

Instrumentointisuunnittelu ja sen tunnusluvut

Jari Manninen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2012

Automaatioteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





| | | |
|--|------------------------------------|---|
| Tekijä(t) MANNINEN, Jari | Julkaisun laji Opinnäytetyö | Päivämäärä 12.05.2012 |
| | Sivumäärä 69 | Julkaisun kieli Suomi |
| | Luottamuksellisuus (x) saakka | Verkojulkaisulupa myönnetty (X) |
| Työn nimi INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU JA SEN TUNNUSLUVUT | | |
| Koulutusohjelma Automaatioteknologian koulutusohjelma, YAMK | | |
| Työn ohjaaja(t) SELOSMAA, Seppo RANTAPUSKA, Seppo | | |
| Toimeksiantaja(t) Rejlers Oy UUSITALO, Kristian | | |
| Tiivistelmä <p>Työn tarkoitus oli parantaa ja kehittää instrumentointisuunnitteluun kuluvaan työajan arviointia.</p> <p>Aluksi työssä käsiteltiin instrumentointiin liittyviä aiheita. Näitä olivat instrumentoinnin kenttäväylät, standardit ja Ex-alueen vaatimuksia. Työssä vertailtiin myös perinteisen 4...20 mA ja kenttäväyläteknikalla toteutetun suunnittelun eroavaisuuksia aikataulun, tilatarpeen ja kenttälaitteiden osalta.</p> <p>Työssä analysoitiin toimeksiantajan 2000-luvulla toteutetut instrumentoinnin suunnitteluprojektit ja määritettiin instrumentointisuunnittelua kuvaavat tunnusluvut. Lopuksi työssä pohdittiin niitä tekijöitä, joilla pystytään vaikuttamaan instrumentointisuunnittelun tehokkuuteen ja samalla laadukkaaseen suunnitteluun.</p> <p>Instrumentointisuunnittelun laatuun ja tehokkuuteen voidaan parhaiten vaikuttaa kiinnittämällä huomiota suunnitteluvälineisiin, lähtötietojen ja muutoksien hallintaan sekä suunnittelun projektointiin mutta ennen kaikkea suunnittelijoiden osaamiseen ja motivaatioon.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) Instrumentointi, kenttäväylät, standardit, Ex, Atex, instrumentointisuunnittelu | | |
| Muut tiedot KLP 6 on salainen | | |



| | | |
|--|--|--|
| Author(s) MANNINEN, Jari | Type of publication Master's Thesis | Date 12052012 |
| | Pages 69 | Language Finnish |
| | Confidential (x) Until | Permission for web publication (X) |
| Title Instrumentation engineering and economic indicators of instrumentation engineering | | |
| Degree Programme Master's Degree Programme in Automation Technology | | |
| Tutor(s) SELOSMAA, Seppo RANTAPUSKA, Seppo | | |
| Assigned by Rejlers Oy UUSITALO, Kristian | | |
| Abstract <p>The purpose of the thesis was to improve and develop the estimation of the time needed for instrumentation engineering.</p> <p>In the beginning of the thesis different fieldbuses are discussed. Profibus PA and Fieldbus Foundation are analyzed in more details. These are in the IEC 651158 standard of the process automation fieldbus. The thesis compares the design of a field bus and traditional 4 – 20 mA engineering. The focus was on the schedule, space requirements, purchase of the field devices and cabling. After that there are discussed some standards of the instrumentation and instrumentation engineering of explosive atmospheres, ATEX.</p> <p>In the thesis the assigning company's projects of the engineering of instrumentation in the 21st century were analyzed. After that the key figures of instrumentation engineering were defined. The final part of the thesis discusses the functions of the quality assurance that can be carried out with better quality in the projects of instrumentation engineering.</p> <p>The quality and effectiveness could be improved with the better implementation of engineering and the management of initial data and changes. However, the best functions that can be carried out with better quality in the projects of instrumentation engineering are improved instrument designer knowledge and motivation.</p> | | |
| Keywords instrumentation, field bus, standard, Atex, instrumentation engineering | | |
| Miscellaneous Appendix 6 is secret. | | |

SISÄLTÖ

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | TYÖN LÄHTÖKOHDAT | 6 |
| 2 | REJLERS OY | 7 |
| 2.1 | YLEISTÄ | 7 |
| 2.2 | INSTRUMENTOINTIRYHMÄ..... | 8 |
| 3 | INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU..... | 8 |
| 3.1 | YLEISTÄ | 8 |
| 3.2 | INSTRUMENTOINNIN ESI-, PERUS- JA TOTEUTUSSUUNNITTELU..... | 9 |
| 3.3 | KENTTÄVÄYLÄT | 10 |
| 3.3.1 | <i>Yleistä</i> | <i>10</i> |
| 3.3.2 | <i>Profibus.....</i> | <i>14</i> |
| 3.3.3 | <i>Profibus DP-väylä</i> | <i>16</i> |
| 3.3.4 | <i>Profibus PA-kenttäväylä.....</i> | <i>18</i> |
| 3.3.5 | <i>Fieldbus Foundation kenttäväylä.....</i> | <i>19</i> |
| 3.3.6 | <i>AS interface- väylä.....</i> | <i>21</i> |
| 3.3.7 | <i>Perinteinen 4...20 mA ja kenttäväyläteknikka suunnittelu</i> | <i>23</i> |
| 3.4 | STANDARDIT | 26 |
| 3.4.1 | <i>Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 953/1999.....</i> | <i>27</i> |
| 3.4.2 | <i>IEC 61508.....</i> | <i>27</i> |
| 3.4.3 | <i>IEC 61511</i> | <i>28</i> |
| 3.5 | ATEX-DIREKTIIVI | 29 |
| 3.5.1 | <i>ATEX.....</i> | <i>29</i> |
| 3.5.2 | <i>Ex-laitteet</i> | <i>30</i> |
| 4 | OSAAMISEN MÄÄRITTÄMINEN..... | 39 |
| 5 | MOTIVOINTI JA SITOUTUMINEN | 41 |
| 6 | INSTRUMENTOINTISUUNNITTELUN TUNNUSLUVUT | 42 |
| | LUOTTAMUKSELLINEN, SISÄLTÄÄ 28 SIVUA | |
| | LÄHTEET | 42 |

LIITTEET

LIITE 1. Lähtötiedot sovellussuunnitteluprojekteista.....68

LIITE 2. Rejlers Oy – Henkilöryhmittely.....69

KUVIOT

KUVIO 1. Lisäinformaation käyttäjä.....10

KUVIO 2. Teollisuuden tiedonsiirtoverkkoja.....11

KUVIO 3. Lisääntynyt kenttäväyläinformaatio.....12

KUVIO 4. Kenttäväylästandardeja.....14

KUVIO 5. Profibus-järjestön logo.....15

KUVIO 6. Profibus tiedonsiirto.....16

KUVIO 7. Profibus DP multi-master järjestelmä.....17

KUVIO 8. Profibus PA kenttäväylä.....18

KUVIO 9. Kenttäväylä arkkitehtuuri.....19

KUVIO 10. OSI-malli ja siihen perustuva Foundation-kenttäväylän tiedonsiirron malli.....20

KUVIO 11. AS-interface.....21

KUVIO 12. AS-i-yhdistys.....22

KUVIO 13. Piirikaavio perinteisellä 4...20 mA ratkaisulla.....24

KUVIO 14. Piirikaavio kenttäväyläteknikalla toteutetulla ratkaisulla.....25

KUVIO 15. Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen.....31

KUVIO 16. Suojausluokkien merkintäesimerkkejä.....35

KUVIO 17. EX-laitteen valintakaavio.....36

KUVIO 18. ATEX-hyväksymismerkintä.....38

LUOTTAMUKSELLINEN, SISÄLTÄÄ 8 KUVIOTA

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Henkilöryhmittely40

LUOTTAMUKSELLINEN, SISÄLTÄÄ 4 TAULUKKOA

Merkinnät ja lyhenteet

| | |
|---------|---|
| AS-I | Actuaror Sensor Interface |
| ATEX | Atmosphere Explosive |
| DCS | Distributed Control System |
| DP | Decentralized Peripherals |
| FAS | Fieldbus Ac-cess Sublayer |
| FAT | Factory Acceptance Testing |
| FSM | Field bus Message Specification |
| FTP | File Transfer Protocol |
| EX | Explosive |
| GENELEC | European Committee for Electrotechnical Standardization |
| HART | Highway Addressable Remote Transducer |
| IEC | International Electrotechnical Comission |
| ISO | International Organization for Standardization |
| OSI | Open System Interconnection |
| PA | Process Automation |
| PLC | Programmable Logic Controller |
| TET | Turvallisuuden eheystaso |

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia yksikköemme tekemät instrumentoinnin suunnitteluprojektit 2000-luvulla.

Instrumentoinnin suunnitteluprojektien analysoinnin tavoitteena oli parantaa ja kehittää suunnitteluprosessiin kuluvan ajan arviointia tarjousvaiheessa sekä itse työn kuluessa. Tavoitteena oli myös kehittää keinoja, millä huomaisimme jo tarjousvaiheessa mahdolliset ”sudenkuopat” projektissa.

Opinnäytetyöhön käytetyt instrumentointiprojektit liittyivät prosessiteollisuuden sekä ulkomailla että kotimaassa.

Opinnäytetyön alussa esitellään yleisesti instrumentointisuunnitteluun olennaisesti liittyviä aiheita kuten kenttäväylät, standardit ja Ex-alueet. Työssä esitellään yleisimmin instrumentoinnissa käytetyt kenttäväylät, Profibus DP-, PA-, FF- ja AS-i kenttäväylät.

Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään instrumentointisuunnitteluun vaikuttavat eroavaisuudet eri projekteissa ja mitkä vaikuttivat niiden suunnittelu-aikaan:

- Tunnusluvut
- Tunnusluvut, missä on otettu huomioon prosessit
- Tunnusluvut, missä on huomioitu käytetty toteutustapa
- Tunnusluvut, missä on huomioitu piirimäärän vaikutus

Opinnäytetyö luokiteltiin osaksi salaiseksi, koska se sisältää Rejlers Oy:n toimintaan liittyvää luottamuksellista tietoa.

