

Opinnäytetyö (AMK)
Elektroniikka
Tietoliikennejärjestelmät
2015

Sami Heinonen

DIGITAALISEN KAASUNILMAISIMEN ANALYYSINTI JA TUOTANNON OPTIMOINTI



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Elektroniikan koulutusohjelma | Tietoliikenne

2015 | 32 + 2 liitettä

Ohjaaja: Yliopettaja Juha Nikkanen

Sami Heinonen

DIGITAALISEN KAASUNILMAISIMEN ANALYSOINTI JA TUOTANNON OPTIMOINTI

Opinnäytetyössä perehdytään kaasunvalvontajärjestelmiin, eri kaasun mittausteknologioihin sekä tutkitaan, minkä vuoksi kaasuja valvotaan. Työssä käydään läpi yleisimmät mitattavat kaasut, kaasunvalvontalaitteistot ja niiden lisävarusteet. Lisäksi perehdytään ATEX- ja EMC-direktiiveihin. Toimeksiantajan laadunvarmistusta tutkittiin ja pyrittiin kehittämään sitä. Vanhennusajan lyhentämisen riskejä myös kartoitettiin.

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja rakennettiin tiedonkeruujärjestelmä toimeksiantajan kaasunilmaisimille. Tiedonkeruujärjestelmällä suoritettiin mittauksia ilmaisimille empiirisesti, tavoitteena oli tutkia, voisiko ilmaisimien vanhentamisen aikaa lyhentää.

Tiedonkeruujärjestelmä todettiin toimivaksi ja mittaustulosten perusteella ilmaisimien vanhennusaikaa optimoitiin. Ilmaisimia oli vanhennettu noin 2 viikkoa, mutta mittaustulosten perusteella ilmaisimien vanhennusaika lyhennettiin 1 viikkoon. Vanhennusajan lyhentäminen on yritykselle taloudellisesti kannattavaa, sillä yritys pystyy työn jälkeen vastaamaan tuotteiden kysyntään paremmin. Lisäksi lyhentämisen ansiosta säästytään investoinneilta, joita muuten olisi voitu joutua tekemään.

Laadunvarmistusta parannettiin tiedonkeruujärjestelmän ansiosta, vanhennusta saatiin optimoitua. Lisäksi epästabiilit ilmaisimet huomataan helpommin vanhennuksen aikana tiedonkeruujärjestelmän ansiosta.

ASIASANAT:

optimointi, analyysi, kaasu,

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electronics | Telecommunications Systems

2015 | Total number of pages 32 + 2 attachments

Instructor: Juha Nikkanen, Lic. Tech. Principal Lecturer

Sami Heinonen

ANALYZING AND OPTIMIZING THE PRODUCTION OF A DIGITAL GAS DETECTOR

This thesis focuses on gas surveillance systems, different gas measurement technologies and also explains why gas levels need to be measured. The thesis introduces the most common gases that need to be measured, and the systems and devices for this purpose. The thesis also discusses the EMC directive which is used in quality control as well as the ATEX directive which defines the class of detector in certain spaces.

The objective of this thesis was to design and build an information-gathering system for gas detectors for Detector Oy. Measurements were carried out with the system to discover if the aging process of the devices could be shortened. The information gathering system contains a power source, two input modules, a serial port server and a computer which monitors measurement results. The software that runs the system was programmed earlier by the company.

In addition, another objective of this thesis was to study the company's current quality control and upgrade it.

The system was found to be working and results demonstrated that the aging process can be optimized from 2 weeks into 7 days. Detector Oy is able to use this information so that in the future the company can create more supply to answer demand which is good from an economic point of view. The information gathered also prevents the company from making any unnecessary purchases to increase their productivity.

Dangers of the aging process were also charted. The Quality control improved thanks to the system and the aging process was optimized thus making unstable detectors more noticeable while going through aging process.

KEYWORDS:

(optimization, analysis, gas)

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 LÄHTÖKOHDAT	3
2.1 Toimeksiantaja	3
2.2 Valvottavat kaasut ja tilat	3
2.3 Kaasunvalvontajärjestelmät	4
2.3.1 Kaasunvalvontakeskukset	5
2.3.2 Kaasunilmaisimet ja eri mittausteknologiat	6
2.3.3 Kalibroitivälineet	9
2.4 Direktiivit	10
2.4.1 ATEX-direktiivi	10
2.4.2 EMC-Direktiivi	12
2.5 Nykyinen laadunvarmistus ja vanhentaminen	12
3 LAADUNVARMISTUKSEN JA VANHENTAMISEN KEHITTÄMINEN	15
3.1 Suunnittelu	15
3.2 Tiedonkeruujärjestelmä	15
3.2.1 Moxa NPort	16
3.2.2 SCAN 200E -tulomoduuli	16
3.2.3 Scan Log Read-analysointiohjelmisto	18
3.3 Asennus ja toiminnan testaus	19
4 TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN MITTAUSTULOKSET JA ANALYSOINTI	21
4.1 Signaalien mittaus	21
4.2 Mittaustulokset	22
5 TUOTANNON OPTIMOINTI MITTAUSTULOSTEN PERUSTEELLA	27
5.1 Optimoinnin hyödyt	27
5.2 Vanhennusajan lyhentämisen riskien arviointi	28
5.3 Pohjustus mahdollisille jatkoprojekteille	29
YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31

LIITTEET

- Liite 1. Tiedonkeruujärjestelmän yleiskuva
Liite 2. Kaasunilmaisimien kytkentä tulomoduuliin

KUVAT

Kuva 1. SCAN 200E -kaasunvalvontakeskus. [6]	5
Kuva 2. Digitaalinen DGTkex-kaasunilmaisimien.[7]	7
Kuva 3. Puolijohdeilmaisimen toimintaperiaate. [2]	8
Kuva 4. IR Communicator 3 kalibraattori. [8]	10
Kuva 5.ATEX-tilaluokitukset.[13]	11
Kuva 6. Vikataajuuden käyrä. [1]	13
Kuva 7. Tiedonkeruujärjestelmän Moxa NPORT -sarjaporttipalvelin. [16]	16
Kuva 8. SCAN 200E -tulomoduulin osasijoittelukuva. [17]	17
Kuva 9. SCAN 200E -tulomoduuli.	17
Kuva 10. Scan Log Read -analysointiohjelmisto.	18
Kuva 11. Virtalähtö ajan funktiona. Virtalähtö noin 12 mA.	22
Kuva 12. Ilmaisimen 1. mittaus virta ajan funktiona.	23
Kuva 13. Ilmaisimen 2. mittaus virta ajan funktiona.	23
Kuva 14. Esimerkki yhden ilmaisimen virumisen mittauksesta. Virta ajan funktiona.	24
Kuva 15. Lämmityshuoneen lämpötilan vaihtelu yhden päivän aikana.	25
Kuva 16. Ilmaisimen mittaustulos ajan funktiona.	25
Kuva 17. Ilmaisimen valmistamisen päävaiheet.	27

KÄYTETYT LYHENTEET

CAT	Katalyyttinen palaminen
CAD	Computer-aided Design tietokoneavustettu suunnittelu
DNS	Internetin nimipalvelujärjestelmä
EC	Sähkökemiallinen menetelmä
IR	Infrapuna-absorbointi
IRC3	IR Communicator 3, kalibraattori
LCD	Nestekidenäyttö
LEL	Alempi syttymisraja
NTC	Negative Temperature Coefficient, NTC-termistori
RS485	Balansoitu sarjaliikenneväylä
SNMP	TCP/IP verkkojen hallinnassa käytettävä tietoliikenne- protokolla
SS	Puolijohdemenetelmä
UEL	Ylempi syttymisraja

1 JOHDANTO

Kaasujen valvonta on yleistynyt paljon, ja kaasunvalvontalaitteiden kysyntä on kasvanut. Digitaalisia kaasunilmaisimia vanhennetaan syystä, että halutaan ilmaisimen stabiilisuuden. Vanhennusta tarvitsee tehdä, jotta ilmaisimet voidaan kalibroida. Yritys vanhentaa digitaalista kaasunilmaisinta tyypillisesti noin 2 viikkoa. Työn tarkoituksena on parantaa yrityksen valmiutta tuottaa enemmän tuotteita kysynnän kasvaessa. Tarkoituksena on myös saada tuotantokustannuksia pienentymään ja karsittua vialliset laitteet pois ennen asiakkaalle luovutusta. Työn toimeksiantaja on turkulainen Detector Oy.

Työssä tutustutaan digitaaliseen kaasunilmaisimen eri tuotantoprosesseihin pääsääntöisesti kuitenkin tuotteen vanhennusvaiheeseen ja pyritään optimoimaan tuotteen tuotantoa. Optimoinnista pyritään saamaan taloudellista hyötyä yritykselle ja valmiutta valmistaa tuotteita nopeammin kysynnän kasvaessa.

Opinnäytetyössä suunnitellaan, rakennetaan ja asennetaan tiedonkeruujärjestelmä, jolla mitataan ilmaisimien stabiiliutta ja havainnoidaan eri menetelmiä apuna käyttäen mittaustuloksia. Tuloksista selvitetään voisiko vanhennusaikaa lyhentää ja tunnistaa laadunvaihtelun ominaisuuksia.

Asiaa tutkitaan myös laadunvarmistuksen näkökulmista, tarkastellaan yrityksen tämän hetkistä laadunvarmistusta ja pyritään kehittämään sitä. Työssä selvitetään myös, voisiko muutoksia mahdollista soveltaa yrityksen muissa tuotteissa ja prosesseissa.

Aikaisempia tutkimuksia on Iljo Jokelan opinnäytetyö Kiihdytetty elinikätestaus [1], jossa käsitellään elektroniikkalaitteen vanhennusta ja elinikätestausta. Toinen tutkimus on Esa Miettisen opinnäytetyö Häkäanturin tyyppitestaukset [2]. Kyseisiä opinnäytetöitä käytetään työssä kuitenkin vähissä määrin lähteenä, sillä aikaisemmat tutkimukset on käsitelty toisenlaisesta näkökulmasta kuin tämä työ.

Työn alussa perehdytään kaasunvalvontajärjestelmiin sekä käsitellään, mitä kaasuja valvotaan ja miksi. Lisäksi tarkastellaan yrityksen laadunvarmistusta. Luvussa 3 suunnitellaan ja kehitetään laadunvarmistusta ja tiedonkeruujärjestelmää. Luvussa 4 tehdään kaasunilmaisimien mittauksia. Työn lopuksi tarkastellaan optimoinnista saatuja hyötyjä sekä arvioidaan, mitä mahdollisia riskejä lyhentäminen voi aiheuttaa.

2 LÄHTÖKOHDAT

Tässä luvussa perehdytään kaasunvalvontajärjestelmiin sekä tarkastellaan yleisimpiä syitä siihen minkä vuoksi kaasuja valvotaan. Lisäksi käydään läpi valvottavat kaasut ja esitellään työn toimeksiantaja. Yrityksen nykyistä laadunvarmistusta myös tarkastellaan, ja tutkitaan eri kaasun mittausteknologioita.

