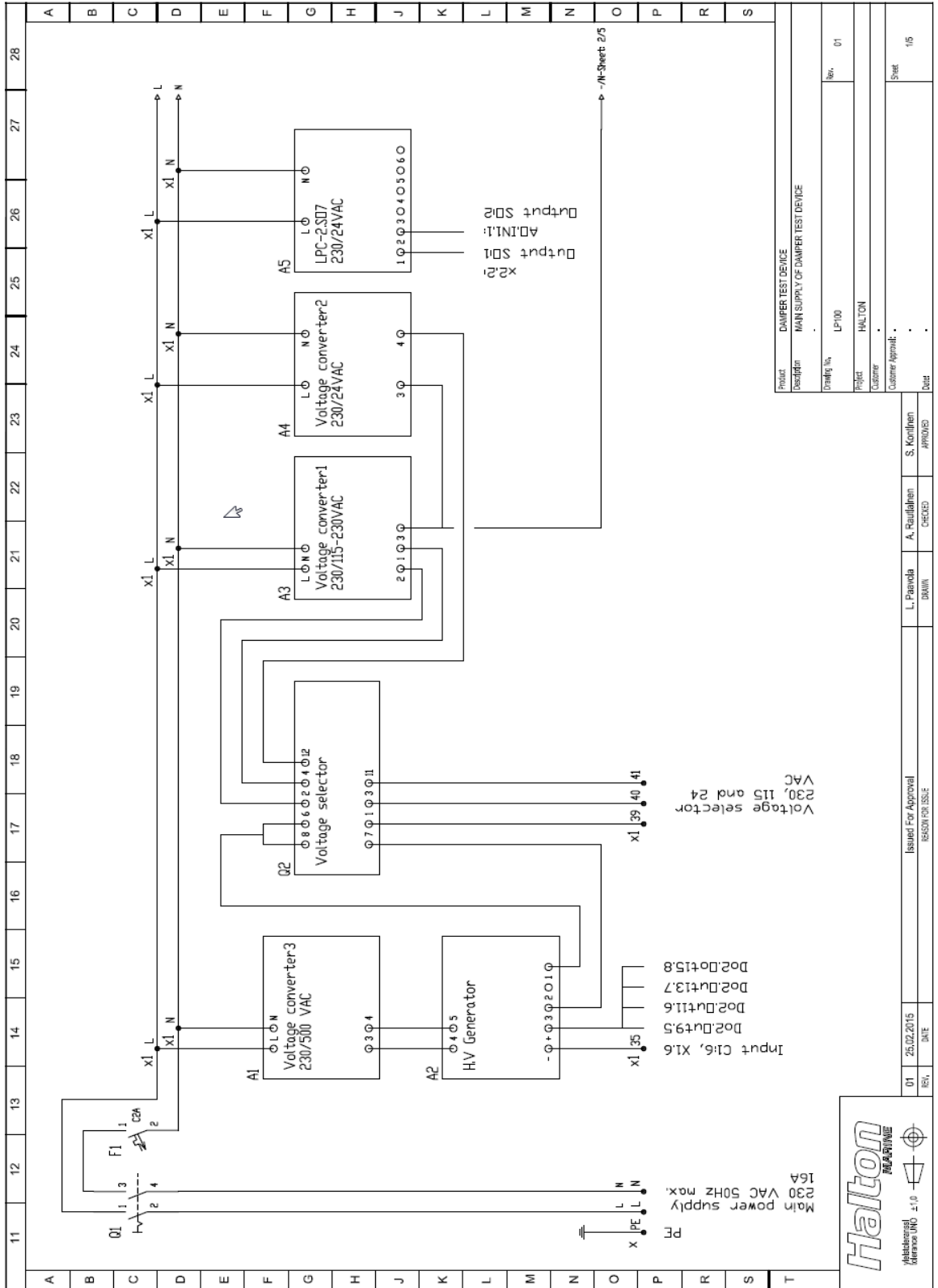
LIITE 6. Standardoidut suojausmenetelmät ja -rakenteet (Labkotec.2015.)

LIITE 7. Ex-laitteiden tilaluokan määräytymisen perusteet (TUKES. 2015a)