2 Rejlers Oy

2.1 Yleistä

Rejlers Oy on osa Rejlers konsernia. Rejlers konserni on perustettu Ruotsissa 1942. Sen liikevaihto oli vuonna 2011 130 M€. Konsernissa palveluksessa oli 2011 n. 1400 työntekijää. Toimipisteitä konsernilla on Ruotsissa, Suomessa, Norjassa ja Virossa. Rejlers konserni on noteerattu Pohjoismaisessa pörsissä (OMX).

Rejlers Oy on Suomessa toimiva asiantuntijaorganisaatio, joka tarjoaa suunnittelu- ja konsultointipalveluita sekä projektitoimituksia monialaiselle asiakaskunnalle. Rejlers Oy:n toiminta Suomessa on alkanut 1980. Liikevaihto oli vuonna 2011 26 M€ ja Suomessa henkilökuntaa on n. 430. Rejlers toimii Suomessa yli kymmenellä paikkakunnalla, mm. Mikkelissä, Tampereelle, Kotkassa, Porvoossa, Varkaudessa ja Jyväskylässä. Rejlerskoncernen AB omistaa Rejlers Oy:n 100%:sti.

Suunnittelupalvelut, joita Rejlers Oy tarjoaa, ovat:

- Sähkösuunnittelu
- Automaatiosuunnittelu
- Kone- ja laitesuunnittelu
- Putkistosuunnittelu
- Marine-suunnittelu
- LVSA-suunnittelu
- Arkkitehtisuunnittelu
- Kaavoitus

2.2 Instrumentointiryhmä

Instrumentointiryhmän työnkuvaan liittyvät instrumentoinnin esi- ja perussuunnittelu, toteutussuunnittelu sekä niihin liittyvät koestus- ja käyttöönotto tehtävät. Instrumentoinnin esi- ja perussuunnittelun määrittely on hieman vaihtelevaa riippuen asiakkaista, joille projekteja toteutamme. Pääsääntöisesti esisuunnittelulla käsitetään suunnittelua, missä luodaan tarvittavat dokumentit kustannusarvion laadintaa varten. Perussuunnittelulla tarkoitetaan suunnittelua, millä laaditaan tarvittavat dokumentit instrumentoinnin toteutussuunnittelua varten sekä myös lähtötietoaineistoa muille suunnittelualueille. Varsinainen toteutussuunnittelu käsittää sellaisen suunnitteluaineiston tuottamisen, millä projektin instrumentointi pystytään toteuttamaan aina laitehankintaa myöten. Toteutussuunnittelun rajauksissa on paljon erilaisia toteutusmahdollisuuksia riippuen tilaajasta ja prosessista.

3 INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU

3.1 Yleistä

Instrumentointisuunnittelu koostuu monista osa-alueista, jotka on otettava huomioon tehtäessä projekteja asiakkaille ympäri maailman. Aluksi esitellään instrumentoinnin esi-, perus- ja toteutussuunnittelun sisältöjä sekä suunnittelun toteutustavoista lyhyesti yleisimmät kenttäväyläratkaisut. Käymme lyhyesti myös läpi perinteisen 4...20 mA suunnittelun ja kenttäväyläteknikan eroja suunnittelun kannalta. Sen jälkeen perehdytään prosessiteollisuuden standardeihin, jotka vaikuttavat toiminnalliseen turvallisuuteen. Lopuksi perehdymme instrumentointisuunnitteluun, jota toteutetaan räjähdysvaarallisille alueille.

3.2 Instrumentoinnin esi-, perus- ja toteutussuunnittelu

Instrumentoinnin esisuunnittelussa laaditaan aineistoa, jolla pystytään muodostamaan kustannusarvio instrumentointiprojektista. Kustannusarvioiden tarkkuus voi olla esimerkiksi +/- 30 %, +/- 15 tai +/- 5 % riippuen tarpeesta ja lähtötietojen tarkkuustasosta. Hyvin usein instrumentoinnin esisuunnitteluvaiheessa tuotettavia dokumentteja ovat piiriluettelo, siitä muodostettu massaluettelo ja varsinainen kustannusarvio. Tässä vaiheessa instrumentoinnin piiriluettelo on hyvin yksinkertainen. Siinä on mittaustapa piiristä, alustava laitetyyppi ja asennustapa. Massaluetteloon on koottu laitemassat hinnoittelua varten ja kustannusarvio on näiden dokumenttien lopputulos.

Instrumentoinnin perussuunnitteluvaiheessa tästä esisuunnittelussa muodostettua aineistoa täydennetään. Esimerkiksi tässä vaiheessa on saatu piiriluetteloon jo prosessisuunnittelusta piirien tarkennettuja positioidia, piirien nimiä, prosessiarvoja, mitta-alueita ja laitemitoituksia. Mahdollisesti tässä vaiheessa tuotetaan jo instrumentoinnin tyyppikuvia toteutussuunnittelua varten.

Instrumentoinnin toteutussuunnittelu käsittää kaiken sen aineiston, jolla projektin instrumentointi pystytään kokonaisuudessaan toteuttamaan mukaan lukien instrumentoinnin asennukset ja laitehankinnat. Toteutussuunnittelun lähtöaineisto suunnittelulle on aikaisemmin tehty esi- ja perussuunnitteluaineisto. Tässä vaiheessa tehdään instrumentoinnin laitehankintamateriaali, asennustyyppikuvat, instrumentoinnin kytkentäsuunnittelu, urakkakyselyaineisto, työmäärityt, testausaineisto jne. riippuen asiakkaan tavasta toteuttaa instrumentoinnin projekteja.

3.3 Kenttäväylät

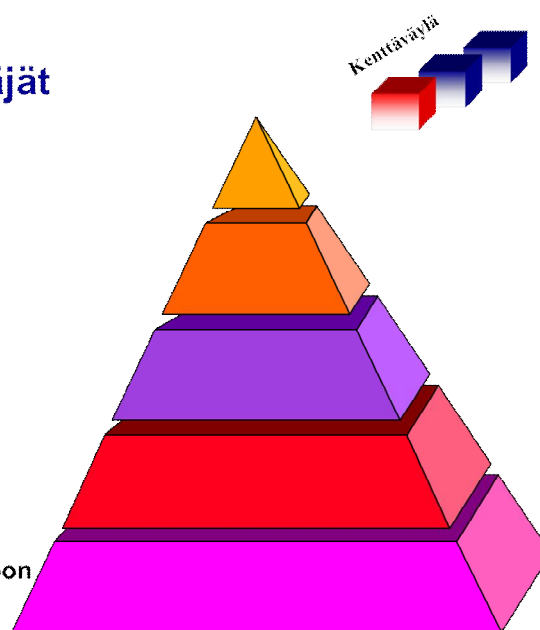
3.3.1 Yleistä

Instrumentoinnin kenttälaitteiden mittaus- ja ohjaustietoja on perinteisesti siirretty 4-20 mA:n viestinä. Tämä on vielä varsin yleinen ratkaisu varsinkin projekteissa, joissa toteutusta tehdään olemassa olevalle prosessi-alueelle. Ennakoivan kunnossapidon merkityksen kasvaessa on jouduttu kehittämään tehokkaampia tapoja laitteiden yksityiskohtaisen informaation siirtämiseen. Tähän ratkaisun ovat tuoneet kenttäväylät, joilla voidaan siirtää ratkaisevasti suurempi tietomäärä kuin 4-20 mA:lla toteutetulla viestin siirtotavalla.

Kuviossa 1 on esitetty lisäinformaation käyttäjiä.

Lisäinformaation käyttäjät

- **Tuotantojohto**
 - Parempi yleiskuva
- **Tutkimus ja kehitys**
 - Tuote- ja prosessikehitys
- **Laadun varmistus**
 - Jäljitettävyys
- **Laboratorio**
 - Tietoa prosessista
- **Ylläpito**
 - Työkalut ennustavaan ylläpitoon

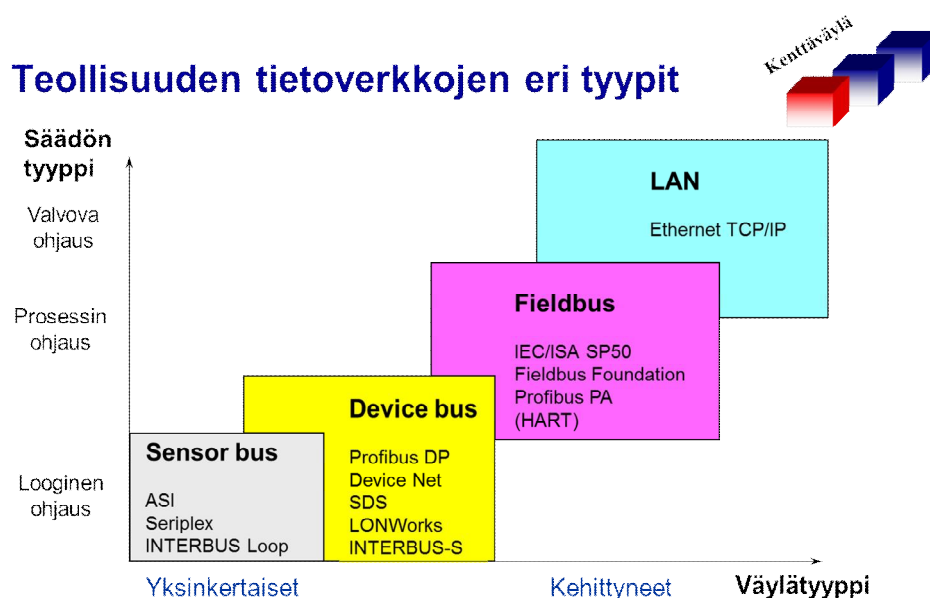


KUVIO 1. Lisäinformaation käyttäjiä. (Fisher-Rosemount, 2001).