2.1 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Turun Kärämäessä sijaitseva Detector Oy. Yritys on suomalainen kaasunvalvonnan asiantuntijayritys, joka on perustettu vuonna 1981. Detector Oy myy ja valmistaa kaasunvalvontalaitteita turvallisille ja räjähdysvaarallisille alueille. Yrityksellä on yli 30 vuoden laaja kokemus kaasunvalvontajärjestelmistä. 2000-luvun vaihteessa yritys aloitti valmistamaan digitaalisia mittauslaitteita, mikä on ollut suuri askel kohti nykypäivän kaasunvalvontalaitteita. Detector Oy työllistää vakituisesti 12 henkilöä. Liikevaihtoa yrityksellä on vuodessa noin 1,5 miljoonaa euroa.[3]

Detector Oy on kehittänyt kaasunilmaisimet räjähdysvaarallisiin tiloihin eli ATEX-standardisarjassa viitattuihin tiloihin. Yritys on toimittanut 30 vuoden aikana yli 18 000 kaasunilmaisinta monille eri alan yrityksille. [3]

2.2 Valvottavat kaasut ja tilat

Kaasuja valvotaan muun muassa julkisissa tiloissa, kuten jäähalleissa, sairaaloissa, parkkihalleissa ja terveyskeskuksissa. Näiden lisäksi kaasuja valvotaan myös laivoissa, maalaamoissa, kemikaalivarastoissa, teollisuudessa, tutkimuskeskuksissa, yliopistoissa, julkisissa tiloissa, öljyalan yrityksissä sekä monissa muissa erialan yrityksissä.[4]

Kaasuja valvotaan monesta eri syystä. Syitä voivat olla muun muassa räjähdysvaaran minimointi, henkilöturvallisuus, taloudelliset syyt, viranomaismääräykset,

sekä ympäristön suojaaminen. Henkilöturvallisuuden yleisimmät valvottavat kaasut ovat ammoniakkivuodot, happea syrjäyttävät kaasut, hiilidioksidi, hiilimonoksidi, sekä palavat kaasut. Kylmäaine vuodot ovat yleensä kalliita, joten näitä valvotaan pääsääntöisesti taloudellisista syistä. Ympäristön suojaaminen keskittyy freonivuotoihin, kasvihuonekaasuihin sekä ammoniakkivuotoihin. Räjähdysvaarallisissa tiloissa valvotaan palavia ja räjähdysvaarallisia kaasuja.[3]

Yleisimpiä valvottavia palavia kaasuja ovat propaani, metaani, butaani, metanoli, asetyleeni, vety, ammoniakki, etanoli, ksyleeni ja isopropanoli. Yleisimpiä myrkyllisiä kaasuja, joita valvotaan, ovat rikkidioksidi, rikkivety, kloori, klooridioksidi, kloorivety, ammoniakki, hiilimonoksidi, hiilidioksidi, syaanivety, otsoni, typpioksidi ja typpidioksidi. [4]

2.3 Kaasunvalvontajärjestelmät

Toimeksiantajan valmistamat kaasunvalvontajärjestelmät ovat kiinteästi asennettavia, mutta tämän lisäksi myynnissä on myös kannettavia kaasunilmaisimia. Kaasunvalvontajärjestelmä on kokonaisuus, jolla valvotaan erilaisten kaasujen pitoisuuksia. Detectorin kaasunvalvontajärjestelmään kuuluu kaasunvalvontakeskus, kaasunilmaisimia ja joissain tapauksissa myös kaasunvalvonnan alakeskus, joka voi olla kytkettynä myös suoraan asiakkaan automaatioon.[4]

Kaasunvalvontajärjestelmä pyritään asentamaan aina niin, että sillä voidaan valvoa niitä osia laitoksessa, joissa on suurin riski kaasuvuodon syntymiselle. Mahdollisimman aikainen hälytystieto sekä vuodon paikka on tärkeä saada selville mahdollisimman pikaisesti, jotta voidaan tehdä tarvittavia toimenpiteitä, kuten esimerkiksi tehostaa tuuletusta, pysäyttää prosessi, aktivoida sammutusjärjestelmä tai pyytää ihmisiä poistumaan vuototilasta.[5]

Kannettavat kaasunilmaisimet soveltuvat liikkuvaan kaasun mittaamiseen. Kannettavilla ilmaisimilla mitataan lähes aina henkilöiden turvallisuutta. Monipuolisimmat ilmaisimet pystyvät mittamaan, jopa kuutta eri kaasua yhtäaikaisesti.

Nämä ovat yleensä akkukäyttöisiä, jossa on graafinen näyttö. Ilmaisimet ovat erittäin kompakteja ja soveltuvat hyvin esimerkiksi rintaan roikkumaan. Ilmaisintyyppit eivät yleensä pysty erottamaan eri kaasuja, joten muutkin kaasut voivat vaikuttaa ilmaisimien mittalukemaan.[5]

2.3.1 Kaasunvalvontakeskukset

Detectorin kaasunvalvontakeskukset on kehitetty käytettäväksi vaativissa teollisuuden olosuhteissa ja täyttämään vaadittavat teollisuusstandardit. Keskuksiin on mahdollista kytkeä minimissään yksi ilmaisim, mutta keskuksia on jopa 64 eri kaasunilmaisimelle. Järjestelmissä on kahdeksan releen moduuli, jolla pystyy ohjaamaan erilaisia ulkoisia laitteita, kuten esimerkiksi tuuletuslaitteistoa, valoja, lämmitystä, sireeniä tai esimerkiksi pysäyttämään kokonaisen tuotantolaitoksen. Keskuksissa on selkeä LCD näyttö, josta pystyy seuraamaan kaasupitoisuuksia, joko pylväsdiagrammina, numeroina tai trendikäyränä. Kuvassa 1. on Detector Oy:n suunnittelema ja valmistama SCAN 200E -kaasunvalvontakeskus, joka on yksi yrityksen suosituimmista keskuksista.[6]



Kuva 1. SCAN 200E -kaasunvalvontakeskus. [6]

Kaasunvalvontakeskuksiin on saatavana laaja valikoima erilaisia lisävarusteita tästä esimerkkinä muun muassa GSM-modeemi, kenttäväyläyksikkö, UPS eli varavoima, hälytyssireeni ja – vilkku. [6]

Kaasunvalvontajärjestelmältä vaaditaan erityisesti luotettavaa toimintaa sillä järjestelmä on turvallisuuslaitteisto, jolla valvotaan ihmishenkiä. Tilat jossa kaasuja valvotaan edellyttää yleensä jatkuvaa valvontaa, joten on suositeltavaa asentaa järjestelmä niin että yksittäisen komponentin vaurio tai tilapäinen poisto esimerkiksi huoltoa varten ei katkaise kaasunvalvontaa. Jos kuitenkin laite joudutaan poistamaan hetkellisesti käytöstä, on turvallisuus varmistettava esimerkiksi käyttämällä kannettavia kaasunilmaisimia, tehostamalla tuuletusta tai eliminoimalla syttymislähteet.[5]

Kaasunvalvontajärjestelmän sähkönsyöttö on myös järjestettävä niin, että kaasunvalvonta ei katkea sähkökatkoksen syntyessä. Ratkaisu yleensä on erillinen UPS, joka on varustettu akuilla. Tällöin sähkökatkoksen syntyessä järjestelmä pysyy päällä vielä jonkin aikaa. Ulkoisen varasyöttöjärjestelmän vikaantuminen on ilmaistava erillisellä hälytyksellä. Järjestelmään ei tulisi kytkeä mitään ulkopuolisia laitteita. [5]

2.3.2 Kaasunilmaisimet ja eri mittausteknologiat

Kaasunilmaisimet ovat laitteita, jolla voi valvoa ja havaita ilmassa olevia kaasuja. Kaasunilmaisimen tarkoituksena on suojata altistumisvaarassa olevien henkilöiden turvallisuutta sekä suojata myös ympäristöä tai laitteistoa. Kaikki kaasunilmaisimet on kalibroitava vähintäänkin kerran vuodessa, vaativissa ympäristöissä useammin luotettavan toiminnan ja riittävän tarkkuuden takaamiseksi. Lisäksi on suositeltavaa, että ilmaisimille suoritetaan toimivuustestejä noin viisi kertaa vuodessa. Jokainen kalibrointi, tarkistus ja muut toimenpiteet olisi suotavaa kirjata ylös erilliseen pöytäkirjaan. Mahdolliset viat rekisteröidään, jotta korjaustoimenpiteet voidaan aloittaa mahdollisimman nopeasti.[5]

Kaasunilmaisimiin ei ole syytä luottaa, mikäli edellä mainittuja huoltotoimenpiteitä ei ole suoritettu. Ilmaisimien säännöllinen kalibrointi on erittäin tärkeä toimenpide

ajatellen sen luotettavuutta. Ilmaisimien kalibrointiin ja testaamiseen käytettävä testikaasun valinnassa on noudatettava valmistajan antamia ohjeita.[5]

Ilmaisimien sijoitukseen vaikuttaa muun muassa mitä kaasuja valvotaan ja mitkä ovat valvottavien kaasujen tiheydet suhteessa ilmaan. Esimerkiksi ammoniakki on ilmaa kevyempää, joten ilmaisimet ovat yleensä sijoitettava korkealle katon rajaan. Lisäksi ilmaisimen sijaintiin vaikuttavia tekijöitä on esimerkiksi onko valvontapaikka ulko- vai sisätiloissa, odotettavissa olevien vuotolähteiden sijainti, il-mavirtaukset, potentiaalisten syttymislähteiden sijainti, sekä lämpötilaolosuhteet ja paljon muuta. Ilmaisimien sijoituksessa pitää ottaa myös huomioon niiden helppo huoltaminen ja kalibroiminen.[5]

Ilmaisimen asennuksessa on huomioitava myös ympäristöolosuhteet, sillä ilmai-simen toimintaan vaikuttaa muun muassa kosteus, vesi, tärinä, lumi, jää, pöly sekä korroosioita aiheuttavat aineet kuten ammoniakki tai happosumut. Alhainen lämpötila voi heikentää ilmaisimien tarkkuutta. Korkea lämpötila taas voi lyhentää ilmaisimen elinikää ja aiheuttaa virhenäyttöä. [5]

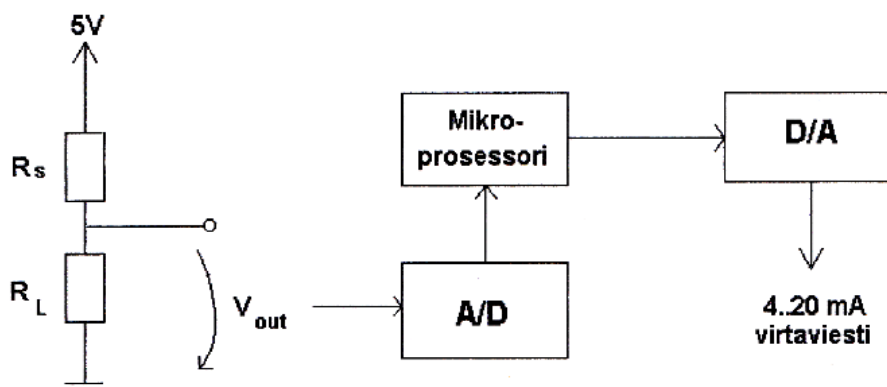
Kuvassa 2 on digitaalinen DGTkex kaasunilmaisim, joka on esimerkki yhden tyyp-pisestä kaasunilmaisimesta. Detector Oy valmistaa kaasunilmaisimia neljällä eri menetelmällä. Niitä ovat muun muassa sähkökemiallinen menetelmä (EC), infra-puna-absorbointi (IR), katalyyttinen palaminen (CAT) ja puolijohdemenetelmä (SS). [7]