LIITE 1 Pellin testauslaitteen I/O-lista

Device	Tagname	Address	Signal Description	Type	Signal/range
FD1	FD1_CLS_ON	DI5_1_IN1	FireDamper 1 Close signal On	Digital input	Off/On
FD1	FD1_CLS_OFF	DI5_1_IN2	FireDamper 1 Close signal Off	Digital input	Off/On
FD1	FD1_OPN_ON	DI5_1_IN3	FireDamper 1 Open signal On	Digital input	Off/On
FD1	FD1_OPN_OFF	DI5_1_IN4	FireDamper 1 Open signal Off	Digital input	Off/On
FD2	FD2_CLS_ON	DI5_1_IN5	FireDamper 2 Close signal On	Digital input	Off/On
FD2	FD2_CLS_OFF	DI5_1_IN6	FireDamper 2 Close signal Off	Digital input	Off/On
FD2	FD2_OPN_ON	DI5_1_IN7	FireDamper 2 Open signal On	Digital input	Off/On
FD2	FD2_OPN_OFF	DI5_1_IN8	FireDamper 2 Open signal Off	Digital input	Off/On
FD3	FD3_CLS_ON	DI5_2_IN1	FireDamper 3 Close signal On	Digital input	Off/On
FD3	FD3_CLS_OFF	DI5_2_IN2	FireDamper 3 Close signal Off	Digital input	Off/On
FD3	FD3_OPN_ON	DI5_2_IN3	FireDamper 3 Open signal On	Digital input	Off/On
FD3	FD3_OPN_OFF	DI5_2_IN4	FireDamper 3 Open signal Off	Digital input	Off/On
FD4	FD4_CLS_ON	DI5_2_IN5	FireDamper 4 Close signal On	Digital input	Off/On
FD4	FD4_CLS_OFF	DI5_2_IN6	FireDamper 4 Close signal Off	Digital input	Off/On
FD4	FD4_OPN_ON	DI5_2_IN7	FireDamper 4 Open signal On	Digital input	Off/On
FD4	FD4_OPN_OFF	DI5_2_IN8	FireDamper 4 Open signal Off	Digital input	Off/On
FD1	FD1_CLSC_DO	DO6_1_OUT1	FireDamper 1 Close signal common	Digital output	Off/On
FD1	FD1_OPNC_DO	DO6_1_OUT2	FireDamper 1 Open signal common	Digital output	Off/On
FD2	FD2_CLSC_DO	DO6_1_OUT3	FireDamper 2 Close signal common	Digital output	Off/On
FD2	FD2_OPNC_DO	DO6_1_OUT4	FireDamper 2 Open signal common	Digital output	Off/On
FD3	FD3_CLSC_DO	DO6_1_OUT5	FireDamper 3 Close signal common	Digital output	Off/On
FD3	FD3_OPNC_DO	DO6_1_OUT6	FireDamper 3 Open signal common	Digital output	Off/On
FD4	FD4_CLSC_DO	DO6_1_OUT7	FireDamper 4 Close signal common	Digital output	Off/On
FD4	FD4_OPNC_DO	DO6_1_OUT8	FireDamper 4 Open signal common	Digital output	Off/On
FD1	FD1_PCRE_DO	DO6_2_OUT1	FireDamper 1 PCRE signal on	Digital output	Off/On
FD2	FD2_PCRE_DO	DO6_2_OUT2	FireDamper 2 PCRE signal on	Digital output	Off/On
FD3	FD3_PCRE_DO	DO6_2_OUT3	FireDamper 3 PCRE signal on	Digital output	Off/On
FD4	FD4_PCRE_DO	DO6_2_OUT4	FireDamper 4 PCRE signal on	Digital output	Off/On
FD1	FD1_INRE_DO	DO6_2_OUT5	FireDamper 1 INRE signal on	Digital output	Off/On
FD2	FD2_INRE_DO	DO6_2_OUT6	FireDamper 2 INRE signal on	Digital output	Off/On
FD3	FD3_INRE_DO	DO6_2_OUT7	FireDamper 3 INRE signal on	Digital output	Off/On
FD4	FD4_INRE_DO	DO6_2_OUT8	FireDamper 4 INRE signal on	Digital output	Off/On
FD	FD_PCRE_AI	A01_1_IN1	protective conductor resistance value	Analog input	0..10000
	A01_1_IN2	A01_1_IN2		Analog input	0..10000
	A01_1_IN3	A01_1_IN3		Analog input	0..10000
	A01_1_IN4	A01_1_IN4		Analog input	0..10000
FD	FD_INRE_AI	A01_1_IN5	insulation resistance raw value	Analog input	0..10000
	A01_1_IN6	A01_1_IN6		Analog input	0..10000
	A01_1_OUT1	A01_1_OUT1		Analog output	0..10000
	A01_1_OUT2	A01_1_OUT2		Analog output	0..10000
FD1	FD1_PSON_DO	DO6_3_OUT1	FireDamper 1 power on K1	Digital output	Off/On
FD2	FD2_PSON_DO	DO6_3_OUT2	FireDamper 2 power on K2	Digital output	Off/On
FD3	FD3_PSON_DO	DO6_3_OUT3	FireDamper 3 power on K3	Digital output	Off/On
FD4	FD4_PSON_DO	DO6_3_OUT4	FireDamper 4 power on K4	Digital output	Off/On
	DO6_2_OUT5	DO6_3_OUT5		Digital output	Off/On
	DO6_2_OUT6	DO6_3_OUT6		Digital output	Off/On
	DO6_2_OUT7	DO6_3_OUT7		Digital output	Off/On
	DO6_2_OUT8	DO6_3_OUT8		Digital output	Off/On
FD	DO3_1_OUT	DO3_1_OUT	insulation resistance shortcut	Digital output	Off/On

LIITE 2 Pellin testauslaitteen sähkökuvat



Product	DAMPER TEST DEVICE
Description	MAIN SUPPLY OF DAMPER TEST DEVICE
Drawing No.	LP100
Project	HALTON
Customer	
Customer Approval	
Date	

REV.	DATE	ISSUED FOR APPROVAL	CHECKED	APPROVED
01	25.02.2015	6550700355E	L. Paavola DRAWN	S. Kottinen APPROVED

Input Cl:6, X16	Do2.Dut13.7	Do2.Dut15.8
Do2.Dut11.6	Do2.Dut13.7	Do2.Dut15.8
Do2.Dut19.5		
Do2.Dut11.6		
Do2.Dut13.7		
Do2.Dut15.8		