Kenttäväylä on täysdigitaalinen, kaksisuuntainen ja väyläpohjainen tiedonsiirtojärjestelmä. Kenttäväyläratkaisulla yhdistetään älykkäät kenttälaitteet ja muu prosessiautomaatio koko tehtaan kattavaksi tietoverkoksi.

Nyt kun saamme kenttäväylään perustuvalla toteutuksella kenttälaitteilta yksityiskohtaisempaa informaatiota reaaliajassa, on kunnossapidon henkilökunnalla entistä paremmat mahdollisuudet suunnitella laitteiden ennakko- ja huoltoja. Nyt kenttälaitteiden huollot tai vikaantumissa olevat kenttälaitteet pystytään huoltamaan tai vaihtamaan ennakoivasti ennen niiden täydellistä vikaantumista etukäteen suunnitelluissa laitoksen määräaikaissakkeissa. Näin voidaan ratkaisevasti vähentää kenttälaitteioista johtuvia yllättäviä prosessin katkoksia. Kenttäväyliä avulla pystytään myös entistä paremmin seuraamaan prosessin toimintaa. Tämä antaa entistä paremmat mahdollisuudet myös prosessin kehitykselle samoin kuin kenttälaitteiden tuotekehitykselle.

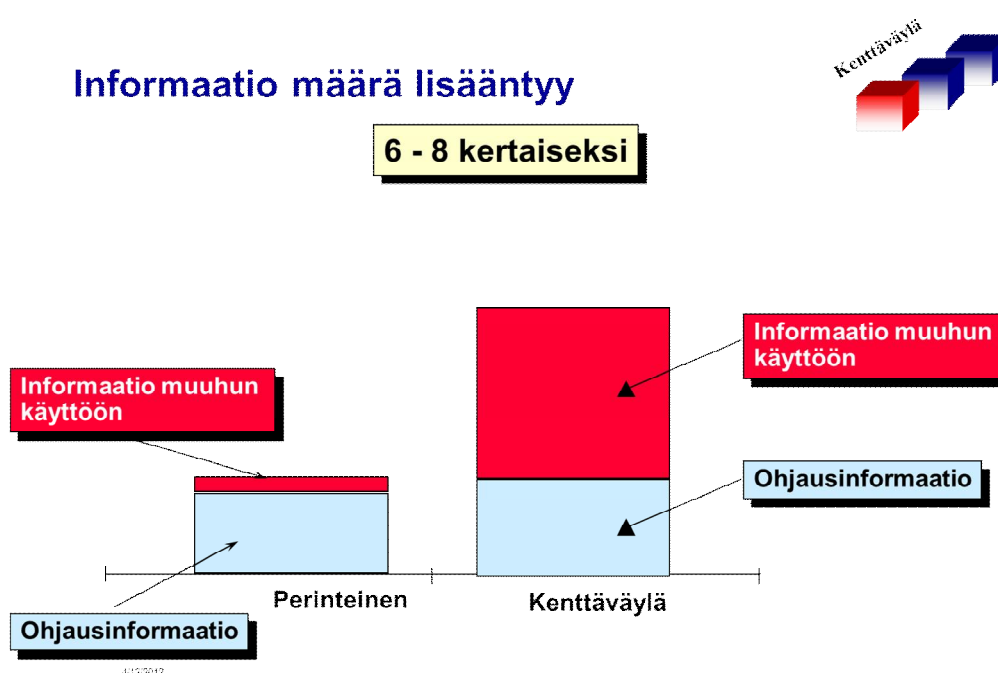
Kuviossa 2 on esitetty teollisuuden tiedonsiirto verkkoja



KUVIO 2. Teollisuuden tiedonsiirtoverkkoja. (Fisher-Rosemount, 2001)

Perinteisessä HART-protokollaan perustuvan analogisen 4-20mA:n mitausviestin päälle on lisätty taajuusmoduloimalla digitaalinen signaali, joka sisältää älykkään kenttälaitteen lisäinformaation. HART on mahdollistanut kaksisuuntaisen digitaalisen kommunikoinnin kenttälaitteiden kanssa. HART ratkaisu perustuu Master/slave-protokollaan eli kenttälaitte ei lähetä tietoa ellei isäntälaitte sitä siltä pyydä. Kenttäväyläteknologia tarjoaa huomattavan parannuksen verrattuna perinteiseen 4-20mA-viestiin perustuvaan viestin siirtoon, sillä kenttäväyläteknologia tarjoaa HART-laitteiden edun lisäksi jatkuvan kenttälaitteiden valvonnan automatiojärjestelmissä tai logiikoissa. Tällä ratkaisulla mahdollistetaan laitteiden ennakoiva huolto. Lisäksi kenttäväyläteknologia mahdollistaa älyn hajauttamista kenttälaitteille. (Leviäkangas 2000, 22-75).

Kuviossa 3 on esitetty lisääntyvä kenttälaitte informaatiota.

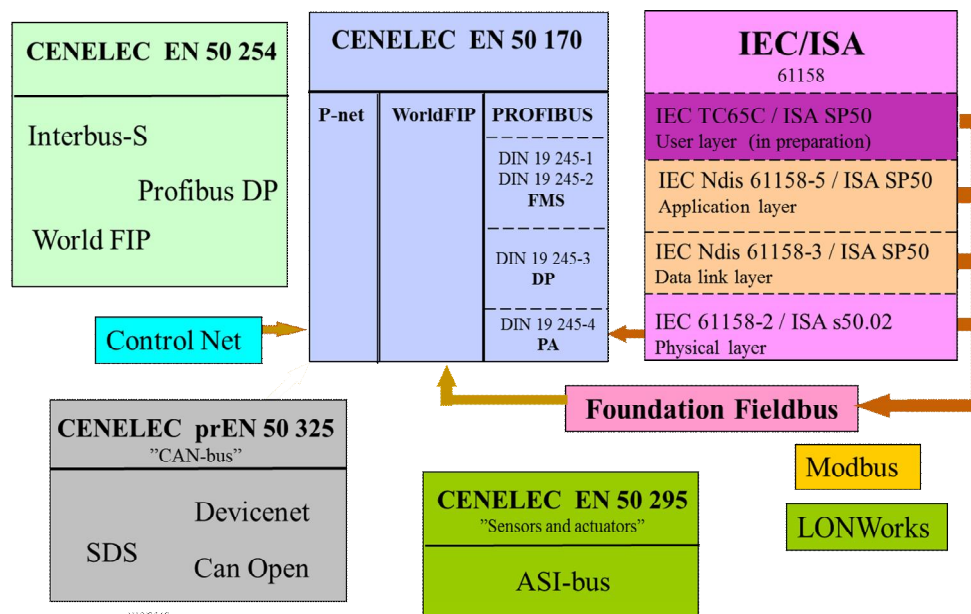


KUVIO 3. Lisääntynyt kenttäväyläinformaatio. (Fisher-Rosemount, 2001).

Kenttäväylän kehityshistoriassa on ollut lukuisia erilaisia ratkaisuja sekä historiallisista että sovellusalueiden tarpeisiin liittyvistä syistä. Näistäkin syistä johtuen vuoden 2000 alussa hyväksytty standardi IEC 61158 sisältää kahdeksan eri kenttäväylää. Nämä kenttäväylät ovat: ControlNet, Profibus DP, Interbus-S, P-Net, WorldFIP, ShiftNet, Foundation Fieldbus ja Profibus PA. Kenttäväylien eroja ovat muun muassa seuraavat:

- Kaapelointi ja liitäntä
 - o kaapelipituudet
 - o kaapeloinnin vaatimukset
 - o kytkentäteknikka
- Häiriöherkkyydet
- Verkon rakenne ja topologia
- Laitteiden lukumäärä segmenteissä (segmentointi)
- Tiedonsiirtonopeudet
- Protokolla ja sen soveltuvuus kuhunkin laiterakenteeseen
- Kenttäväylien hallinta ja siihen liittyvät työkalut (Leviäkangas, 2000, 22-75).

Kuviossa 4 on esitetty kenttäväylästandardeja.



KUVIO 4. Kenttäväylästandardeja. (Fisher-Rosemount, 2001).

Yleisimmät käytössä olevat kenttäinstrumentoinnin kenttäväylät ovat Profibus PA, Fieldbus Foundation ja ASi. Näistä Profibus PA ja Fieldbus Foundation eli FF-kenttäväylä on tarkoitettu perinteisen analogisen tiedon siirtoon ja ASi-kenttäväylä binäärisen tiedon käsittelyyn. Viime aikoina on lisäksi alkanut lisääntyä langattomat kenttäväyläratkaisut tietyissä prosessiteollisuuden alueilla.

3.3.2 Profibus

Profibus on lähinnä Siemensin kehittämä ja se on Euroopassa yleisesti hyväksytty ja käytössä oleva kenttäväyläratkaisu. Profibus-väylät ovat Profibus standardin EN 50170 mukaisia väyliä. Kuviossa 5 on esitetty Profibus järjestön logon. (Siemens, 2004).