Kuva 2. Digitaalinen DGTkex-kaasunilmaisim.[7]

Katalyytti-ilmaisimen toiminta perustuu palavan kaasun hapettumiseen ilmaisimen pinnalla, joka aiheuttaa sähköisesti lämmitetyn katalyyttielementin lämpötilan muuttumisen. Lämpötila on verrannollinen resistanssimuutokseen, joka taas on suoraan verrannollinen kaasupitoisuuden muutokseen. Ilmaisintyyppin etuina pidetään soveltuvuutta yleisimmille palaville kaasuille. Katalyytti-ilmaisimen heikkoutena on, että se tarvitsee happea, sillä ilman sitä ei tapahdu hapettumista. Tämän vuoksi sillä ei pysty ilmaisemaan pitoisuuksia, kuin alempaan räjähdysvaaraan asti. Ilmaisimella on myös herkkyys epäpuhtauksille, jonka takia ilmaisuarkkuus voi vääristyä. Jotkin kaasut, kuten esimerkiksi typpi syrjäyttävät happea, jonka johdosta ilmaisimella voi näyttää liian pientä tai jopa nolla-arvoa.[5]

Puolijohdeilmaisimen toiminta perustuu lämmitettyyn puolijohdeeseen, jonka johtavuus muuttuu ilmaistavan kaasun kemiallisen absorptioon syynä (Kuva 3.). Ilmaisimella voi mitata erittäin laajaa pitoisuusalueita. Ilmaisimen huonoja puolia ovat sen hapen tarve, virheherkkyys ja sen arkuus kosteuden sekä hapen muutoksiin. Herkkyydestä johtuen se ei sovellu käytettäväksi kaasujen erotteluun. Lisäksi jotkin kaasut, kuten esimerkiksi typpidioksidi aiheuttavat negatiivisen signaalin. Puolijohdemenetelmää käytetään erityisesti ammoniakki- ja kylmäainevuotojen valvonnassa. Lisäksi sitä käytetään usein pakokaasujen ja palavien kaasujen pitoisuuksia mittaamiseen. Puolijohdeilmaisimella on kuitenkin erittäin edullinen vaihtoehto muihin ilmaisimiin verrattuna. [5]



Kuva 3. Puolijohdeilmaisimen toimintaperiaate. [2]

Infrapunailmaisimella soveltuu useimpiin palaviin kaasujen ilmaisemiseen kaikilla pitoisuuksilla. Sen toiminta perustuu ilmaistavana olevan kaasun infrapunasäteiden

energian absorptioon. Ilmaisimissa pitää kalibroida määrätulle kaasulle tai rajoitetulle ryhmälle. Ilmaisimissa ei havaitse kaasuja, joiden absorptiokaista on kalibroitikaistan ulkopuolella. Jokaisella kaasulla on oma absorptiokaista, esimerkiksi hiilidioksidilla infrapuna-alueella se on 4,26 μm :n kohdalla. Tämä tarkoittaa siis, että osa hiilidioksidia sisältävän kaasun läpi kulkevasta infrapunasäteilystä absorboituu kaasuun. Säteilyn määrä, joka kulkee kaasun läpi, riippuu hiilidioksidipitoisuudesta, jota on mahdollista mitata infrapunailmaisimella. Kalibroitikaistalla tarkoitetaan aluetta jolle ilmaisimissa on kalibroitu.[5]

Infrapunailmaisimen etuja ovat muun muassa lähes huoltovapaa, nopea ilmaisuus, hyvä stabiilius ja vianilmaisumahdollisuus. Lisäksi ilmaisimissa soveltuu myös ilmaisuun LEL-rajalla yläpuolella. LEL-rajalla tarkoitetaan kaasun alinta syttymisrajaa. Infrapunailmaisimen huonoja puolia on, että se ei sovellu vedylle, kalibrointi vaatii suuria kaasumääriä, lämpötilaherkkä kalibroinnissa, eikä säteellä saa olla esteitä. Lisäksi se on myös kallis johtuen sen monimutkaisuudesta. [5]

Sähkökemiallisen kaasunilmaisimen toiminta perustuu sen elektrolyytissä olevien elektrodien ominaisuuksien muutokseen, kun se altistuu kaasulle. Sähkökemiallisella menetelmällä valvotaan vetyä, happea ja myrkyllisiä kaasuja. Se siis soveltuu erittäin hyvin esimerkiksi henkilöturvallisuuden valvontaan. Anturielementti tarvitsee happea toimiakseen, sillä ilman happea elektrodien ominaisuudet eivät muutu.[8]

2.3.3 Kalibroitivälineet

Tärkeimpiä kalibroitivälineitä ovat muun muassa kalibroitikaasu, yleismittari ja IR Communicator 3. Kun kalibroidaan muita kuin hapelle suunnattuja ilmaisimia käytetään kalibroitikaasua. Happeakin kalibroitaessa on mahdollista käyttää happipulloa kalibrointiin, mikäli epäilee, että ilmassa on hapen lisäksi muita seoksia. IR Communicator 3 on Detectorin kehittämä ja suunnittelema laite (kuva 4.), joka on niin kutsuttu kalibraattori. Laitteella on mahdollista päivittää ilmaisimien

tiedot, kuten esimerkiksi päivämäärä, anturinvaihtopäivämäärä, kalibrointipäivämäärä, kohdekaasu ja sarjanumero. Lisäksi kämmenlaitteella on mahdollista muuttaa ilmaisimien mitta-aluetta tai tarkastella ilmaisimen virtaviestiä.



Kuva 4. IR Communicator 3 kalibraattori. [8]

Kalibrointi on mahdollista suorittaa helposti ilmaisimien kantta avaamatta infrapuna valonlähteen avulla. Laitteen avulla kaasunilmaisimien virtalähdöt pystyy myös skaalaamaan ja kalibroimaan.

2.4 Direktiivit

Direktiivi on ohje lain säätämiseen, jota Euroopan unionin jäsenvaltiot voivat käyttää apuna määriteltäessä eri lakeja. Sen tarkoituksena ei ole muuttaa valtioiden lainsäädäntöä vaan antaa suuntaan antavia ohjeita. Suomessa eduskunnan velvollisuus on pitää huolta siitä että laki täyttää direktiivin vaatimukset. [9]

2.4.1 ATEX-direktiivi

ATEX-lyhenne tulee ranskankielen sanoista atmosphères explosibles. Vanhemmaltaan nimeltään EX-määräys. ATEX-tarkoittaa lainsäädäntöä ja standardisointia, joka koskee laitteita, joita käytetään räjähdysvaarallisissa tiloissa. Direktiivi koskee mekaanisten laitteiden lisäksi myös sähkölaitteita, laitekokooppa- noja, itsenäisiä suojausjärjestelmiä sekä myös turva-, säätö- ja ohjauslaitteita.

Tiloissa, jotka on luokiteltu vaarallisiksi paikoiksi kuten paikat, joissa varastoidaan tulenarkoja tuotteita tai valmistetaan niitä, on pakko käyttää ATEX-luokiteltuja tuotteita.

ATEX-laitedirektiivillä on kaksi tarkoitusta, varmistaa tuotteiden vapaa liikkuvuus EU:n alueella, sekä varmistaa korkea turvallisuustaso. Detectorin tiloissa on erikseen määritelty oma-alue, joka on tarkoitettu pelkästään ATEX-tuotteiden käsittelyyn. [10][11]

ATEX-laitteet luokitellaan kahteen eri ryhmään yksi ja kaksi. Ryhmän yksi laitteet ovat tarkoitettu tiloihin, joissa räjähdysvaara perustuu kaivoskaasuun tai pölyyn. Ryhmän kaksi laitteet ovat tarkoitettu käytettäväksi muissa tiloissa ja paikoissa. Lisäksi ryhmät jaetaan laiteluokkiin. Ryhmän yksi laitteet jaetaan kahteen luokkaan, jotka ovat erittäin korkea turvallisuustaso ja korkea turvallisuustaso. Ryhmän kaksi laitteet jaetaan kolmeen eri laiteluokkaan, jotka ovat 1,2 ja 3 sen mukaan miten suurta turvallisuustasoa vaaditaan. Kuvassa 5 on esitetty ATEX-tilaluokitukset, joista ilmenevät määritelmät sekä eri ATEX-luokat.[12]

KAASUT Riskivyyhyke	PÖLY Riskivyyhyke	Määritelmät	ATEX - Luokka	Sopivuus tilaluokkaan
0	20	Tila, jossa räjähdysvaarallinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti	1G	Tilaluokkaan 0 sopivat laitteet
			1D	Tilaluokkaan 20 sopivat laitteet
1	21	Tila, jossa räjähdysvaarallinen ilmaseos esiintyy todennäköisesti normaalitoiminnassa satunnaisesti	2G	Tilaluokkaan 1 sopivat laitteet
			2D	Tilaluokkaan 21 sopivat laitteet
2	22	Tila, jossa räjähdysvaarallisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan.	3G	Tilaluokkaan 2 sopivat laitteet
			3D	Tilaluokkaan 22 sopivat laitteet

Kuva 5.ATEX-tilaluokitukset.[13]

Työssä mitattava DGTkex-kaasunilmaisimien kuuluu laiteryhmään kaksi ja laiteluokkaan 2G ja 2D, joten ilmaisimien voidaan asentaa 1,21, 2 ja 22 luokan kaasun- ja pölyräjähdysvaarallisiin tiloihin.

2.4.2 EMC-Direktiivi

EMC-Direktiivi on sähkömagneettinen yhteensopivuus direktiivi, jonka tarkoituksena on minimoida laitteiden keskinäiset häiriöt. Jokaisen markkinoille tulevan sähkölaitteen tulee sietää tietty määrä säteilyä, jonka lisäksi sen pitää myös olla aiheuttamatta liikaa häiriötä muille laitteille. Kyseinen direktiivi koskee kaikkia sähkölaitteita ja asennuksia lukuun ottamatta kuitenkin niitä, jotka on rajattu direktiivin ulkopuolelle. Tuotteen maahantuoja ja valmistaja on vastuussa siitä, että kyseinen tuote täyttää vaatimukset. Direktiivi suojaa myös erilaiset radiotietoliikenteen ja tietoliikenneverkot. Sähkömagneettista säteilyä ja laitteiden sietomittauksia on mahdollista mitata erilaisissa EMC-laboratorioissa.[14]

Detector Oy:n kaasunilmaisimille on myös suoritettu EMC-mittauksia, joissa on mitattu ilmaisimien häiriönsietokykyä ja varmistettu myöskin että ne eivät häiritse muita elektronisia laitteita. Tällä todennetaan, että laitteet täyttävät vaaditut direktiivit ja niiden vaatimukset. [14]

2.5 Nykyinen laadunvarmistus ja vanhentaminen

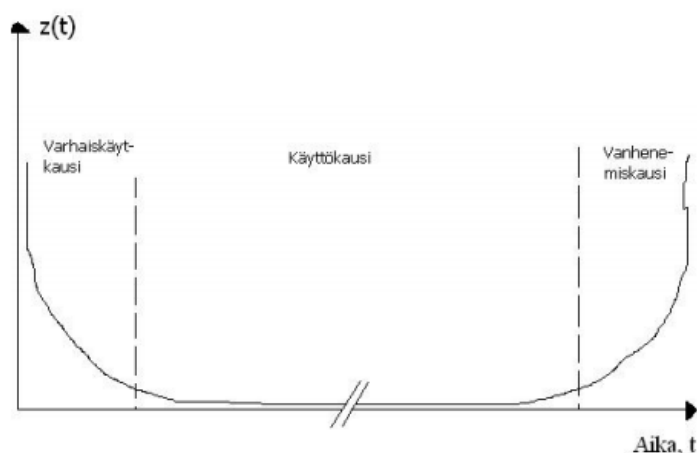
Tuotteen vanhentamisella tarkoitetaan tuotteen pitämistä sähköistettynä, jolloin varmistetaan, että tuote on toimintakunnossa ennen kuin se luovutetaan asiakkaalle. Toimeksiantajalle on sertifioitu ISO 9001-laaturjestelmä vuodesta 2008. Tämä osoittaa, että laadunhallintajärjestelmän vaatimukset on täytetty sekä yrityksen prosessit ovat vaatimusten mukaiset. Laaturjestelmä tarkastetaan hyväksytyt laitoksen toimesta vuosittain.