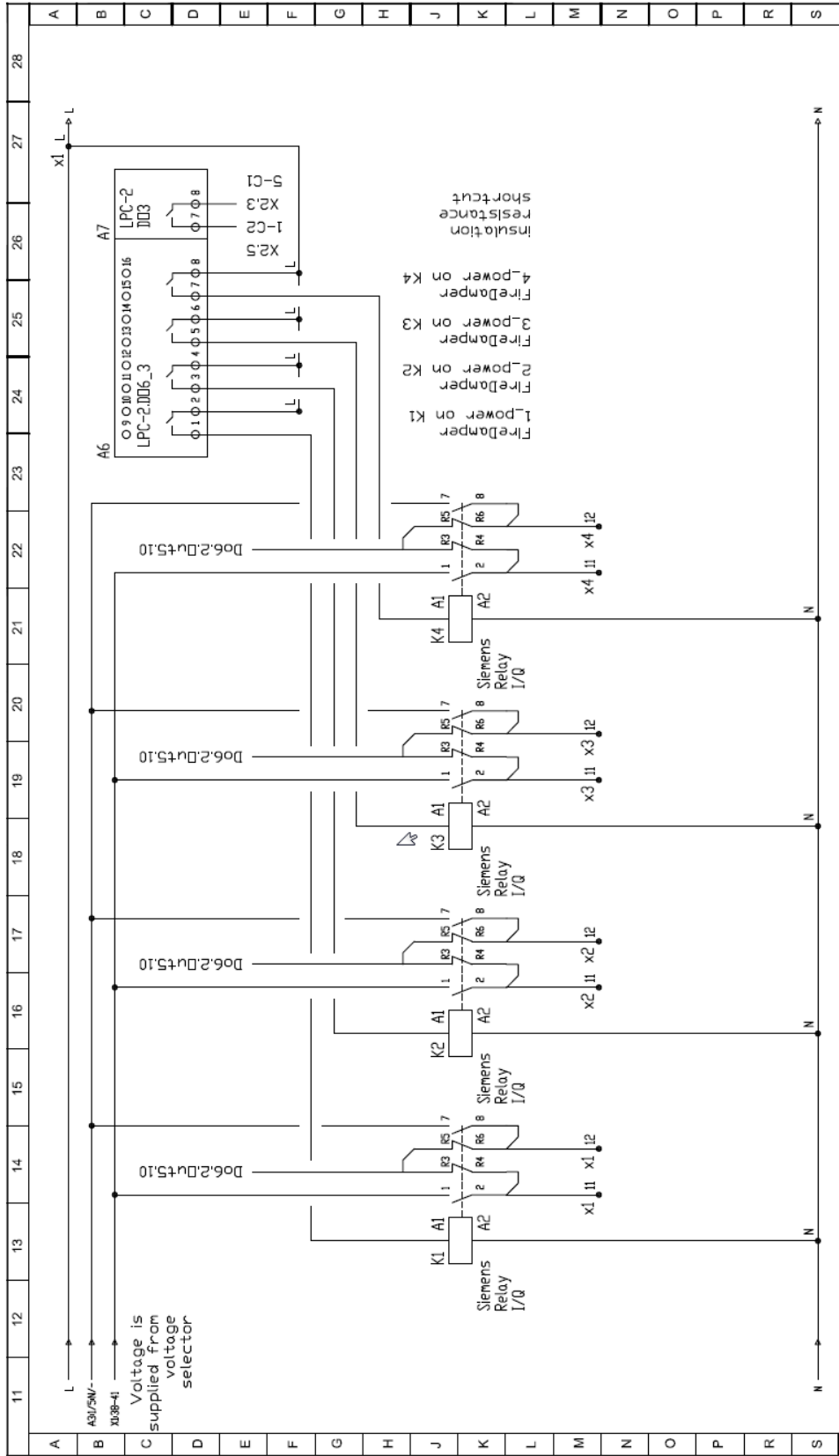
Voltage selector	230, 115 and 24 VAC
X1.39	40
X1.40	41

PE	X PE L N
Main power supply	230 VAC 50Hz max.
	16A



Halton
MEASUREMENTS & CONTROL

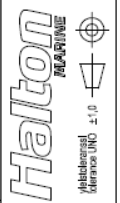
Sheet 1/5

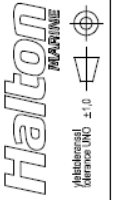
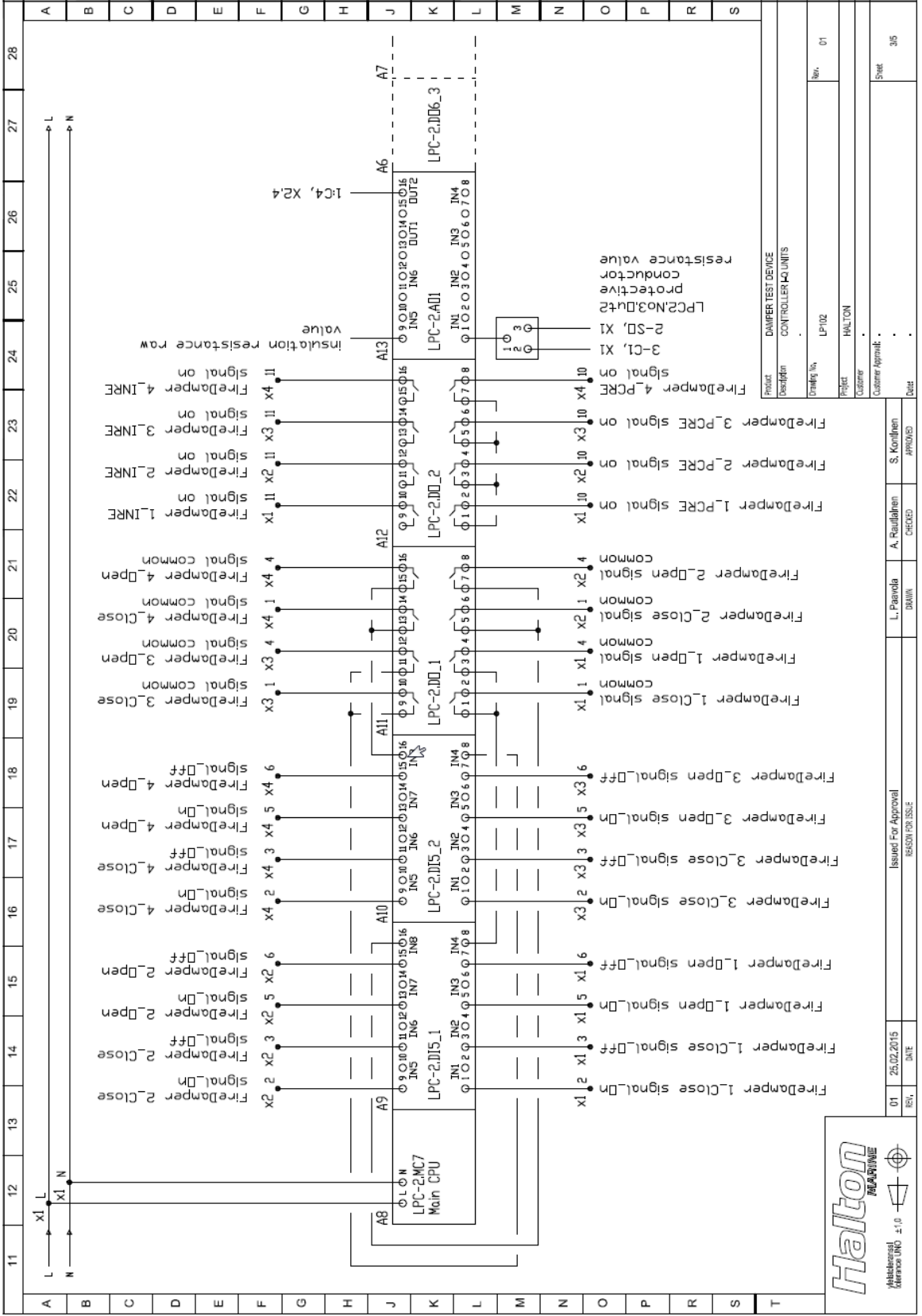