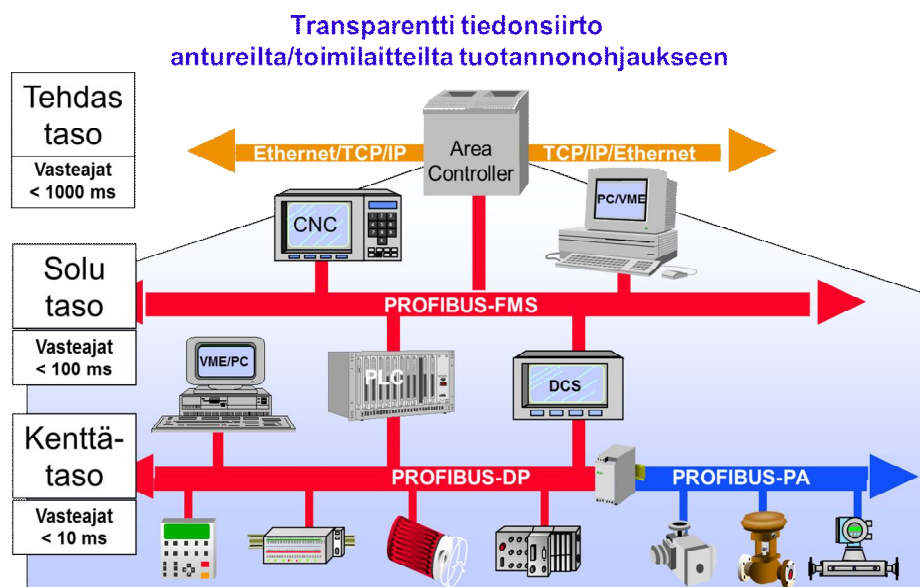


KUVIO 5. Profibus-järjestön logo. (Profibus, 1998)

Profibus väylät jakaantuvat kolmeen väyläjakoon:

- Profibus FMS
 - Fyysinen liityntä RS485 / optinen kuitu / infrapuna
 - Käyttö: automaatio yleensä
- Profibus DP
 - Fyysinen liityntä RS485 / optinen kuitu / infrapuna
 - Käyttö: tuotantoautomaatio
- Profibus PA
 - Fyysinen liityntä IEC 1158-2
 - Käyttö: prosessiautomaatio (Profibus, 1998)

Kuviossa 6 on esitetty Profibus tiedonsiirto.



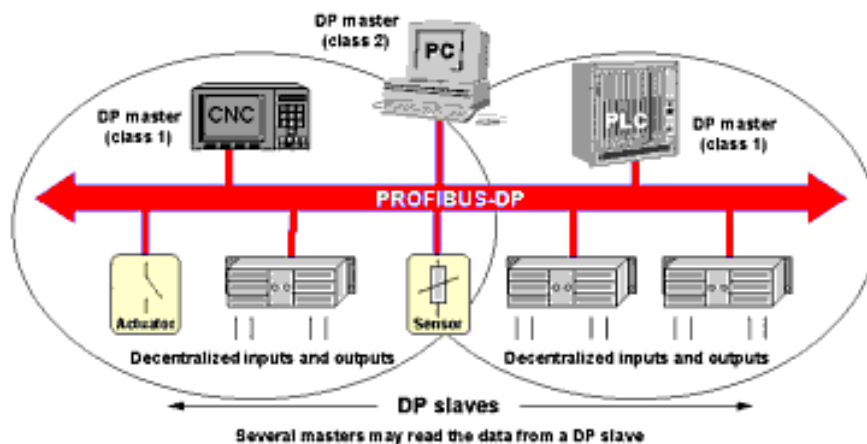
KUVIO 6. Profibus tiedonsiirto. (Profibus Finland, 1998).

Nyt esitellään lyhyesti Profibus DP ja PA-kenttäväylät.

3.3.3 Profibus DP-väylä

Profibus DP-väylä on suunniteltu korvaamaan PLC:n I/O-liityntä. Profibus DP-väylää käytetään myös paljon moottorikeskuksien ja järjestelmän/logiikoiden välillä samoin moottorikeskuksien ja taajuusmoottoreiden taikka moottoriventtiileiden välillä. Profibus DP-väyläratkaisu on käyttää molemmista päistä päätettyä väylätopologiaa.

Profibus DP multi-master väylä on esitetty kuviossa 7.



KUVIO 7. Profibus DP multi-master järjestelmä.

Tämä väylätopologia mahdollistaa esimerkiksi järjestelmä/logiikka-
asemien poiston ja lisäyksen toiminnan aikana ilman vaikutusta muihin
mukana olevien järjestelmä/logiikka-
asemien toimintoihin. Profibus DP:n
käyttö on mahdollista myös räjähdysvaarallisissa tiloissa.

Profibus DP-väylässä on sekä syklinen että asyklinen tiedonsiirto sallit-
tua. Profibus DP-väylässä on 9,6 kbps – 12 Mbps tiedonsiirtonopeus, jo-
ka on aseteltavissa. Väylässä on mahdollista olla useita Master-
asemia. Tyypillinen Profibus DP-järjestelmä koostuu esimerkiksi yhdestä
PLC/PC:stä, joka toimii Master-laitteena, ja siihen liittyvistä Slave-
laitteista kuten

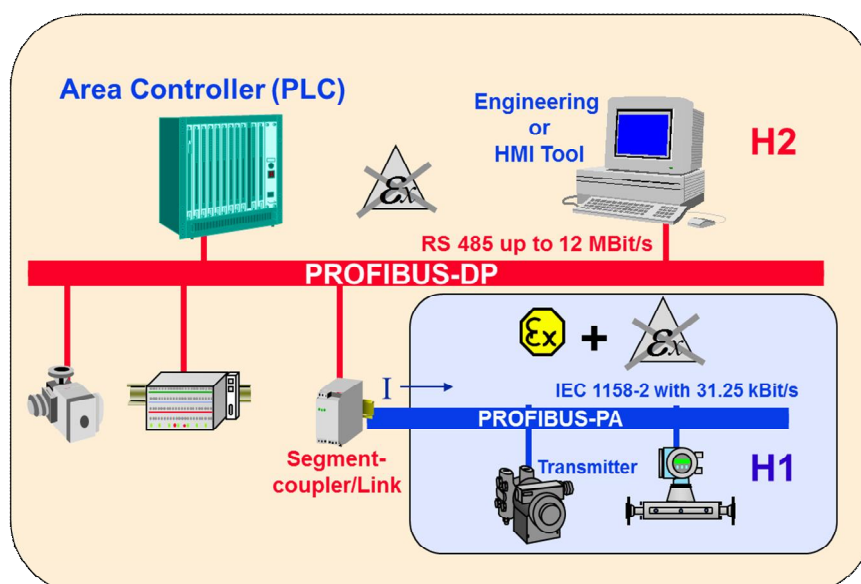
- Digitaali- tai analogi-I/O
- AC- tai DC-käytöt
- Magneettiset ja pneumaattiset venttiilit
- Ihminen-kone-liityntä (HMI). (Profibus, 1998)

3.3.4 Profibus PA-kenttäväylä

Profibus PA-kenttäväylä, jossa lyhenne PA tulee sanojen Process Automation etukirjaimista, perustuu tiedonsiirrossa laajennettuun Profibus DP-protokollaan ja IEC 1158-2-tiedonsiirtoon.

Kuviossa 8 on esitetty Profibus PA kenttäväylä

Tyypillinen PROFIBUS-PA järjestelmä



KUVIO 8. Profibus PA kenttäväylä. (Profibus Finland, 1998).

Profibus PA kenttäväylä on suunniteltu erityisesti prosessiautomaatioon. Profibus-PA-väylä täydentää protokollia Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) ja Profibus DP (Decentralised Periphery). Profibus PA kenttäväylä soveltuu korvaamaan perinteisesti 4 – 20 mA:n tekniikalla toteutettua kenttäinstrumentointia. Profibus PA-kenttäväylä sallii antu-

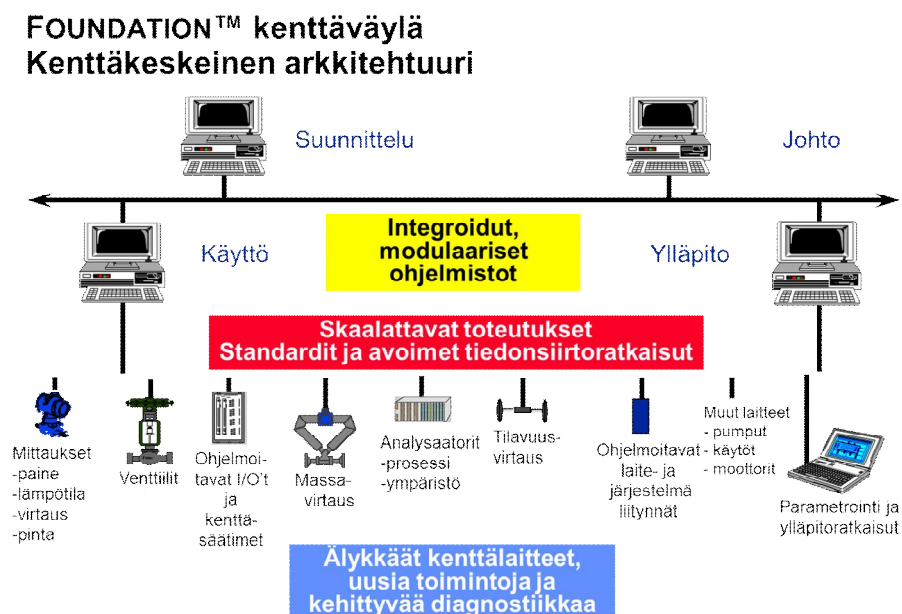
reiden ja toimilaitteiden liittämisen yhteen ja samaan väylään soveltuen myös Ex-sovelluksiin.

3.3.5 Fieldbus Foundation kenttäväylä

Fieldbus-kenttäväylä on myös kehitetty erityisesti prosessi-instrumentoinnin vaatimuksiin. Myös Fieldbus Foundation on standardin IEC 61158 TS mukainen H1-kenttäväylä.

Foundation-kenttäväylä ratkaisu standardisoi kommunikointiprotokollan lisäksi myös kommunikointi-informaation. Kenttäväylä käyttää laitekuvauksia, joilla laitevalmistaja voi laajentaa laitteidensa toiminnallisuutta. Nämä laitekuvaukset kenttäväylä tallentaa FTP-serverille, josta se automaattisesti etsii kuvaukset siihen liitetyle laitteelle.

Kuviossa 9 on esitetty kenttäväylä arkkitehtuuria



KUVIO 9. Kenttäväylä arkkitehtuuri. (Fisher-Rosemount, 2001)

Kenttäväylään on sisäänrakennettu järjestelmän ja laiteverkon hallinta. Laite-verkon hallinta varmistaa että verkkoon liitetyt laitteet havaitaan ja tunnistetaan automaattisesti. Kenttäväylä estää päällekkäisten osoitteiden muodostumisen.