Yrityksen valmistamien laitteiden mukana toimitetaan aina myös vaatimustenmukaisuusvakuutus, joista ilmenee muun muassa valmistajan nimi sekä osoite, vakuutus, laitteen kuvaus ja nimi, viittaukset direktiiveihin tai standardeihin joiden

perusteella vaatimustenmukaisuusvakuutus on annettu. Lisäksi siitä käy ilmi vakuutuksen antamispaikka ja päivämäärä sekä allekirjoittajan tunnistetiedot allekirjoituksella. Tuotannolla on myös voimassa oleva oma laadunvarmistus ATEX:n d- ja i-suojausluokan kaasunilmaisimille. ATEX-hyväksytyt laitteet sisältävät myös tyyppitarkastustodistuksen, joka toimitetaan omistajalle tarvittaessa. Laitteiden toimituksista pidetään myös rekisteriä kenelle laite on toimitettu ja kuka on loppukäyttäjä. Tämän avulla pystytään jäljittämään laitteiden omistaja ja käyttöpaikka tarvittaessa jälkikäteen.

Laadunvarmistusta voidaan kuitenkin kohentaa tiedonkeruujärjestelmän avulla entisestään. Ilmaisimille suoritetaan toiminnallinen testaus vanhennusjakson jälkeen, todetaan ilmaisimen toimivuus ja suoritetaan silmämääräisesti tuotteen ulkoinen tarkistus. Näiden edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen tuote toimitetaan loppukäyttäjälle.

Todettiin aikaisempien kokemusten avulla, että toimeksiantajan valmistamat ilmaisimet noudattavat vikataajuuden käyrää (kuva 6.). Käyrä kuvaa laitteen vikataajuuden $z(t)$ muutosta tuotteen elinkaaren aikana ajan funktiona. Laitteiden ikä on mahdollista jakaa kolmeen kauteen, jotka ovat varhaiskäyttökausi, käyttökausi ja vanhenemiskausi. Tuotteet vioittuvat herkemmin elinkaaren alkuvaiheissa eli niin sanotulla varhaiskäyttökaudella. Tämä johtuu pääosin tuotteiden suunnittelu- ja valmistusvirheistä. Hajoamista ei kuitenkaan voi hyväksyä, sillä se on asiakkaan tyytyväisyyden kannalta mahdotonta hyväksyä. [1]



Kuva 6. Vikataajuuden käyrä. [1]

Käyttökausi on tuotteen elinkaaren vaihe, jolloin tapahtuu vain satunnaisia vikoja ja vikataajuus pysyy matalana. Tuotteen käyttökauden pituus vaihtelee riippuen tuotteesta, kuitenkin jokainen elektroniikkalaite siirtyy niin kutsuttuun vanhenemiskauden ajan kuluessa. Vanhenemiskaudella vikataajuus kasvaa hienan.[1]

Elektroniikkalaite siirtyy vanhenemiskauden monesta eri syystä. Yksi syy on, että eräät komponentit kuivuvat. Tällaisia komponentteja ovat esimerkiksi elektrolyytikkondensaattorit, joiden ikääntyessä ja kuivuessa kapasitanssi pienenee. Kaasunvalvontajärjestelmien varaosien saanti on yleensä heikohkoa vanhenemiskaudella. Huoltokustannukset myös nousevat, sillä vanhat laitteet vaativat useammin tarkastusta ja huoltoa. Vanhenemiskaudella voi ilmetä väärää hälytyksiä, joista voi aiheutua huomattavia lisäkustannuksia. Teknologia kehittyi erittäin nopeasti sekä uusia anturielementtejä kehitetään jatkuvasti, jotka ovat yleensä teknisesti parempia ja helpompia huoltaa. Myös tilojen luokitukset voivat muuttua, turvalliset tilat voi esimerkiksi muuttua pöly- tai räjähdysvaarallisiksi tiloiksi.[15]

3 LAADUNVARMISTUKSEN JA VANHENTAMISEN KEHITTÄMINEN

Todettiin, että yrityksen kaasunilmaisimien laadunvarmistusta halutaan tehostaa. Päätettiin kehittää laadunvarmistusta kehittämällä tiedonkeruujärjestelmä, jolla mitataan ilmaisimia, jotka ovat vanhenuksessa. Järjestelmä yrittää vähentää varhaiskäyttökaudella hajoavia ja vioittuvia laitteita ja parantaa asiakkaiden tyytyväisyyttä. Tarkoituksena on tutkia samalla, voisiko vanhennusaikaa mahdollisesti lyhentää. Tämä toisi yritykselle taloudellista hyötyä sekä valmiutta vastata tuotteiden kysyntään paremmin.

3.1 Suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin tiedonkeruujärjestelmää ottamalla alkuun huomioon, kuinka monesta ilmaisimesta halutaan tiedonkeruuta toteuttaa. Lisäksi tavoitteena oli jakaa tietoa lähiverkkoon, jotta yrityksen mistä tahansa päätteeltä pääsee tarkastelemaan ilmaisimien antamia tuloksia. Suunnittelussa valittiin järjestelmässä käytettävät laitteet, jonka jälkeen AutoCAD tietokoneohjelmistolla piirrettiin kytkennästä suunnittelukuvat (liite 1) sekä lohkokaaviot.

Järjestelmään jätettiin optio mahdolliselle vanhennushuoneen lämpötilan säädölle. Tämä vaatisi yhden relemoduulin järjestelmään lisää, jota kautta lämpötilaa olisi mahdollista säätää huoneessa.

3.2 Tiedonkeruujärjestelmä

Tiedonkeruujärjestelmä koostuu tulomoduulista, virtalähteestä, Moxa NPort sarjaporttiseriveristä ja ilmaisimista joista tietoa kerätään. (Liite 1.)

3.2.1 Moxa NPort

Moxa Nport (Kuva 7.) on sarjaporttipalvelin, joka helpottaa sarjaportin jakamista verkkoon. Ohjaus tapahtuu lähiverkon tai Internetin kautta. Laitteen asetuksia on mahdollista muuttaa helposti esimerkiksi Internet-selaimella, tietokoneohjelmistolla, sarjaportin, telnetin taikka snmp:n avulla. Laitteen konfigurointi osaksi toimivaa tiedonkeruujärjestelmää on yksinkertaista. Laitteelle määritettiin IP-osoitteet, sekä muut lähiverkon määrytykset kuten esimerkiksi DNS-osoite.[16]



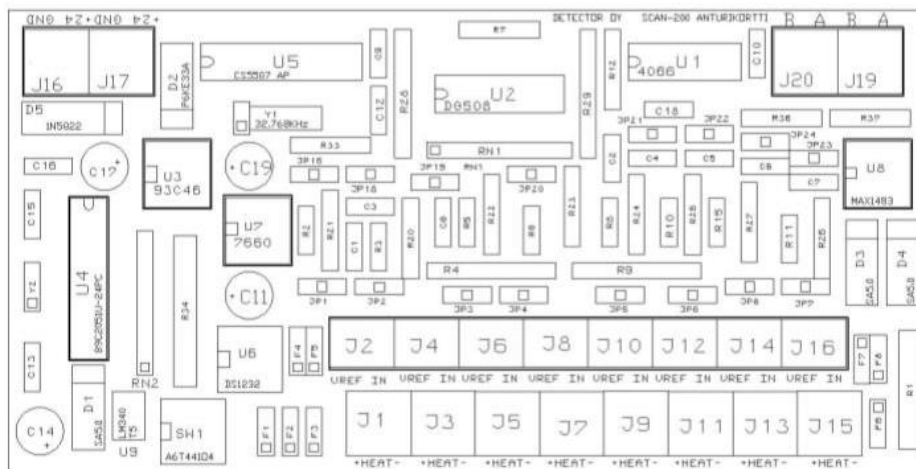
Kuva 7. Tiedonkeruujärjestelmän Moxa NPORT -sarjaporttipalvelin. [16]

Laite kytketään RS485-sarjaliikenneväylän kautta tulomoduuliin. Moxa kytketään lähiverkkoon lähiverkkoliitännän kautta. Laite mahdollistaa tiedonkeruujärjestelmässä ilmaisimien sarjaliikenteen jakamisen lähiverkkoon. Laite saa 24 V käyttöjännitteen suoraan tulomoduulista, jotta järjestelmässä vältetään turhilta pistokeilta ja ylimääräisiltä johdoilta.

3.2.2 SCAN 200E -tulomoduuli

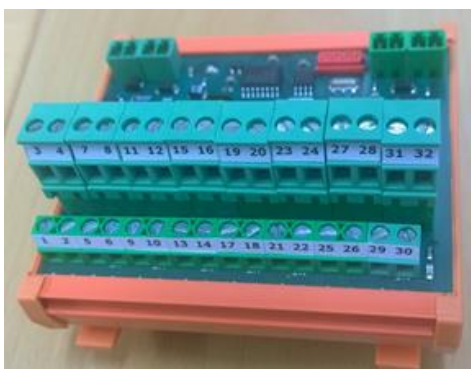
SCAN 200E -tulomoduuli on A/D-moduuli, johon saa kiinni yhteensä kahdeksan kappaletta kaasunilmaisimia. Moduulin kautta tiedonkeruujärjestelmässä oleville

ilmaisimelle syötetään jännite. Ilman moduuleita tiedonkeruujärjestelmä ei toimisi, sillä moduuli mahdollistaa tiedonkeruun ilmaisimista. Alla olevassa kuvassa 8, on SCAN 200E -tulomoduulin lohkokaavio. Moduulissa on syöttöliittimet J16 ja J17, johon toiseen syötetään 24 voltin toimintajännite. Liittimet ovat rinnakkain kytketyt. Moduulissa on myös liittimet J20 ja J19, jotka ovat RS485-liittimiä. Myös nämä liittimet ovat kytketty rinnan. Liittimet J1, J3, J4, J5, J7, J9, J11, J13 ja J15 ovat kaasunilmaisimen ja anturien tehonsyöttöliittännät. Liittimet J2, J4, J6, J8, J10, J12, J14 ja J16 ovat mittaussignaalien sisääntulot.[17]



Kuva 8. SCAN 200E -tulomoduulin osasijoittelukuva. [17]