Product	DAMPER TEST DEVICE
Description	MAN SUPPLY OF DAMPER TEST DEVICE
Ordering No.	LP101
Project	HALTON
Customer	HALTON
Customer Approval	
Date	

01	25.02.2015	Issued For Approval	S. Korhinen
REV.	DATE	REASON FOR ISSUE	APPROVED
			A. Reutilainen
			CHECKED
			L. Paavola
			DRAWN

215	01
Sheet	Rev.





ABBILMENTI
SERVIZIO S.p.A. ±1.0

REV. 01

DATE 25.02.2015

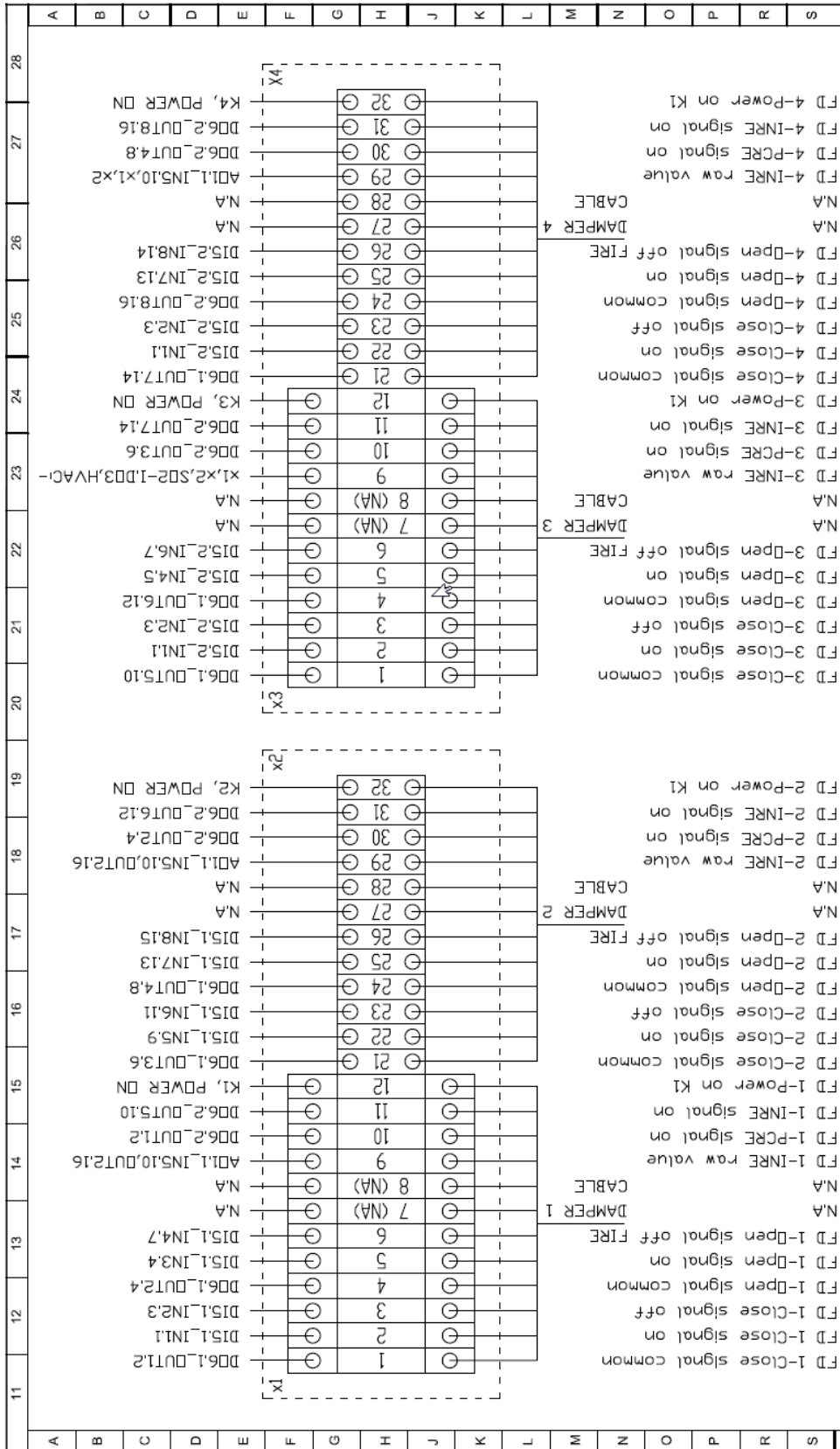
Issued For Approval
86450N-F01-353E

L. Pravola
DRAWN

A. Rautalain
CHECKED

S. Korhonen
APPROVED

Sheet 3/5

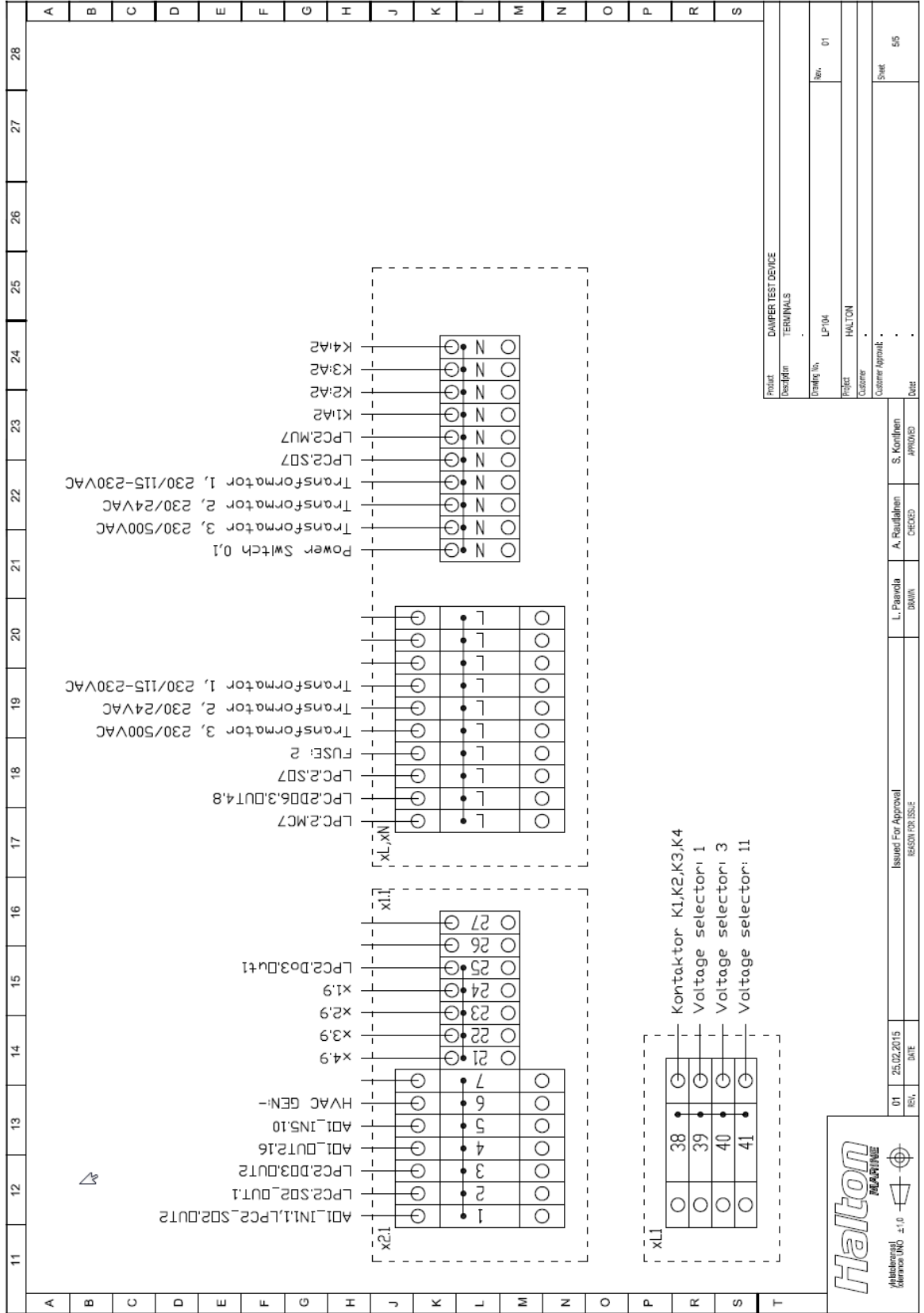


Product	Description	Terminal
FD 1-Close signal common	FD 1-Close signal on	FD 1-Close signal off
FD 1-Close signal on	FD 1-Close signal off	FD 1-Dpen signal common
FD 1-Close signal off	FD 1-Dpen signal on	FD 1-Dpen signal off FIRE
N/A	N/A	N/A
FD 1-INRE raw value	FD 1-PCRE signal on	FD 1-INRE signal on
FD 1-INRE signal on	FD 1-INRE signal on	FD 1-Power on K1
FD 2-Close signal common	FD 2-Close signal on	FD 2-Close signal off
FD 2-Close signal on	FD 2-Close signal off	FD 2-Dpen signal common