Foundation-kenttäväylä koostuu kolmesta osasta:

- fyysisestä kerroksesta
- kommunikointipinosta
- käyttäjäsovelluksesta, joka on Fieldbus Foundation määrittelemä. (Fisher-Rosemount, 2000).

International Organization for Standardization (ISO) esitti perusmallin avointen järjestelmien yhteen liittämiseen nimellä Open System Interconnection (OSI). Tämä malli muodostuu seitsemästä kerroksesta.

Kuviossa 10 on käytetty OSI-mallia kuvaamaan näitä komponentteja. Fyysinen kerros on OSI-mallin ensimmäinen ja siirtoyhteyskerros se toinen kerros. FMS (Fieldbus Message Specification) vastaa OSI-mallin seitsemättä, sovelluskerrosta. Fieldbus Access Sublayer (FAS) osoittaa FMS:n siirtoyhteyskerrokseen. (Leviäkangas, 2000, 22-75).



KUVIO 10. OSI-malli ja siihen perustuva Foundation – kenttäväylän tiedonsiirron malli. (Wikipedia, 2012).

Fielbus Foundation kenttäväylätoteutuksessa kaikki laitteet ovat isäntiä ja kaikilla kenttälaitteilla on mahdollista keskustella keskenään. Samoin Fielbus Foundation kenttäväylässä on mahdollista hajauttaa esimerkiksi säätöpiirejä järjestelmästä kenttälaitteille.

Kenttälaitteet, mitkä ovat Fielbus Foundation hyväksymiä laitteita, voidaan asentaa kenttäväylään. Nämä kenttälaitteet löytyvät Internet-osoitteesta www.fielbus.org.

3.3.6 AS interface- väylä

AS-i on kaapelointijärjestelmä, joka on tarkoitettu antureiden ja toimilaitteiden liittämiseen ohjausjärjestelmään. AS-i kenttäväylää käytetään lähinnä binäärisen tiedon siirtämiseen. AS-i on avoin standardi, ja AS-i-yhdistys kehittää ja valvoo laatutasoa.

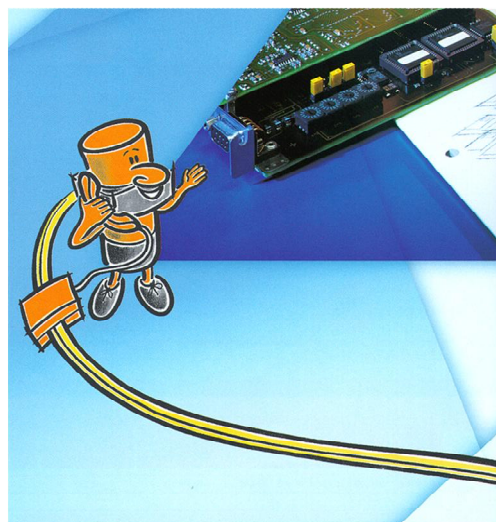
Kuviossa 11 on esitetty AS-interface

AS-i = AS-interface

| | | |
|----------|---|-------------------|
| A | ↓ | A ctuator |
| S | ↓ | S ensor |
| i | ↓ | i nterface |

AS-i on kaapelointijärjestelmä, joka on tarkoitettu antureiden ja toimilaitteiden liittämiseen ohjausjärjestelmään

AS-i on avoin standardi. AS-i-yhdistys kehittää ja valvoo laatutasoa



KUVIO 11. AS-interface. (IFM, 1998).

AS-i yhdistys on elin, joka vastaa

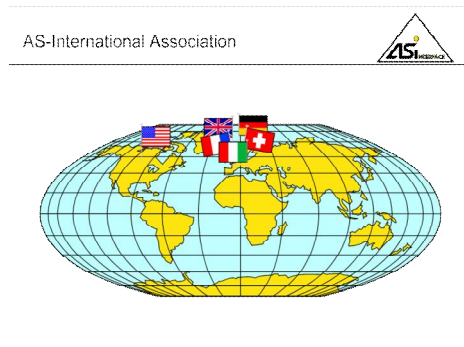
- laiteprofiilien määrittelystä
- järjestelmän laatutasosta
- laitteiden yhteensopivuudesta
- testeistä ja laitesertifioinneista.

Yhdistyksessä on yli 300 jäsenyritystä ympäri maailmaa. AS i-järjestelmä toimii pollausperiaatteella. Master ohjaa tietoliikennettä väylällä ja valvoo tiedon siirtoa. Virheelliset sanomat uusitaan. Verkon rakenne on vapaasti valittavissa, jolloin kaapelimäärää ja kytkentätyötä voidaan minimoida.

Kuviossa 12 on esitetty AS-i-yhdistys.

AS-i-yhdistys

- Suorittaa laiteprofiilien määrittelyn
- Valvoo järjestelmän laatutasoa
- Valvoo laitteiden yhteensopivuutta
- Tekee testejä ja laitesertifiointeja
- Yhdistyksessä on yli 300 jäsentä
- Alayhdistyksiä perustettu Saksan ulkopuolella, mm.
 - Yhdysvallat
 - Iso-Britannia
 - Ranska
 - Sveitsi



KUVIO 12. AS-i-yhdistys. (IFM, 1998).

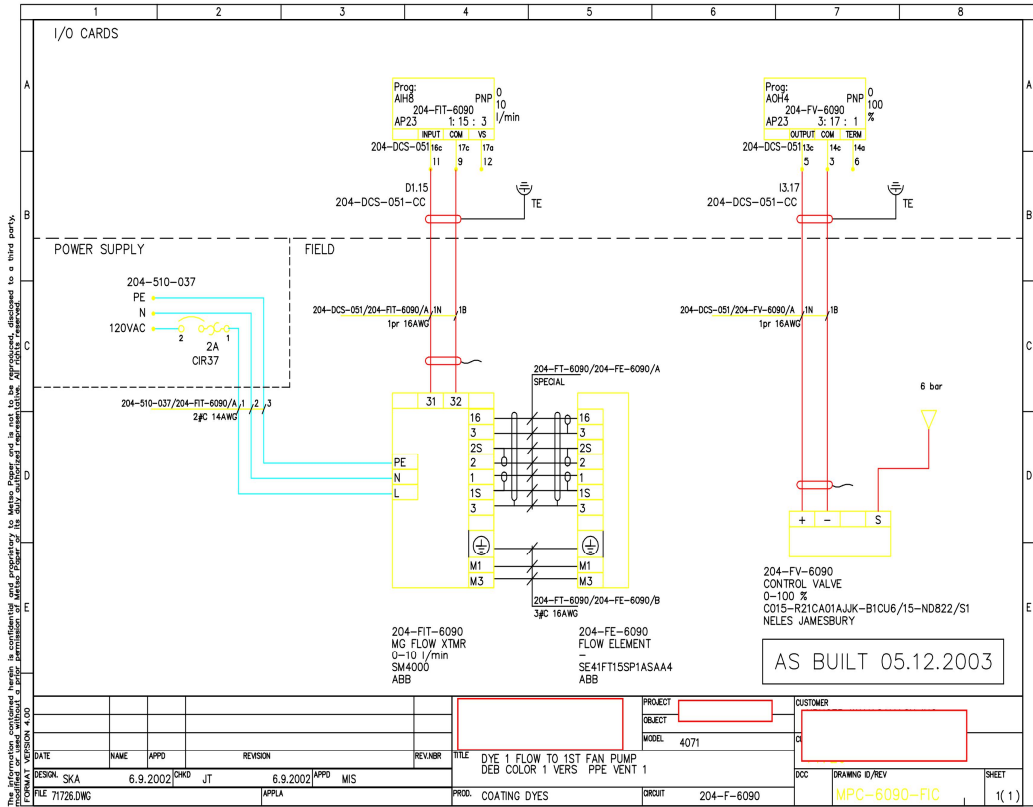
3.3.7 Perinteinen 4...20 mA ja kenttäväyläteknikka suunnittelu

Perinteiseen 4...20 mA suunnitteluun verrattuna kenttäväyläteknikka tuo tiettyjä eroavaisuuksia suunnittelun kannalta. Merkittävimmät osa-alueet, joihin kenttäväyläteknikka tuo muutoksia suunnitteluun ovat projektin aikataulut, kytkentätilat ja kytkentäsuunnittelu sekä laitehankinnat.

Suunnittelun aikataulutukseen kenttäväyläteknikka tuo tiettyjä eroavaisuuksia. Merkittävimpänä on ehkä kenttälaitteiden sijoitusten merkitys jo suunnittelun alkuvaiheessa. Kenttälaitteiden sijainnilla on suuri vaikutus tehtäessä kenttäväyläjako, sillä tässä vaiheessa pystytään vielä hyvin vaikuttamaan kenttäkaapeloinnin kaapelipituuksiin ja kaapelireittien järkevyyteen prosessialueella. Kun tehdään kenttäväyläteknikalla toteutettua suunnittelua, tarvitaan kenttälaitteiden sijaintitietoja aikaisemmassa vaiheessa kuin perinteiseen 4...20 mA suunnitteluun verrattuna.