Kuvassa 9. on toimeksiantajan valmistama SCAN 200E -tulomoduuli. Tulomoduuleja on mahdollista kytkeä sarjaan, jolloin ilmaisimia saa kiinni useampia. Moduuleja kytkettäessä sarjaan on moduulien piirilevyssä olevista DIP-kytkimistä osoitettava moduulien osoite. [17]



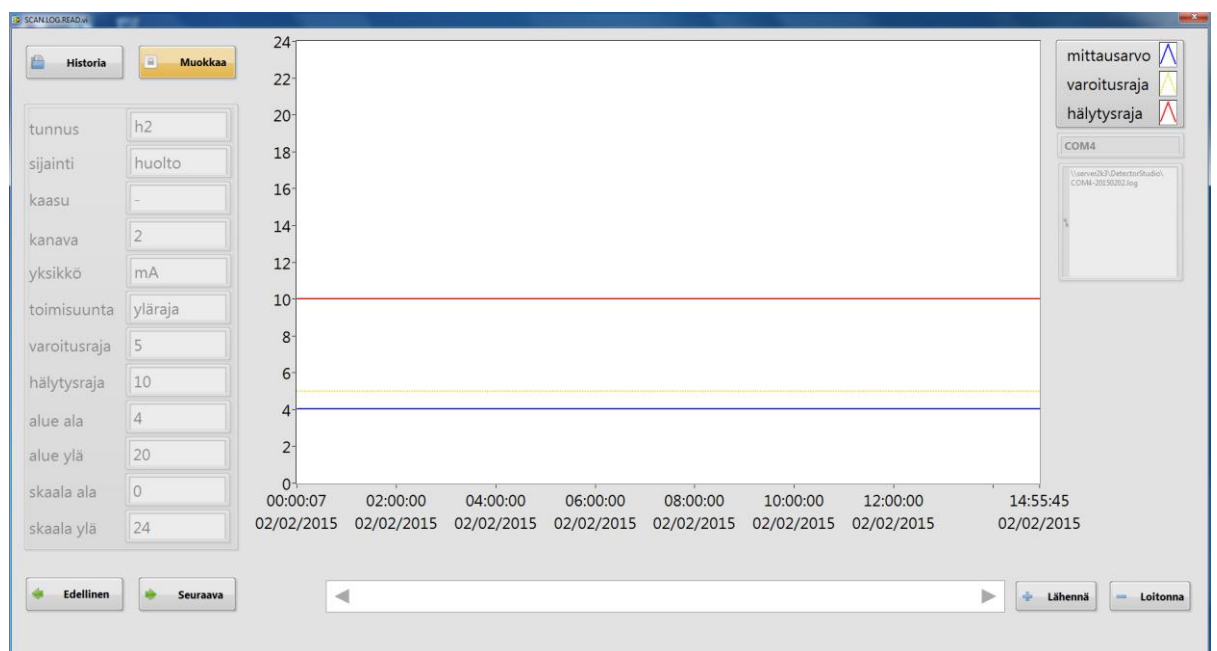
Kuva 9. SCAN 200E -tulomoduuli.

Tiedonkeruujärjestelmään valittiin yhteensä kolme tulomoduulia, jotta saadaan tietoa kerättyä yhteensä 24 kaasunilmasimesta. Tulomoduuleja lisäämällä järjestelmää on mahdollista laajentaa, jolloin järjestelmään saa enemmän ilmaisimia kiinni.

3.2.3 Scan Log Read-analysointiohjelmisto

Scan Log Read-analysointiohjelmistolla (kuva 10.) on tarkoitus tutkia empiirisesti tuotannosta valmistuneita kaasunilmaisimia vanhennusjakson aikana. Tutkimuksissa käytettiin rakennettua tiedonkeruujärjestelmää. Tarkoituksena on selvittää, kuinka pitkään vanhentamista tarvitsee toteuttaa, jotta kaasunilmaisimet ovat stabiiluneet. Ohjelma oli toteutettu yrityksessä jo valmiiksi, joten sitä ei tarvinnut suunnitella eikä toteuttaa.

Scan Log Read on tarkoitettu tiedonkeruujärjestelmän tuottamien lokitiedostojen tarkasteluun. Tämän avulla SCAN200E -kaasunvalvontajärjestelmästä on mahdollista kerätä tietoa. Scan Log Read on tietokonekohtainen, joten jokaisella käyttäjällä voi olla omat asetuksensa samoista mittauksista. Jokaiselle tietokoneelle, josta halutaan tiedonkeruuta toteuttaa, on asennettava ohjelmisto erikseen.



Kuva 10. Scan Log Read -analysointiohjelmisto.

Asetuksiin voi kanavakohtaisesti määrittää muun muassa mitattavan kaasun, ilmaisimien sijainnin, skaalauksen, mittausalueen sekä erilaisia rajoja, kuten hälytysrajan tai varoitusrajan. Lisäksi ohjelmaan voidaan määritellä mittapisteen alaja yläarvo. Kuvaajasta on mahdollista havaita ilmaisimen epästabilisuus tai havaita mahdollinen vika, jota ei välttämättä muuten olisi havaittu.

3.3 Asennus ja toiminnan testaus

Kun tiedonkeruujärjestelmä oli suunniteltu, järjestelmä asennettiin yrityksen tuotannossa sijaitsevaan vanhennushuoneeseen, jossa tuotannosta valmistuneet ilmaisimet vanhennetaan. Vanhennushuoneessa on jokaisella eri ilmaisimelle omat hyllynsä. Päätettiin kokeilla tiedonkeruujärjestelmää DGTkex-kaasunilmaisimille, joten järjestelmä asennettiin kyseisten ilmaisimien hyllyyn. Vanhennushuoneessa kyseiselle ilmaisintyypille oli 48 vanhennuspaikkaa eli neljä hyllyä. Päädyttiin kuitenkin siihen, että tiedonkeruujärjestelmä sisältää vain kolme tulomoduaalia, joten maksimimäärä ilmaisimia oli 24. Tästä syystä järjestelmä asennettiin vain kahteen ylimpään hyllykköväliin. Kaksi alemmaa hyllyä toimii normaalisti vanhentamisessa, mutta ilman tiedonkeruuta.

Tiedonkeruujärjestelmän tärkeänä osana pidettiin sen luotettavuutta ja tuloksien oikeellisuutta, joten asennuksissa käytettiin parisuojattua JAMAK 2x(2+1)x0.5 kaapelointia, sillä kyseisessä johdintyypissä on erittäin hyvä häiriönsuojaus. [18] Kaikille 24 kaasunilmaisimelle vedettiin oma kaapelointi tulomoduilta. Lisäksi työssä otettiin huomioon, että ilmaisimien vaihtaminen tiedonkeruujärjestelmästä sujuisi mahdollisimman vaivattomasti.

Asennuksessa ilmeni muutamia ongelmia. Eräs suurimmista oli tulomodulien sijoittelu hyllyyn. Hyllyissä tilaa oli niukanlaisesti, ja kaapeleita tuli erityisen paljon, joten modulien sijoittelu oli haasteellista. Lisäksi kaapeleiden asentaminen tuotti ongelmia, sillä tilaa oli niukasti ja kaapelointi ei saanut olla tiellä. Tulomodulit päätettiin sijoittaa hyllyjen väliin, hyllyn oikealle seinämälle. Tämä oli ainut hyvä vaihtoehto, jossa modulit eivät olisi olleet ilmaisimien tiellä.

Järjestelmää rakennettaessa otettiin huomioon, että järjestelmää on mahdollista laajentaa tulevaisuudessa jos näin halutaan. Moxa-sarjaporttipalvelin tarvitsi liittää yrityksen lähiverkkoon, mutta vanhennushuoneessa ei kuitenkaan ollut LAN-liitinrasiaa, joten kaapelointi vedettiin johtokiinnikkeitä käyttämällä kokonaan toiseen huoneeseen. Vanhennushuoneen hyllyt olisivat pitäneet purkaa ja suunnitella, sekä rakentaa kokonaan uudelleen, jos järjestelmästä olisi halunnut vielä siistimmän ja käytännöllisemmän. Kyseisiin toimenpiteisiin ei kuitenkaan ryhdytty sillä resurssit olivat rajalliset.

Kaapelien ja tulomoduulien merkinnät toteutettiin niin, että tulomoduulit merkittiin tulomoduuli 1, 2 ja 3. Kaapelien toiseen päähän asennettiin kutistesukkaa, johon oli mahdollista tulostaa tekstiä. Merkintä toteutettiin niin, että kutistesukasta kävi ilmi moduuli sekä se mikä kanava kyseessä. Lisäksi johtimien molemmat parit, sekä plus, miinus että signaalijohtimet merkittiin selvästi näkyviin.

Kun järjestelmä oli saatu rakennettua ja integroitua hyllyyn, oli vuorossa toimintatestaus. Testaukset aloitettiin kytkemällä järjestelmän jännitteiseksi. Ilman ongelmia ei kuitenkaan selvitty, sillä virtalähteen sulake paloi. Selvisi kuitenkin, että sarjaporttipalvelimen johtimet oli kytketty väärinpäin. Lisäksi ongelmia tuotti tiedon lähiverkkoon jakaminen. Syyksi selvisi, että yrityksen LAN-liitinrasiaa ei ollut kytketty ristikytkentäpaneelistä. Ongelma kuitenkin saatiin korjattua kytkemällä liitinrasia ristikytkentäpaneelistä kiinni.

4 TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN MITTAUSTULOKSET JA ANALYSOINTI

Tiedonkeruujärjestelmän mittaukset aloitettiin tekemällä mittaussuunnitelma, sekä selvittämällä parhaat mittaustuloksiin soveltuvat parametrit. Tiedonkeruujärjestelmään saa yhteensä 24 ilmaisinta kiinni. Mittaukset kuitenkin päätettiin toteuttaa kuudella samaa tuotantoerää olevalla ilmaisimella, johon uusi mittauksiin soveltuva ohjelmisto asennettiin.

Tuotanto on vanhentanut jokaista ilmaisinta tähän asti noin kaksi viikkoa. Tiedettiin kuitenkin, että tämä on mitoitettu varmuuden vuoksi hieman pidemmäksi. Ilmaisimia mitattiin noin kaksi viikkoa ja tarkkailtiin niiden käyttäytymistä tällä aikavälillä.

4.1 Signaalien mittaus

Signaalien mittaukset suoritettiin ilmaisimelle ilman alkukalibrointia, sillä haluttiin minimoida tuotannon työtä. Ilmaisimet on kalibroitava joka tapauksessa ennen asiakkaalle lähetystä, joten olisi ylimääräistä työtä kalibroida ilmaisimia kahteen kertaan. Kokemusten perusteella voitiin todeta, että jokainen valmistajalta saapuva mittapää on oma yksilönsä.

Ennen mittauksia oli selvitettävä ja määriteltävä ilmaisimen parametrit, etenkin mitta-alue. Ilmaisimien parametreja piti muuttaa, jotta mittauksista voidaan havaita mahdollisimman pienetkin virumiset. Asiakkaille tehtyjen ennakkohuoltojen perusteella voitiin todeta, että ilmaisimet viruvat vuodessa noin 2 - 5 % mitta-alueesta.