FD 2-Close signal off	FD 2-Dpen signal on	FD 2-Dpen signal off FIRE
N/A	N/A	N/A
FD 2-INRE raw value	FD 2-PCRE signal on	FD 2-INRE signal on
FD 2-INRE signal on	FD 2-INRE signal on	FD 2-Power on K1
FD 3-Close signal common	FD 3-Close signal on	FD 3-Close signal off
FD 3-Close signal on	FD 3-Close signal off	FD 3-Dpen signal common
FD 3-Close signal off	FD 3-Dpen signal on	FD 3-Dpen signal off FIRE
N/A	N/A	N/A
FD 3-INRE raw value	FD 3-PCRE signal on	FD 3-INRE signal on
FD 3-INRE signal on	FD 3-INRE signal on	FD 3-Power on K1
FD 4-Close signal common	FD 4-Close signal on	FD 4-Close signal off
FD 4-Close signal on	FD 4-Close signal off	FD 4-Dpen signal common
FD 4-Close signal off	FD 4-Dpen signal on	FD 4-Dpen signal off FIRE
N/A	N/A	N/A
FD 4-INRE raw value	FD 4-PCRE signal on	FD 4-INRE signal on
FD 4-INRE signal on	FD 4-INRE signal on	FD 4-Power on K1

Halton
 Mechanical
 Services Ltd. ±1.0

REV.	DATE	ISSUED FOR APPROVAL	REASON FOR ISSUE
01	25.02.2015	L. Paavola	Drawn
		A. Reulainen	Checked
		S. Korhonen	Approved