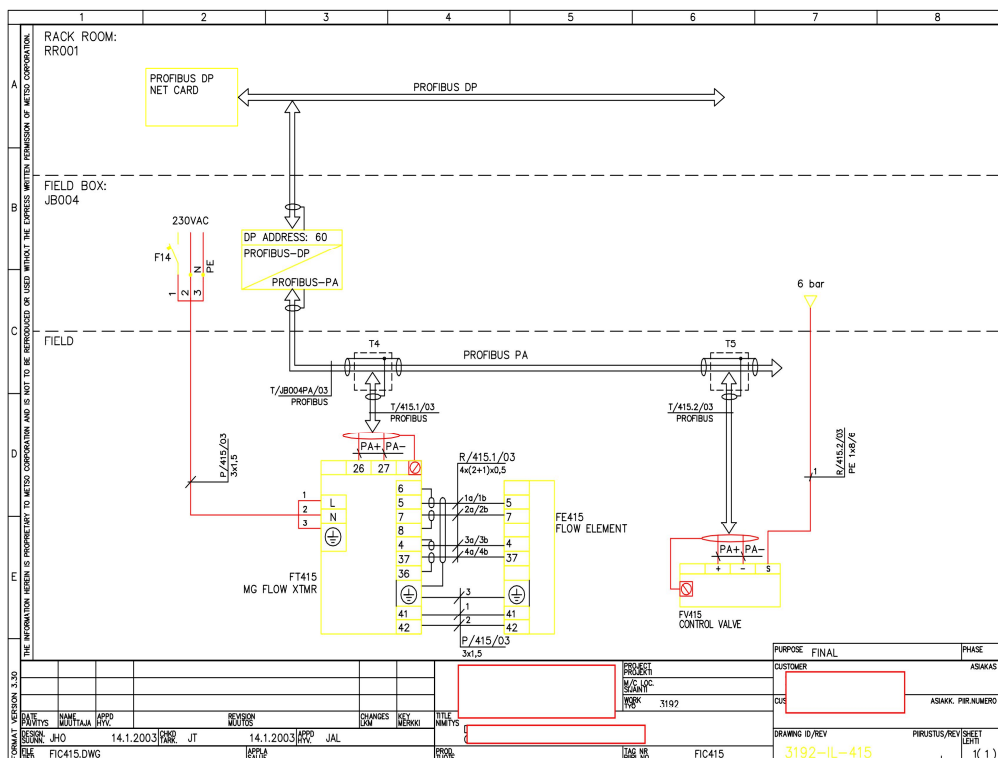
Kenttäväylällä toteutetussa suunnittelussa on dokumentoinnin osalta eroavaisuuksia verrattuna perinteiseen 4...20 mA:lla tehtyyn kytkentäsuunnitteluun. Tosin nämä eroavaisuudet ovat paljon tilaajan omasta dokumentointitavasta riippuvaisia.

Kuviossa 13 on esitetty esimerkki piirikaaviosta, joka on toteutettu perinteisellä 4...20 mA suunnitteluratkaisulla.



KUVIO 13. Piirikaavio perinteisellä 4...20 mA ratkaisulla.

Kuviossa 14 on esitetty esimerkki piirikaaviosta, joka on toteutettu kenttäväyläteknikalla perustuvalla ratkaisulla.



KUVIO 14. Piirikaavio kenttäväyläteknikalla toteutetulla ratkaisulla.

Instrumentoinnin kytkentätilojen suunnitteluun kenttäväyläteknikka tuo muutamia huomioitavia asioita. Kenttäväyläteknikalla toteutetussa suunnittelussa tarvittava kytkentätilojen tarve pienenee verrattuna perinteiseen 4...20 mA:lla toteutettuun suunnitteluun. Tämä johtuu siitä että perinteinen ristikytkentä jää suurimmaksi osaksi pois. Myös kaapelihyllyjen ja kaapelinousujen mitoitukset muuttuvat, koska perinteiset runkokaapelit jäävät pääosin pois. Järjestelmäkaappien ja laitekaappien osalta ei välttämättä ole kovin suurta eroa perinteisen 4...20 mA ja kenttäväyläteknikalla toteutetun suunnittelun välillä kun ratkaisuja katsotaan tilatar-

peen kannalta. Perinteisten järjestelmien IO-kaappien tarve pienenee kun I/O-yksiköt jäävät suurimmaksi osaksi pois. Kenttäväylällä toteutettu ratkaisu tuo jossain määrin uusia laitekaappitarpeita.

Kenttälaitteiden prosessitekniinen soveltuvuus prosessiin ei ole muuttunut kenttäväyläteknikan toteutuksen myötä. Mutta kenttäväyläteknikalla toteutetussa instrumentointisuunnittelussa vaaditaan, että kenttälaitteet ovat hyväksytyjä laitteita käytettävään kenttäväyläratkaisuun. Lisäksi on huomioitava kenttälaitteiden yhteensopivuus muiden kenttäväylän kenttälaitteiden kanssa. Samalla on myös varmistettava kenttälaitteiden ohjelmistoversioiden yhteensopivuus.

3.4 Standardit

Prosessiteollisuudessa toimitaan painelaite- ja kemikaaliturvallisuuksäästösten alaisuudessa. Tässä luvussa on esitelty standardeja, joiden avulla pyritään prosessilaitoksissa tai niihin liittyvästä laitteista ja järjestelmistä ei saa aiheutua henkilö-, ympäristö- tai omaisuusvahinkoja odotettavissa olevan elinkaaren aikana. Näitä standardeja ovat International Electrotechnical Commissionin, IEC:n julkaisemat kansainväliset standardit IEC 61508 ja IEC 61511. Vuonna 1906 perustettu IEC on standardisointijärjestö, joka vastaa kansainvälisestä sähköteknisestä standardisoinnista. (IEC, 2012)

Vastaava Euroopassa toimiva sähköalan standardisoinnista vastaava järjestö on European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). Järjestö on perustettu vuonna 1973 yhdistämällä aiemmin olemassa olleet organisaatiot CENELCOM ja CENEL. CENELEC on eikaupallinen teknillinen organisaatio. Järjestö yhdistää 31 Euroopan maan sähkötekniiset kansalliset komiteat. (CENELEC, 2012)

Suomessa vastaava järjestö on Sesko ry. Sesko ry. on maamme sähkö- ja elektroniikka-alan standardisointijärjestö ja se edustaa Suomea

CENELEC:ssä ja IEC:ssä. Sesko on Suomen Standardisoimisliiton SFS ry:n jäsen ja toimialayhteisö, eli se vastaa toimialansa standardisoinnista. (Sesko, 2012, Kuisma, 2010, 11-16).

3.4.1 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 953/1999

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) on antanut päätöksen 953/1999 painelaiteturvallisuudesta vuonna 1999. Lainsäädännön muutostarpeet liittyivät painelaitteista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (97/23/EY) saattamiseksi osaksi suomalaista lainsäädäntöä. KTM:N päätös määrittelee vaatimukset painelaitteita koskien. (Kuisma, 2010, 11-16).

3.4.2 IEC 61508

IEC 61508 on toiminnallisen turvallisuuden kattostandardi, Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien toiminnallinen turvallisuus. Standardi koostuu seitsemästä osasta:

- Osa 1: Yleiset vaatimukset
- Osa 2: Vaatimukset sähköisille/elektronisille/ohjelmoitaville elektronisille turvallisuuteen liittyville järjestelmille
- Osa 3: Ohjelmistojen vaatimukset
- Osa 4: Määritelmät ja lyhenteet
- Osa 5: Esimerkkejä menetelmistä turvallisuuden eheyden tason määrittämiseksi
- Osa 6: Standardien IEC 61508-2 ja IEC 61508-3 soveltamisen ohjeet
- Osa 7: Tekniikoiden ja toimenpiteiden yleiskatsaus

Neljä ensimmäistä osaa ovat velvoittavia ja osat 5-7 informatiivisia. Standardin ensimmäiset julkaistiin 1998 ja kaikki osat vuonna 2000.

Näistä osat 1 ja 4 ovat käännetty Suomeksi niiden tärkeyden vuoksi. Standardia käytetään kun ollaan kehittämässä uutta laitetta. Jos ohjelmointi toteutetaan sulautetulla ohjelmistolla tai ohjelmointiympäristö on rajoittamaton, on käytettävä standardia IEC 61508. (Kuisma, 2010, 11-16).

3.4.3 IEC 61511

IEC 61511, Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector on sovellusstandardi prosessiteollisuuden tarpeisiin. Standardi on julkaistu 2003. Standardi koostuu kolmesta osasta:

- Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements
- Part 2: Guidelines for the application of IEC 61511-1
- Part 3: Guidance for the determination of required safety integrity levels

Osassa IEC 61511-1:n on viitekehys, määritelmät sekä vaatimukset järjestelmälle, laitteistolle ja ohjelmistolle. Osassa IEC 61511-2 on opas ensimmäisen osan noudattamiseen. Osa IEC 61511-3 opastaa kuinka vaara- ja riskianalysistä saatu TET määräytyy.

Standardia käytetään laitteistosuunnittelussa, jos järjestelmässä käytettävät laitteet ja komponentit on jo kehitetty IEC 61508:n mukaan tai käytetään niin sanottua proven in use -menetelmää. Tätä standardia käytetään ohjelmisto suunnittelussa, jos ohjelmointikieli on rajoitettu. (William M. Goble, 2007, Kuisma, 2010, 11-16).

3.5 ATEX-direktiivi

Atex nimitystä käytetään Euroopan Yhteisön direktiivistä 94/9/EY, joka koskee kaikkia 30.6.2003 jälkeen markkinoille saatettavia koneita ja laitteita, jotka on tarkoitettu käytettäväksi räjähdysvaarallisissa tiloissa. Direktiivin tarkoituksena on yhtenäistää EY:n jäsenvaltioiden räjähdysvaarallisten tilojen laitteita koskevia turvallisuusvaatimuksia ja taata siten Ex-laitteiden kauppa.

ATEX muodostuu sanoista ATmosphere EXplosible.

3.5.1 ATEX

ATEX-työolosuhdesäädökset koskevat kaikkia niitä työnantajia, joiden työntekijät joutuvat alttiiksi palavista nesteistä, kaasuista tai pölyistä aiheutuvalla räjähdysvaaralla. Ne koskevat ihmisiä, jotka työskentelevät Ex-tiloissa ja rakentavat tai suunnittelevat Ex-tiloja.

ATEX-laitesäädökset koskevat laitteiden, suojausjärjestelmien ja tietyissä tapauksissa komponenttien markkinoille saattajia, kuten valmistajia, maahantuojia ja jälleenmyyjiä ja myös niitä, jotka valmistavat laitteen omaan käyttöönsä.

Ex-tiloja ovat mm. kemianteollisuudessa, energian tuotannossa, elintarviketeollisuudessa, lääketeollisuudessa, puunjalostusteollisuudessa sekä yleensä palavien nesteiden tai kaasujen valmistuksessa, käsittelyssä tai varastoinnissa.