Vuodessa on 52 viikkoa, jonka perusteella voi laskea, että virumista tapahtuu noin 0,04 – 0,1 % viikossa. Tehtiin ilmaisimen ohjelmistoon muutos, jossa on ehtolause koskien ilmaisimen kohdekaasua. Jos ilmaisimelle ei ole aseteltuna kohdekaasua se asettuu seurantatilaan. Kyseisessä tilassa ilmaisimen raaka-arvot eli AD-muunnoksen suorat arvot ovat -150 + 151 eli yhteensä 301. Mitta-arvojen

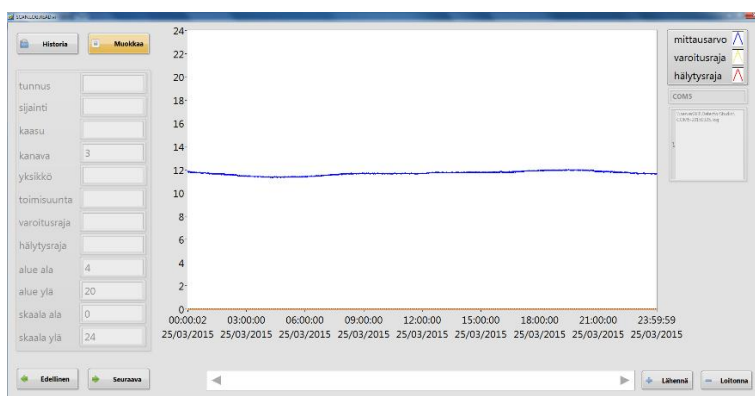
määrittämisessä auttoi, että tiedettiin suurin piirtein, kuinka paljon ilmaisin viruu viikossa.

Raaka-arvot määriteltiin niin, että ilmaisimen viruminen kävisi ilmi selkeästi virtaustulosta. Raaka-arvoiksi määriteltiin 300, mutta arvoon lisättiin 1, sillä jos säätöalue on alle 301, ilmaisin asettuu vikatilaan. Jos ilmaisin menee vikatilaan, ilmaisimen mittapäässä on ongelmia. Raaka-arvoihin 1 lisäämisellä siis vältetään ilmaisimen joutuminen vikatilaan.

Ennen mittauksia vielä kalibroitiin virtalähdöt 4 mA ja 20 mA, jotta mittaustulos olisi mahdollisimman tarkka. Tämän jälkeen ilmaisimet asennettiin rakennettuun tiedonkeruujärjestelmään, minkä jälkeen tietokoneeseen asennetusta Scan Log Read ohjelmistolla tarkkailtiin ilmaisimien virtalähtöjä. Ilmaisimien palautuu seuranta-tilasta normaaliin tilaan, kun ilmaisimelle asetetaan kohdekaasu.

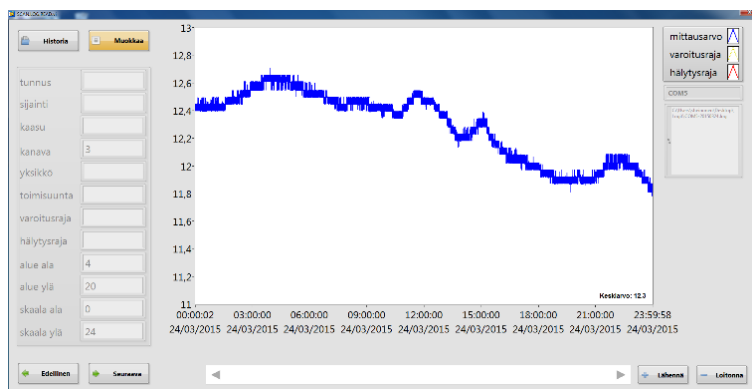
4.2 Mittaustulokset

Ennen mittauksia ilmaisimet annettiin olla muutaman tunnin tiedonkeruujärjestelmässä kytkettynä, jotta ilmaisimien mitta-elementit lämpenevät. Tämän jälkeen ilmaisimelle suoritettiin nollan kalibrointi pystyasennossa. Katalyytti-ilmaisin pitää mittaustilassa olla aina mittaelementti alaspäin. Mittaustuloksista voidaan nyt havaita, että ilmaisin asettuu maksimi +151 ja minimi -150 raaka-arvojen keskelle, eli virtalähtö on virtaskaalauksen puolessavälissä, joka on 12 mA kuva 11.

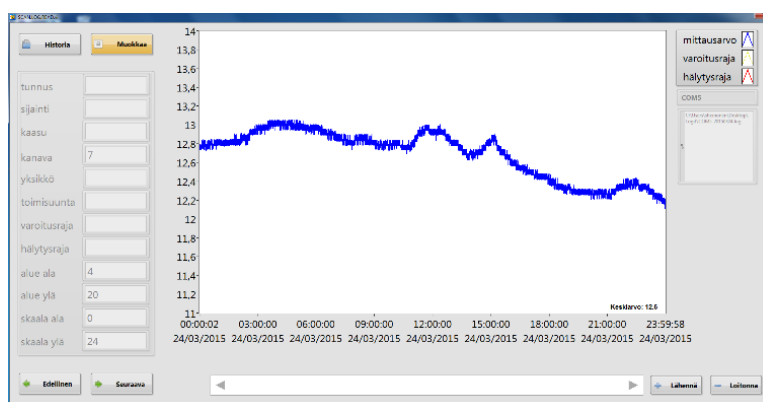


Kuva 11. Virtalähtö ajan funktiona. Virtalähtö noin 12 mA.

Kuvassa 12 ja 13 on kahden eri ilmaisimen signaalien mittaus. Kuvista voidaan havaita, että ilmaisimen heittelehtimiset tapahtuvat samanaikaisesti useammassa ilmaisimessa. Voidaan siis todeta, että ulkopuoliset tekijät, kuten lämpötila, ilmavirta, kosteus ja muut ulkopuoliset tekijät vaikuttavat ilmaisimien käyttäytymiseen. Vaikka jokainen mittapää on oma yksilönsä, mittapääät reagoivat ulkopuolisiin tekijöihin samalla tavalla.



Kuva 12. Ilmaisimen 1. mittaus virta ajan funktiona.



Kuva 13. Ilmaisimen 2. mittaus virta ajan funktiona.

Ennen mittauksia ilmaisimien virtalähtö kalibroitiin 12 mA:n kohdalle. Ilmaisimia mitattiin kahden viikon ajan 24 tuntia vuorokaudessa. Ilmaisimet pysyivät koko ajan 10,5 mA:n ja 13,5 mA:n välissä kuva 14.

Viikon mittausajalla havaittiin ilmaisimen viruvan keskiarvoltaan 0,5 mA, joka on noin 3 % kokonaisvirtaskaalasta (kuva 14). Tämän avulla voidaan laskea kokonaisviruma vuositasolla, kun tiedämme seurantatilassa olevan ilmaisimen raaka-

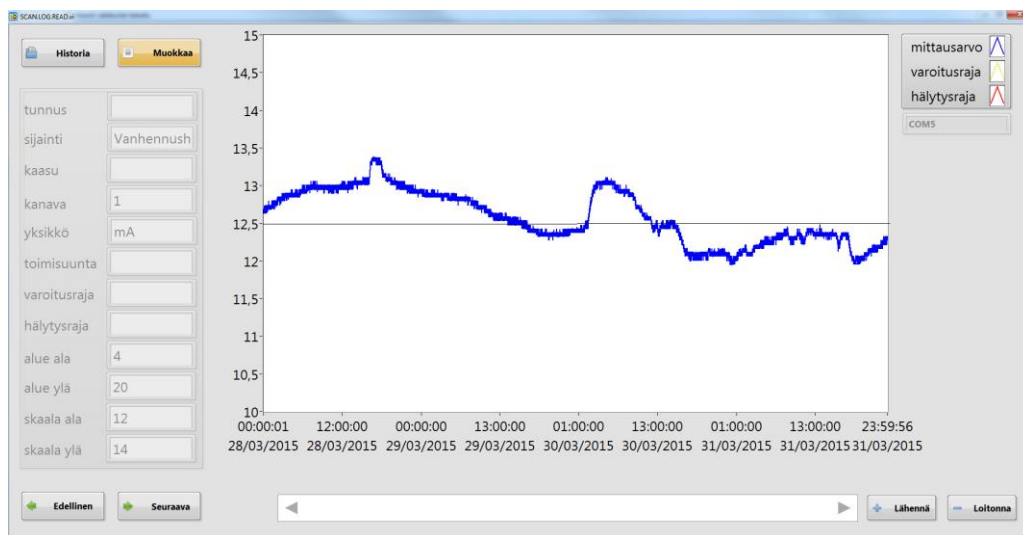
arvot. Raaka-arvot kerrottiin viruman määrällä, joka jaetaan kokonaisvirta skaalalla. Tämän jälkeen lasketaan, paljonko virumista on tapahtunut viikossa ja kerrotaan 52:lla, jotta saadaan tietää vuositasolla. Tämä jälkeen jaetaan skaalalla.

$$\frac{\left(\frac{300 \text{ raaka-arvoa} * 0.5 \text{ mA}}{16 \text{ mA}} * 52 \text{ viikkoa} \right)}{2 \text{ viikkoa}} = 1,35 \% \text{ vuodessa}$$

$$\frac{\quad}{18\,000 \text{ raaka-arvoa}}$$

Mittausten perusteella ilmaisimien virta on noin 1,35 % vuodessa. Mitta-elementin valmistaja lupaa mittapään maksimivirumiseksi 8 % vuodessa. Kaasunilmaisimissa ei siis voida reklamoida valmistajaa, mikäli viruminen pysyy tämän alapuolella. Yrityksen sisällä päätettiin asettaa maksimirajan sallitulle virumiselle 4 % vuodessa. Mikäli tiedonkeruujärjestelmällä havaitaan ilmaisimen virumisen olevan yli 4 % vuositasolla, ilmaisimien otetaan sivuun eikä toimiteta loppukäyttäjälle. [8]

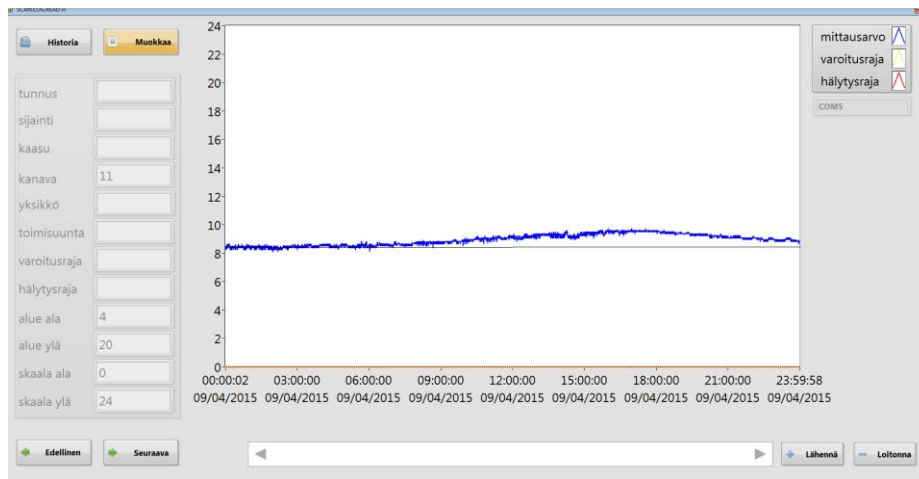
Mittauksissa on lisäksi syytä tarkkailla, että ilmaisimet pysyvät 10,5 mA – 13,5 mA. Muussa tapauksessa ilmaisimissa on jotain normaalista poikkeavaa, ja se on syytä tarkistaa ja suorittaa tarvittavat korjaukset ja muut toimenpiteet.