Customer Approval:	Customer:	Project:	Order No.:
.....	HALTON	LE100	01

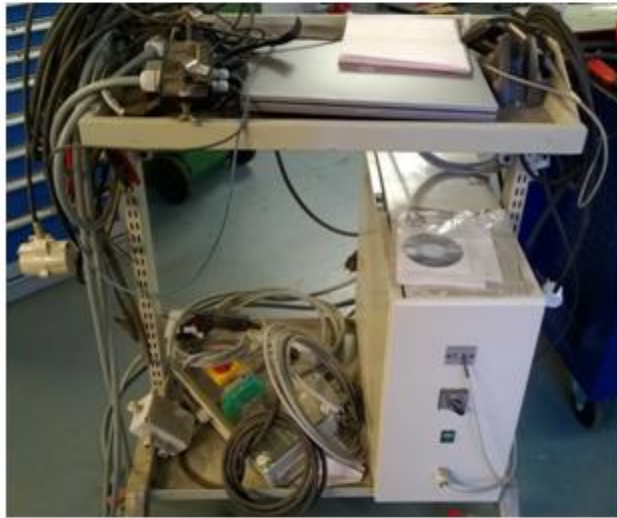


LIITE 3 Pellin testauslaitteen käyttöohjeet

Pellin testauslaite

Version: A
Date: 2.4.2015

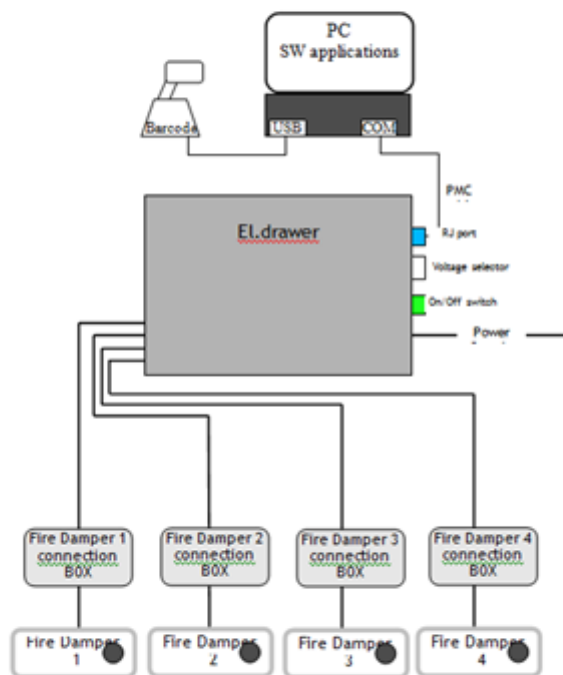
PELLIN TESTAUSLAITEEN KÄYTTÖOHJEET



1. TESTAUSLAITTEEN KONFIGURAATIO

Testauslaite koostuu seuraavista elementeistä:

- Sähkökeskus ja kaikki tarvittavat sähkökomponentit...
- Syöttökaapeli 230V/50Hz
- Kommunikointikaapeli tietokoneen ja sähkökeskuksen välillä
- Viivakoodinlukija, kommunikointi tietokoneeseen USB:een vöityksellä
- Peltien testauskaapelit, 4x12 kaapelit
- Windows XP:llä varustettu tietokone
- Käyttöliittymä on ohjelmoitu tietokoneeseen



I**2. TESTAUSLAITTEEN ASENNUS**

Testauslaitteen testauskaapelit tulee olla asianmukaisesti asennettu läpivientiholkkien läpi ja johtimet tulee olla kytketty oikeille terminaaleille. Esimerkiksi ensimmäisen pellin kaapelin johtimet tulee olla kytkettynä terminaaliin yksi jne. Johdinnumerot tulee kohdata terminaalien numeroinnin kanssa, toisaalta kytkentä tulee tarkastaa myös pellin kytkentärasian puolelta. Kytkentäkaapelin johdinta 7 ja 8 ei saa kytkeä. Terminaalit X1 ja X2 ovat varattu keskuksen sisäisiin kytkentöihin. **ÄLÄ TEE KYTKENTÖJÄ NÄIHIN LIITTIMIIN.**

Testauslaitteen syöttökaapeli on varustettu pistotulpalla, jolla laite kytketään 230 VAC:in ja 50Hz verkkojännitteeseen. Tarkista, että syöttökaapeli ei ole vaurioitunut ja kytketään asianmukaiseen pistokkeeseen.

VAROITUS: Kytkettäessä tarkista kaikki tarvittavat turvallisuus varoitimet.

Viivakoodinlukija on kytketty USB-kaapelilla suoraan testaus tietokoneeseen. Jos kaapelia tarvitsee pidentää, USB-laajennusrasiaa on mahdollista käyttää. Tarkista toiminnallisuus, ettei laajennus ylitä USB-toimintarajoja. Kommunikointi kaapeli (PMC) on kytketty tietokoneen sarjaportin ja sähkökeskuksen RJ-portin välille. Sähkökeskuksen RJ-portit ovat identtisiä. Softan asennus (Ax-ERP käyttöönotto)

3. TESTAUS PROSEDUURI

Pellin testaus proseduuri voidaan aloittaa kun seuraavat toimenpiteet on suoritettu:

- Kytke ja tarkasta kaikki testauslaitteen elementit (viivakoodinlukija, kommunikointi kaapeli jne.)
- Kytke laitteeseen jännite (syöttökaapeli, jännitteen valitsin ja 0,1-kytkin)
- Käynnistä tietokone
- Valitse asianmukainen syöttöjännite (vääntökytkimellä 230V, 115V tai 24V)
- Käynnistä testaussekvenssi käyttöliittymältä (start test)

3.1. TOIMILAITTEEN KYTKENTÄ

4. TESTAUSSEKVENSSI

Testisekvenssi on kirjoitettu testi scriptiin (esim. *FDT_1_test.lua*)

Se koostuu seuraavista askeleista

1. Testin kohteen valinta (Sarjanumero viivakoodinlukijalla tai manuaalisesti)
2. Käyttöliittymässä on 4 pystysaraketta joihin voi täyttää avoimia kenttiä
3. Täytetyt kentät määrittelee testiin menevät pellit

Eristysresistanssi mittausta

Testi suoritetaan jokaiselle pellille yksitellen

Mitatut arvot pitää olla asetettujen raja-arvojen sisällä pien. kuin 1Mohm (230V ja 115V) / pien. kuin (24V)