Ex-laitteita ovat kaikki sellaiset koneet ja laitteet, mitkä on tarkoitettu käytettäväksi Ex-tiloissa. Lisäksi mukaan luetaan myös näiden laitteiden räjähdyssuojauksen kannalta tarpeelliset turva-, säätö- ja ohjauslaitteet,

jotka voivat sijaita myös Ex-tilojen ulkopuolella. (Turvatekniikan keskus, 2003)

3.5.2 Ex-laitteet

Ex-laitteiden tulee täyttää säädöksissä määritellyt olennaiset terveys- ja turvallisuus vaatimukset. Olennaiset turvallisuusvaatimukset voidaan täyttää noudattamalla laitteen suunnittelussa ja rakentamisessa yhdenmukaistetuissa standardeissa kuvattavia suunnittelu- ja rakenneperiaatteita sekä testausmenettelyjä. Laitesuunnittelussa sovellettavien rakenneperiaatteiden perusstandardit ovat EN-13463-1 (mekaaniset laitteet) ja EN 50014 (sähkölaitteet). (Turvatekniikan keskus, 2003)

Ex-tiloissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita ja järjestelmiä voidaan 1.7.2003 lähtien valmistaa ja myydä vain, jos ne täyttävät ATEX-laitesäädösten vaatimukset. Vanhoja vaatimustenmukaisia laitteita voidaan kuitenkin pitää kaupan, mikäli laite on saatettu markkinoille viimeistään 30.6.2003. (Turvatekniikan keskus, 2003)


Kuviossa 15 vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta.

VTT TUOTTEET JA TUOTANTO

Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Laiteluokka 1: | <ul style="list-style-type: none"> • Tyypitarkastus + tuotannon laadunvarmistus tai tuotekohtainen tarkastus |
| <ul style="list-style-type: none"> • Laiteluokka 2: <ul style="list-style-type: none"> - sähkölaitteet ja polttomoottorit - muut laitteet | <ul style="list-style-type: none"> • Tyypitarkastus + tuotteiden laadunvarmistus tai tyypinmukaisuuden varmistus • Valmistuksen sisäinen tarkastus + asiakirjat NB:lle |
| <ul style="list-style-type: none"> • Laiteluokka 3: | <ul style="list-style-type: none"> • Valmistuksen sisäinen tarkastus |

14.11.2004 ATEX-direktiiviä P. Sillanpää

16 

KUVIO 15. Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen (VTT, 2007).

Laitevaatimuksia ovat mm:

- laiteryhmä- ja laiteluokkakohtaiset olennaiset turvallisuusvaatimukset
- vaatimustenmukaisuuden arviointi
- EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- CE-merkintä ja erityinen Ex-merkintä
- laiteryhmää ja – luokkaa kuvaava merkintä

3.5.2.1 Laiteluokat

Laitteet jaetaan ryhmiin I ja II. Ryhmän I laitteet ovat tarkoitettu sellaisiin kaivoksiin ja niiden maanpäällisiin osiin, joissa räjähdysvaara perustuu kaivoskaasuun ja/tai pölyyn. Ryhmään II kuuluvat muissa paikoissa, joissa esiintyy mm. palavia kaasuja, nesteitä ja pölyä, käytettäväksi tarkoitetut laitteet. (Turvatekniikan keskus, 2003)

Ryhmän I laitteet jaetaan kahteen laiteluokkaan M1 ja M2. Laiteluokassa M1 laitteet on suunniteltu ja tarvittaessa varustettu erityisillä lisäsuojauskeinoilla siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamilla toiminta-arvoilla että taataan erittäin korkea turvallisuustaso. M1-luokkaan kuuluvien laitteiden on pysyttävä toiminnassa ja oltava turvallisia myös harvinaisissa laitteiden virhetoiminnoissa. Laiteluokka M2:n laitteet on suunniteltu siten, että ne voivat toimia valmistajan ilmoittamalla toiminta-arvoilla sitten, että taataan korkea turvallisuustaso. (Turvatekniikan keskus, 2003)

Ryhmän II laitteet jaetaan taas kolmeen laiteluokkaan, laiteluokka 1, 2 ja 3. Laiteluokka 1:n laitteita käytetään tiloissa, joissa räjähdysvaarallisia pitoisuuksia esiintyy jatkuvasti, pitkiä aikoja tai usein toistuvasti (tilaluokat 0 ja 20). Näiden laitteiden on taattava riittävä turvallisuustaso harvoin esiintyvissä virhetoiminnoissa. Laiteluokka 2:n laitteita käytetään tiloissa, joissa räjähdysvaarallisia pitoisuuksia esiintyy todennäköisesti (tilaluokat 1 ja 21). Näiden laitteiden on taattava riittävä turvallisuustaso toistuvasti esiintyvissä häiriöissä tai normaaleissa laitevioissa. Laiteluokka 3:n laitteita käytetään tiloissa, joissa räjähdysvaarallisia pitoisuuksia esiintyy epätodennäköisesti ja vain harvoin ja lyhyitä aikoja (tilaluokat 2 ja 22). Näiden laitteiden on taattava riittävä turvallisuustaso normaalitoiminnassa. (Turvatekniikan keskus, 2003)

3.5.2.2 Räjähdyksvaarallisten tilojen luokitus

Räjähdyksvaarallinen tila on huone, sen osa tai muu rajoitettu sisä- tai ulkotila, jossa voi esiintyä räjähdyskelpoinen ilmaseos. Tällöin tilaa kutsutaan Ex-tilaksi.

Tilaluokitusmenetelminä voidaan käyttää mm. näitä menetelmiä:

- annetaan tietyt etäisyydet vaaralähteestä, kuten SFS-käsikirjassa 59 on tehty
- luokitellaan koko huone tai alue samaan luokkaan
- tarkastetaan jokainen vaaralähde erikseen ja arvioidaan erikseen, miten etäälle jokainen tilaluokka ulottuu esim. standardin SFS-EN 60079-10 mukaisesti.

SFS 59:n mukaan tilaluokituksen määrittäminen tulee suorittaa:

- palavan nesteen leimahduspiste on enintään 30 C, tai
- nesteen lämpötila tai sen välittömän ympäristön lämpötila on suurempi kuin T-5 C. T on ko. nesteen leimahduspiste, tai
- palavaa nestettä sumutetaan teknillisessä käytössä ilmaan, tai
- puristettuja palavia kaasuja, kuten esimerkiksi vetyä, metaania tai hiilimonoksidia käytetään huomattavia määriä, tai
- muusta syystä katsotaan olevan huomattavaa vaaraa.

Räjähdyksvaaralliset tilat luokitellaan räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistiheyden ja keston perusteella. (Turvatekniikan keskus, 2003)

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

Tilaluokka 1 on tila jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 2 on 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 20 on tila jossa ilman palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäkestoisesti tai usein.

Tilaluokka 21 on tila jossa ilman palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos todennäköisesti esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti.

Tilaluokka 22 on tila jossa ilman palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan. (Turvatekniikan keskus, 2003)

Kuviossa 16 on esitetty suojausluokista merkintäesimerkkejä.

SKS Automaatio Oy:n komponentit räjähdysvaarallisiin tiloihin

sovellusohje A137-0024 4(29)
versio 5.3.2009

Suojausluokat, merkintäesimerkkejä

| Laiteryhmä | Laiteluokka | Tilaluokka (Zone) | Sallittu suojausrakenne | Laitteen ATEX-merkintä | ja lisämerkintä, esim. |
|------------------------|-------------|-------------------|--|------------------------|------------------------|
| I = kaivos | | | | | |
| I | M1 | | Ex ia | Ex I M 1 | EEx ia I |
| I | M2 | | Ex d, Ex e, Ex ib | Ex I M 2 | EEx d I |
| II = teollisuus | | | G = kaasu | | |
| II | 1 | 0 | Ex ia, Ex d/e Ex ma, Ex s | Ex II 1 G | EEx ia IIC T6 |
| II | 2 | 1 | Ex ia, Ex d, Ex ib, Ex p, Ex e, Ex q, Ex m, Ex o | Ex II 2 G | EEx ib IIC T6 |
| | | | | Ex II 2 G | EEx d IIC T6 |
| | | | | Ex II 2 G | EEx e IIC T3 |
| II | 3 | 2 | Ex ia, Ex d, Ex ib, Ex p, Ex e, Ex q, Ex m, Ex n, Ex N, Ex o | Ex II 3 G | EEx nA II |
| | | | | *Ex II 2 G | EEx ib IIC T6 |
| | | | | *Ex II 2 G | EEx d IIC T6 |
| | | | | *Ex II 2 G | EEx e IIC T3 |
| | | | *Ex II 1 G | EEx ia IIC T6 | |
| II = teollisuus | | | D = pöly | | |
| II | 1 | 20 | | Ex II 1 D | IP 6X |
| II | 2 | 21 | | Ex II 2 D | IP 6X |
| | | | | *Ex II 1 D | IP 6X |
| II | 3 | 22 | | Ex II 3 D | IP 5X |
| | | | | *Ex II 2 D | IP 6X |
| | | | | *Ex II 1 D | IP 6X |

* = ylemmän luokan laitetta saa käyttää alemmassa

Tilaluokan määrittely on tilan haltijan vastuulla. Haltijan on valittava tilaluokkaan soveltuvan laiteluokan laite.

Laiteluokka on merkitty laitteeseen. Laiteluokan soveltuvuus tilaluokkaan ilmenee sertifikaatista.

Pölytilaluokat 20, 21 ja 22 on tarkemmin esitetty sivulla 12.



SKS Automaatio Oy

Etä-Suomi
Märkyläntie 50
01720 Vantaa
puhelin 020 764 61
faksi 020 764 6820

Länsi-Suomi
Kärsämäentie 23
20360 Turku
puhelin 020 764 7600
faksi 020 764 7649

Keski-Suomi
Hämeenkatu 6 A
33100 Tampere
puhelin 020 764 7500
faksi 020 764 7501

Tavaraosite
Varastokatu 10
05800 Hyvinkää
puhelin 020 764 8353
faksi 020 764 8355

KUVIO 16. Suojausluokkien merkintäesimerkkejä (SKS, 2009).