Suojajohtimen jatkuvuuden mittausta

Testi suoritetaan jokaiselle pellille yksitellen

Mitatut arvot pitää olla pien. kuin 3ohm

FD toimilaitteen aukeamis testi

Testi mittaa avautumisajan ja testaa auki/kiinni kytkimet

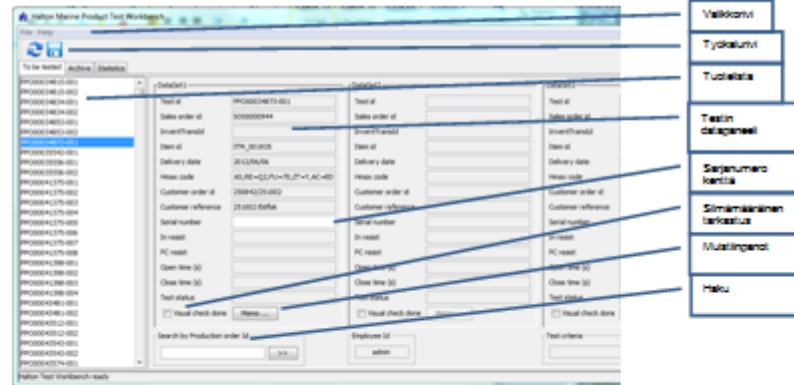
FD toimilaitteen sulkeutumis testi

Testi mittaa sulkeutumisajan ja testaa kiinni/auki kytkimet

Testien lopetus

Tallennetaan tulokset tietokantaan, resetoidaan kaikki lähdöt ja suljetaan kommunikointi

5. KÄYTTÖLIITTYMÄ



6. TESTAUSPROSESSIN SUORITTAMINEN

Ennen testauksen aloittamista, on varmistettava, että kaikki testattavat pellit ovat asianmukaisesti kytketty.

Smartehin testauslaitteen tulee olla valmiutilassa.

Turvallisuustekijät on otettu huomioon ja oikeat tuotteet on valittu HTW:in tuotelistalta

Pellin kytkeminen testauslaitteeseen 1.



Pellin kytkeminen testauslaitteeseen 2.



Paina "start testing painiketta"

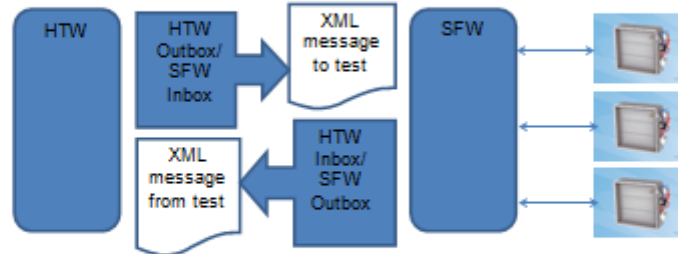
Vaihtoehtoisia tapoja aloittaa testi

- valikkoriviltä (File->Execute test)
- ALT+T painike yhdistelmä
- työkaluriviltä "Execute test"

"Execute test" painike työkalurivillä



7. DATAN KÄSITTELY PERIAATE HTW: EEN JA SFW: EEN VÄLILLÄ

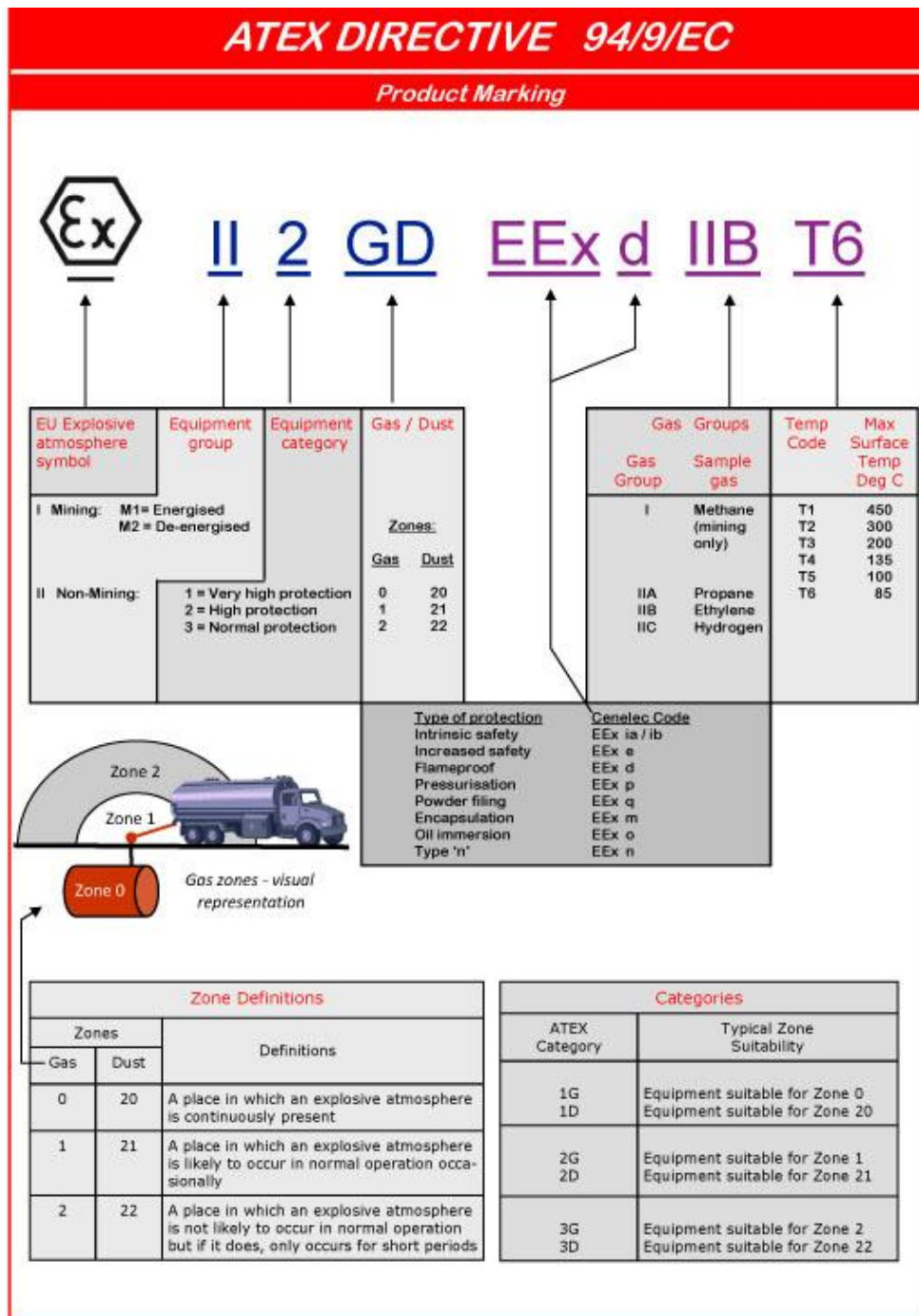


HTW lähettää htw_totest.xml viestin SFW:lle sisältäen testi tulokset valituista pelleistä. Kun SFW saa tiedon htw_fromtest.xml message. HTW luovuttaa vastaavat datasetit. Kun tuloksia tallennetaan, HTW tarkistaa, että kaikki testatut tuotteet ovat saaneet pätevä testitulokset (jos ei, tulee hälytys), kaikki testatut tuotteet omaavat pätevä sarjanumeron (sarjanumeron oltava määrättyissä raja-arvoissa ja uniikki).

LIITE 4. Standardi SFS-EN 60529 määrittelee menetelmät, joilla
sähkölaitteiden kotelointiluokitus tehdään (Opintojaksot 2015)

<i>Osat</i>	<i>Numerot tai kirjaimet</i>	<i>Merkitys laitesuojauksessa</i>	<i>Merkitys henkilösuojauksessa</i>
Ensimmäinen tunnus-Numero IPxx	0 1 2 3 4 5 6	Suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänkärsyiltä Suojaamaton Kun halkaisija ≥ 50 mm Kun halkaisija $\geq 12,5$ mm Kun halkaisija $\geq 2,5$ mm Kun halkaisija $\geq 1,0$ mm Pölysuojatusti pölytiivisti	Vaaralliset osat kosketussuojattu: suojaamaton nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
Toinen tunnus-Numero IPxx	0 1 2 3 4 5 6 7 8	Suojattu veden sisäänkärsyn haitalliselta vaikutukselta Suojaamaton Pystysuoraan tippuvalta vedeltä Tippuvalta vedeltä (kallistus 15°) Satavalta vedeltä Roiskuvalta vedeltä Vesisuihkulta Voimakkaalta vesisuihkulta Lyhytaikaisesti upotettuna Jatkuvasti upotettuna	
Lisäkirjaimet	A B C D		Vaaralliset osat kosketussuojattu: Nyrkiltä Sormelta Työkalulta langalta
Täydentävä kirjain	H M S W	Suurjännitelaitte Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin	

LIITE 5. Atex direktiivi 94/9/EC (Atex global 2015)



LIITE 6. Ex-laitteiden tilaluokan määräytymisen perusteet (TUKES 2015a)

STANDARDOIDUT SUOJAUSMENETELMÄT JA -RAKENTEET



CE-merkintä ja tuotannon laadunvarmistukseen osallistuvan ilmoitetun laitoksen (NB) tunnusnumero



Ex = EY:n räjähdys-suojautus
II = räjähdysryhmä
2 = laiteluokka
palava aine : G = kaasu tai neste

D = pöly

EEx d IIC T3

E = EN-standardin mukainen
Ex = räjähdys-suojautus
d = Ex-rakenne
II = räjähdysryhmä I, IIA, IIB tai IIC
T = Lämpötilaluokka T1... T6

Sähkölaitteet

	Koodi	EN-standardi	Laiteluokka					
			1	2	3	M1	M2	
Yleiset vaatimukset		EN 50014						
Öjykyys	o	EN 50015		+				
Paineistettu	p	EN 50016		+				
Hiekkikäynteinen	q	EN 50017		+				
Räjähdyspaineen kestävä	d	EN 50018		+				+
Varmennettu rakenne	e	EN 60079-7		+				
Luonnostaan vaaraton	ia	EN 50020	+				+	
Luonnostaan vaaraton	ib	EN 50020		+				+
Massaan valettu	m	EN 50028		+				
Suojusrakenne "n"	n	EN 60079-15				+		
Laiteluokka IG		EN 50284	+					
Laiteluokka MI		EN 50303						+
Pölytilojen laitteet D		EN 50281-1-1	+	+	+			

Muut koneet ja laitteet

	Koodi	EN-standardi	Laiteluokka					
			1	2	3	M1	M2	
Yleiset vaatimukset		EN 13463-1						
Rajoitettu hengittävä	fr	EN 13463-2			+			
Räjähdyspaineen kestävä	d	EN 13463-3		+				+
Rakenteellinen turvallisuus	c	EN 13463-5	+	+				+
Syttymislähteiden kontrollointi	b	EN 13463-6	+	+	+			
Nesteeseen upotus	k	EN 13463-8	+	+	+		+	+
Polttomootorit		EN 1834-1		+	+			
Trukit		EN 1755		+	+			
Puhaltimet		prEN 14986*	+	+	+			

*Standardi valmistetuilla CEN:n komiteassa TC 305

LIITE 7. Standardoidut suojausmenetelmät ja –rakenteet (Labkotec 2015)

Oikea laite oikeaan tilaan

Kussakin tilassa käytetään vain sinne sopivia laitteita ja suojausjärjestelmiä:

- tilaluokassa 0 tai 20 käytetään laiteluokan 1 laitteita
- tilaluokassa 1 tai 21 käytetään laiteluokan 1 tai 2 laitteita sekä
- tilaluokassa 2 tai 22 käytetään laiteluokan 1, 2 tai 3 laitteita.

Tilaluokka 0 Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tilaluokka 20 Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein.

Tilaluokka 1 Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 21 Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 2 Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.

Tilaluokka 22 Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.