3.5.2.3 Räjähdyksvaarallisten tilojen sähkölaitteet ja laitevalinta

Sähkölaitteiden syttymislähteinä voivat toimia:

- kuumat pinnat tai sisäosat
- kipinät
- valokaaret
- säteily:
 - o sähkömagneettinen
 - o optinen

Kuviossa 17 on esitetty Ex-laitteen valintakaavio.



KUVIO 17. Ex-laitteen valintakaavio (VTT, 2009).

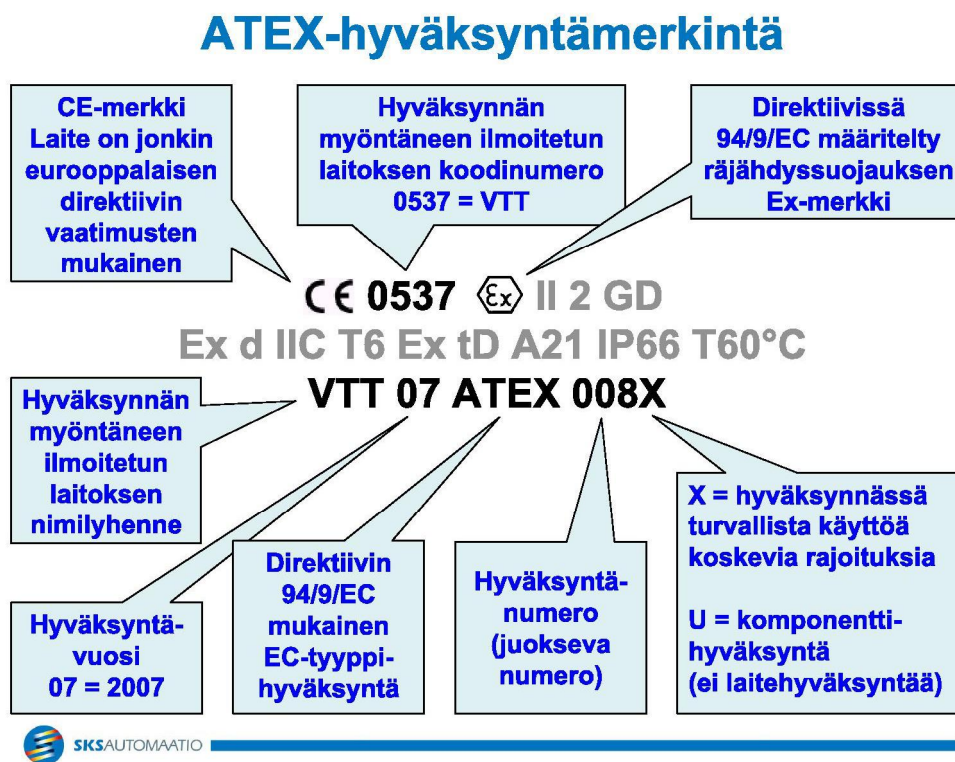
Laitteiden suojausperiaatteet jaetaan kahteen tapaan. Ensimmäinen suojausperiaate on, etteivät laitteet toimi syttymislähteinä. Näiden laitteiden Ex-suojaus on merkitty:

- Exe, varmennettu rakenne
- Exi, luonnostaan vaaraton rakenne
- Exn, suojausrakenne "n"
- Exs, erikoisrakenne

Toinen suojausperiaate on että laitteet on rakennettu niin että niissä syttymislähde on eritetty. Näiden laitteiden Ex-suojaus on merkitty:

- Exd, räjähdyspaineen kestävä rakenne
- Exp, suojatuuletteinen rakenne
- Exq, hiekkatäytteinen rakenne
- Exo, öljytäytteinen rakenne
- Exm, massavalurakenne
- Exn, suojausrakenne "n"
- Exs, erikoisrakenne

Kuviossa 18 on esitetty ATEX-laitteen merkinnästä.



KUVIO 18. ATEX-hyväksymismerkintä (VTT, 2009).

Tilaluokan 0:aan, II 1 G (ATEX) merkintä, voidaan laittaa alla olevan listan mukaisia suojausluokan laitteita:

- Exia, luonnostaan vaaraton rakenne
- Exs, erikseen tilaluokkaan 0 hyväksytty rakenne

Tilaluokan 1:een, II 2 G (ATEX) merkintä, voidaan laittaa alla olevan listan mukaisia suojausluokan laitteita:

- Exd, räjähdyspaineen kestävä rakenne
- Exp, suojatuuletteinen rakenne

- Exe, varmennettu rakenne
- Exi, luonnostaan vaaraton rakenne
- Exq, hiekkatäytteinen rakenne
- Exo, öljytäytteinen rakenne
- Exm, massavalurakenne
- Exs, erikseen tilaluokkaan 1 hyväksytty rakenne

Tilaluokan 2 laitteiksi ovat hyväksytyjä laitteita tilaluokassa 0 ja 1 sallitut laitteet. Myös tilaluokkaan 2 käy suunnitellut Exn- suojarakenteiset laitteet. Lisäksi tilaluokkaan 2 käy normaalit laitteet, jotka normaalitoiminnassa eivät kuumene liikaa, eivät kipinöi vaarallisesti ja niiden soveltuvuus on todettava räjähdyssuojausasiakirjassa. (Turvatekniikan keskus, 2003)

4 OSAAMISEN MÄÄRITTÄMINEN

Suunnittelu- ja konsultointialan toimistoissa käytetään yleisesti SKOL:n (Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto) luokitusten mukaista henkilöryhmittelyä. Hyvin usein tämä ryhmittely on perusta myös instrumentti-projektien tai suunnittelijoiden hinnoittelulle. Hinnoittelu voi myös perustua periaatteeseen, joissa suunnittelutehtävät on jaoteltu eritasoisiksi tehtäviksi. Liitteessä 2 on esitelty Rejlers:n käyttämää jaottelua henkilöistä.

Taulukko 1. Henkilöryhmittely

| SKOL-ryhmä | Rejlers Oy |
|-------------------|------------------------|
| 01 | Johtava konsultti |
| 02 | Konsultti |
| 03 | Vastaava suunnittelija |
| 04 | Suunnittelija |
| 05 | Nuorempi suunnittelija |
| 06 | Tekninen avustaja |

Usein instrumenttisuunnittelijoiden osaamiseen ja ominaisuuksien määrittämiseen käytetään osaamiskartoitusta. Osaamisen kartoituksen avulla voimme huomioida instrumenttisuunnittelijoiden osaamisen ja hänen ominaisuutensa määritettäessä hänelle tehtäviä projektin suunnittelussa. Instrumenttisuunnittelijan osaamisen tai ominaisuuksien vaateet vaihtelevat paljolti sen mukaan onko suunnittelu esi- perus- vai toteutussuunnittelua. Yleisesti instrumenttisuunnittelijoilta vaaditaan seuraavia ominaisuuksia:

- pitkäjänteisyys
- kenttälaite tuntemus
- valmius olla esimerkiksi asennusvalvonnassa, testauksessa tai käyttöönotto tehtävissä lyhyitä tai pidempiä jaksoja koti tai yhä enenevässä määrin ulkomailla
- kielitaito
- kiinnostusta ratkaista ongelmia
- ryhmätyöskentely taitoja

5 MOTIVOINTI JA SITOUTUMINEN

Suunnittelijan motivaatio ja sitoutuminen projektiin ja viime kädessä myös itse yritykseen vaikuttavat suuresti siihen kuinka hyvin projekti saadaan onnistumaan sekä teknisesti että taloudellisesti. Suunnittelijan motivaation kehittymiseen vaikuttaa sopivan vastuulliset tehtävät, saavutukset työtehtävissä, saatu tunnustus ja uralla etenemisen mahdollisuus. (Lipponen 2008.)

Suunnittelijan sitoutuminen tai sitouttaminen projektiin heti projektin alussa on yksi ratkaisevista asioista onnistuneen projektin kannalta. Tämä luo haasteita projektin vetäjille, kuinka hyvin he pystyvät ”myymään” projektin suunnittelijoille ja sen toteuttajille.

6 INSTRUMENTOINTISUUNNITTELUN TUNNUSLUVUT

LUOTTAMUKSELLINEN, SISÄLTÄÄ 28 SIVUA

LÄHTEET

Emersson Process Management, 2002, PlantWeb University-Wireless 101

Fisher-Rosemount, 2001, Kenttäväyläseminaari

IFM Electronics Oy, 1999, AS-I seminaari

Rejlers Oy, 2012, Markkinointimateriaali

Leviäkangas, 2000. Prosessiautomaatiojärjestelmien uusi aikakausi, Diplomityö, Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Profibus Finland, 1998, Profibus-koulutus

Siemens, 2004, Profibus-Kattava kenttäväylästandardi prosessoteollisuuteen.

Wikipedia Viitattu 5.3.2012 <http://fi.wikipedia.org/>

IEC – International Electrotechnical Commission. Viitattu 5.3.3012

<http://www.iec.ch/>

European Committee for Electrotechnical Standardization. Viitattu 5.3.2012

<http://www.cenelec.eu/>

Kuisma, 2010, Toiminnallisen turvallisuuden standardien mukainen suunnittelu, Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto

Sesko ry. Viitattu 5.3.2012 <http://sesko.fi/portal/fi/sesko/>

SKS, 2009, ATEX, koulutusaineisto

Turvatekniikan keskus. Viitattu 5.3.2012

http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_oppaat/, ATEX Räjähdyks-
vaarallisten tilojen turvallisuus

VTT, 2007-2009, Atex ja Ex-tilat, koulutusaineisto

William M. Goble, MR., 2007, CFSE. White Paper, Following IEC 61511:Justifying
SIS Equipment. Safety Users Group