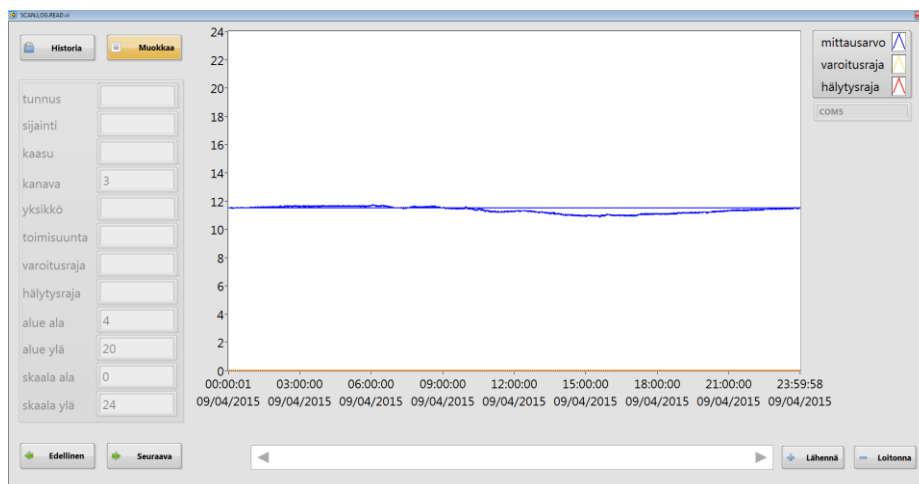
Kuva 14. Esimerkki yhden ilmaisimen virumisen mittauksesta. Virta ajan funktiona.

Päätettiin vielä asentaa tiedonkeruujärjestelmään lämpömittarin, jotta voidaan varmistaa lämpötilan vaikutus ilmaisimien heittelehtimiseen. Lämpömittarina käytettiin yrityksen DGTt2-puolijohdekaasunilmaisinta, johon puolijohdeanturin tilalle asetettiin NTC-termistori. Tämän jälkeen virtalähdöt kalibroitiin sekä määritettiin skaalaus, kylmän ja lämpimän veden avulla. Nyt Scan Log Read-ohjelmistolla voidaan tarkkailla vanhennushuoneen lämpötilan vaihtelua.

Huoneen lämpötilan vaihtelu oli noin 1,5 °C. Ilmaisimien mittaustuloksia ja huoneen lämpötilan verrannollisuutta tutkittiin viikon mittaussyksyllä. Mittaustuloksista on selvästi havaittavissa lämpötilan vaikutus ilmaisimien mittaustuloksiin. (Kuvat 15 ja 16)



Kuva 15. Lämmityshuoneen lämpötilan vaihtelu yhden päivän aikana.



Kuva 16. Ilmaisimen mittaustulos ajan funktiona.

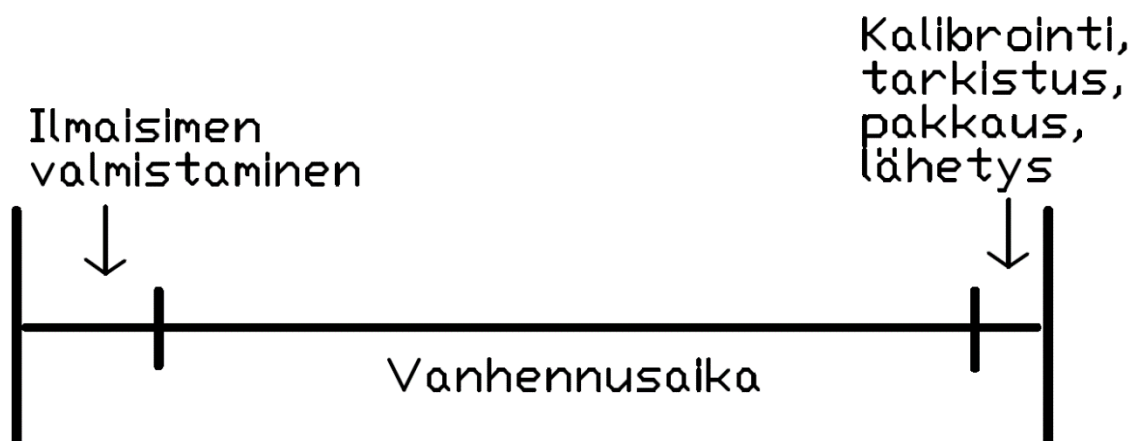
Kuvassa 15 ja 16 nähdään selvästi, että lämpötilan noustessa 1 °C:lla, ilmaisimen mittaustulos viruu noin 0,5 mA. Mittauksissa käytetyissä ilmaisimissa oli seurantaohjelmisto, jonka avulla pienetkin muutokset havaittiin. Käytännössä siis lämpötilan vaihtelu ei vaikuta ilmaisimen mittaustuloksiin loppukäyttäjällä, mikäli lämpötila pysyy -45 °C ja +65 °C välissä riippuen kuitenkin hieman ilmaisimen tyyppistä ja mittausteknologiasta. Kyseiset mittaukset ovat toteutettu kuudella eri ilmaisimella. Kaikilla ilmaisimilla tapahtui samanlaiset mittaustulosten vaihtelut suhteessa lämpötilaan.

5 TUOTANNON OPTIMOINTI MITTAUSTULOSTEN PERUSTEELLA

Kaasunilmaisimien vanhentaminen tapahtuu samalla tavalla kuin ennenkin. Erona vanhentamiseen uuden tiedonkeruujärjestelmän myötä on se, että vanhennuksen aikana ilmaisimista voidaan kerätä tietoa ja analysoida näitä.

5.1 Optimoinnin hyödyt

Optimoinnista saatavat suurimmat hyödyt ovat valmistuskustannukset, valmistusaika, sekä mahdollisuus tuottaa ilmaisimia nopeammalla syklillä. Tuotteen vanhentaminen on vienyt valmistusajasta suurimman osan aikaa. Kuvassa 17. on havainnoitu ilmaisimen valmistamisen eri päävaiheita.



Kuva 17. Ilmaisimen valmistamisen päävaiheet.

Vanhennusajan lyhentämisestä on hyötyä taloudellisesti. Ilman vanhennusajan lyhentämistä olisi tarvinnut tehdä yrityksessä investointeja vanhennuspaikan suhteen. Vanhennustiloja olisi pitänyt laajentaa ja ilmaisimille tarkoitettuja vanhen-

nushyllyjä olisi tarvinnut rakentaa lisää, jotta ilmaisimia saisi enemmän vanhennukseen. Lisäksi kysymykseen olisi joissain vaiheissa voinut tulla tilojen laajennus, joka olisi vaatinut suuria rahallisia investointeja.

Vanhennusajan lyhentämisellä vältytään tilojen ja vanhennuspaikkojen laajentamiselta. Tällöin myöskään sähkönkulutus tai muut tilojen kustannukset eivät nouse. Vanhennuskustannukset pysyvät siis samana, mutta samalla kustannuksilla vanhennetaan kaksinkertainen määrä ilmaisimia. Yritys pystyy siis pitämään tuotteiden hintatasonsa edullisena ja tätä kautta myös kilpailukykynsä hyvänä. Lisäksi kysynnän kasvaessa on valmius valmistaa ilmaisimia nopeammalla aikataululla.

5.2 Vanhennusajan lyhentämisen riskien arviointi

Vanhennusajan lyhentäminen kahdesta viikosta yhteen viikkoon ei kasvata riskejä. Ilmaisimien vanhentaminen on varatoimi, sillä kaasunilmaisimilla valvotaan turvallisuutta. Ilmaisimen toiminta on, erittäin tärkeää mikäli kaasuvuoto syntyy. On tärkeää, että ilmaisimet reagoivat kaasuvuotoon ja vaarassa olevat henkilöt voivat toimia nopeasti.

Mittauksista voidaan todeta, että yhden viikon vanhennusaika on riittävän pitkä aika ilmaisimien vanhentamiseen, joten riskit pysyvät samana riippumatta siitä vanhennetaanko ilmaisinta yksi tai kaksi viikkoa. Riskit ovat jopa hieman pienentyneet, sillä tiedonkeruujärjestelmän avulla ei stabiilit ilmaisimet erottuvat tuotantoerästä. Tämä kuitenkin edellyttää, että tiedonkeruujärjestelmän keräämiä mitaustuloksia tarkkaillaan säännöllisesti. Ilmaisimilla ei ole sellaisia ominaisuuksia jotka ilmenisivät vasta kahden viikon jälkeen. Näin ollen ei ole välttämätöntä vanhentaa ilmaisimia näin pitkään. Jos vanhentaminen on puutteellista tai sitä ei tehdä, voisi kuitenkin ilmaisimien mittaustarkkuus olla heikko ja asiakkaille voisi tulla turhia hälytyksiä ilmaisimen elinkaaren alkuvaiheessa. Turhista hälytyksistä aiheutuu yleensä aina ylimääräisiä kustannuksia asiakkaalle.

Kaikki ilmaisimet tarkastetaan yksitellen vanhennusajan jälkeen, josta tehdään erillinen tarkastuspöytäkirja. Tämän lisäksi ilmaisimet kalibroidaan kaasulla ja samalla todetaan, että ilmaisin reagoi kaasun. Viimeistään tässä vaiheessa vioittuneet ilmaisimet havaitaan.

5.3 Pohjustus mahdollisille jatkoprojekteille

Jos tiedonkeruujärjestelmä todetaan hyödylliseksi yrityksessä pidemmällä aikavälillä, olisi järjestelmää mahdollista laajentaa yrityksen kaikkiin kaasunilmaisintyyppeihin. Lisäksi voisi kartoittaa, olisiko järjestelmää mahdollista kaupallistaa asiakkaiden käyttöön.

Työlle sopiva jatkoprojekti olisi myös kirjoittaa selkeät ohjeet tiedonkeruujärjestelmän Scan Log Read-analysointiohjelmistosta, jotta jokainen yrityksen työntekijä pystyisi käyttämään tiedonkeruujärjestelmää.

Huoneen nykyinen lämpötila on noin 30 °C. Lämpötilaa voisi esimerkiksi kaksinkertaistaa 60 °C:seen, ja suorittaa mittaukset uudelleen. Näin voitaisiin havainnoida voisiko lämpötilan nostamisen avulla ilmaisimien vanhennusaikaa lyhentää entisestään. Huoneen lämpötilan nostaminen ei aiheuttaisi yritykselle kustannuksia paljoa, sillä oven lisääminen huoneeseen, tuuletuksen sammuttaminen ja lämpöeristeillä päästäisiin jo lähelle 60 °C:ta. Kyseisellä menetelmällä voitaisiin vanhennusta mahdollisesti kiihdyttää entisestään.

Tiedonkeruujärjestelmään voisi myös kehittää toimivan arkistointijärjestelmän lokitiedostoille. Jos loppukäyttäjällä ilmenee ilmaisimien kanssa ongelmia, tämän avulla olisi mahdollista selvittää myöhemmässä vaiheessa miten ilmaisimen vanhennus on sujunut ja onko ilmaisimen käytöksessä ilmennyt joitain poikkeavuuksia jo tuotantovaiheessa.

YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin toimeksiantajalle tiedonkeruujärjestelmä sekä mitattiin järjestelmällä digitaalisen kaasunilmaisimen vanhennusta. Työssä perehdyttiin myös yrityksen nykyiseen laadunvarmistukseen ja pyrittiin kehittämään sitä luotettavammaksi. Mittaustulosten avulla analysoitiin, voisiko vanhennusaikaa lyhentää. Työssä käytiin läpi myös kaasunvalvontajärjestelmä, mitattavat kaasut sekä eri mittausteknologiat.

Tiedonkeruujärjestelmä toteutettiin, sillä yrityksen laadunvarmistusta haluttiin tehostaa. Lisäksi yrityksen tuotannon hidasteena oli ollut kaasunilmaisimien vanhentaminen. Tiedonkeruujärjestelmällä mitattiin empiirisesti ilmaisimien käyttäytymistä valmistumisen jälkeen. Mittaukset toteutettiin kuudella eri kaasunilmaisimella.

Mittauksista todettiin ilmaisimien viruvan vuositasolla noin 1,35 %. Ilmaisimen mittapään valmistaja lupaa mittapään virumisen olevan vuodessa alle 8 %. Mittaustulosten perusteella yrityksen vanhennusjaksoa voitiin lyhentää merkittävästi. Lyhentämisen ansiosta yritys pystyy valmistamaan ilmaisimia nopeammin sekä taloudellisemmin samassa ajassa.

LÄHTEET

- [1] Iljo Jokela, Opinnäytetyö, Kiihdytetty elinikätestaus, Saatavilla: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/11882/2006-08-22-15.pdf?sequence=1> 7 s.7
- [2] Miettinen Esa, Opinnäytetyö, Häkäanturin tyyppitestaukset, Turun ammattikorkeakoulu, 2003
- [3] Detector, Yleisesite [www-sivu] Saatavilla: http://www.detector.fi/media/tiedostot/esitteet/20-715-101-detector_yleisesite-rev.-1.1.pdf (Luettu 14.1.2015)
- [4] Detector, Yleistietoa [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.detector.fi/yleistietoa.html> (Luettu: 18.11.2014).
- [5] SFS-Käsikirja 604-1 Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 1. Määräykset, tilaluokitus ja sähkölaitteiden rakenteet, 2010, s. 366-367
- [6] Detector, kaasunvalvontakeskukset [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.detector.fi/tuotteet-ratkaisut-ja-referenssit/kaikki-tuotteet/kaasunvalvontakeskukset.html> (Luettu: 6.1.2015)
- [7] Detector, kaasunilmaisimet [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.detector.fi/tuotteet-ratkaisut-ja-referenssit/kaikki-tuotteet/kaasunilmaisimet.html> (Luettu: 5.1.2015)
- [8] Detector, Yrityksen sisäinen koulutusmateriaali [pdf-dokumentti], Luettu: (3.1.2015)
- [9] Wikipedia, direktiivi [www-sivu]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Direktiivi> (Luettu 7.1.2015)
- [10] Wikipedia, atex [www-sivu]. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/ATEX> (Luettu: 29.12.2014)
- [11] Tukes, Atex [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/ATEX---Rajahdysvaarallisten-tilojen-laitteet/Lisatietoa-ATEX-direktiivista/> (Luettu: 5.1.2015)
- [12] Tukes, Atex räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus [www-sivu]. Saatavilla: http://www.tukes.fi/tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/atex_rajahdeopas.pdf
- [13] Camfil, ATEX – räjähdysvaaralliset tilat ja niiden luokittelu [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.camfil.fi/Suodatintekniikka/Standardeja-ja-asetuksia/ATEX---Rajahdysvaaralliset-tilat-ja-niiden-luokittelu/>
- [14] Tukes, EMC [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajille/Koti-ja-kodin-tekniikka/EMC---sahkomagneettinen-yhteensopivuus/> (Luettu 9.12.2015)

[15] Yleistä kaasunvalvonnasta [www-sivu]. Saatavilla: <http://www.detector.fi/yleista-detectorin-kaasunvalvonnasta/kaasunvalvontajarjestelman-paivitys.html>

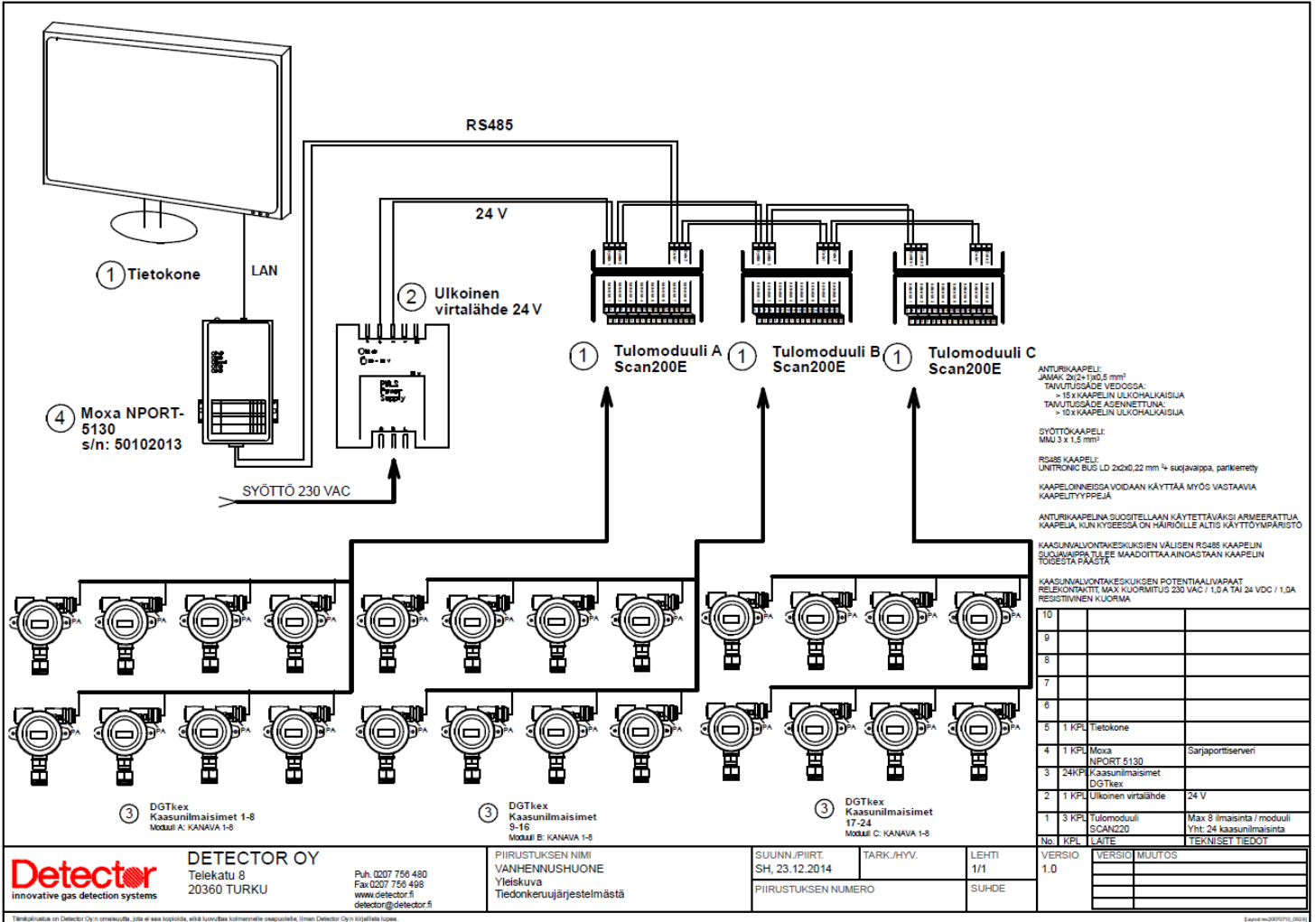
[16] Moxa [www-sivu]. Model information Saatavilla: http://www.moxa.com/product/nport_5130.htm (Luettu: 4.12.2014)

[17] Detector, Yrityksen sisäinen koulutusmateriaali [pdf-dokumentti], Luettu: (23.2.2015)

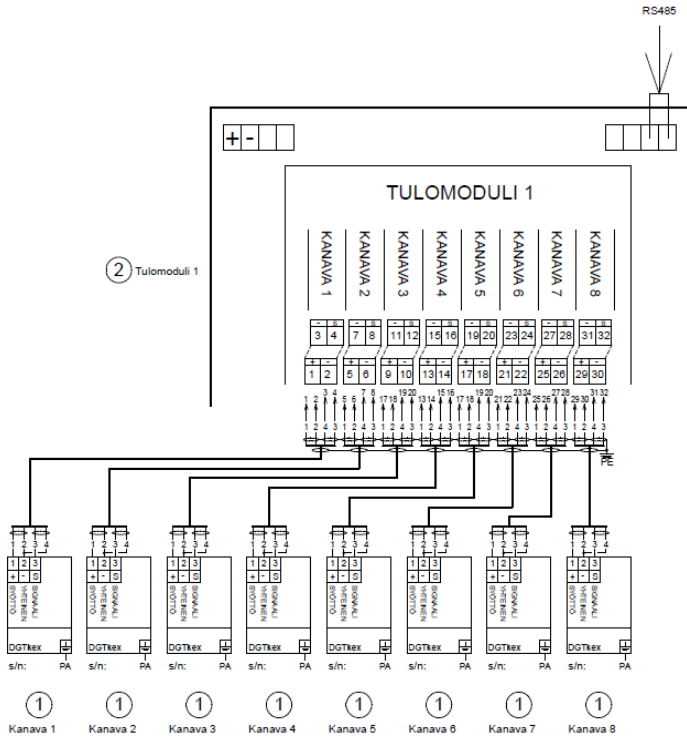
[18] JAMAK C LSZH Datasheet [www-sivu]. Saatavilla: http://fi.prysmiangroup.com/en/business_markets/markets/ti/downloads/datasheets/JAMAK-C_LSZH.pdf (Luettu 22.4.2015)

Tiedonkeruujärjestelmän yleiskuva

Liitteenä kaasunilmaisimen tiedonkeruujärjestelmän yleiskuva, joka piirretty cad suunnitteluohjelmistolla.



Kaasunilmaisimien kytkentä tulomoduuliin



HUOMI!
 VÄLTISSÄ OLOSUHTEISSA SUOSITELTAVAN KAASUNILMAISIMEN
 KAPELITYYPIN: "JAMK-IRMI (ARMEERITUP)"
 ARMIETTU KAPELII ANDRAKKAANEN SICHAN LISÄKSI LISÄSUOJA
 MYÖS INDUKTIVISIAHÄRÖITÄ VASTAAN

ANTURIKAAPELI:
 JAMAK 2x(2+1)0,5 mm²
 TAVUTUSSÄDE VEDOSSA:
 > 15 x KAAPELIN ULKOHALKAISUA
 TAVUTUSSÄDE ASENNETTUNA:
 > 10 x KAAPELIN ULKOHALKAISUA

SVÖTTÖKAAPELI:
 MMJ 3 x 1,5 mm²
 RS485 KAAPELI:
 UNITRONIC BUS LD 2x2x0,22 mm² + suojaöljy, pakenemä

KAAPELONNEISSA VOIDAAN KÄYTTÄÄ MYÖS VASTAAVIA
 KAAPELITYYPPEJÄ

ANTURIKAAPELINA SUOSITELTAVAN KÄYTETTÄVÄN ARMEERATTUA
 KAAPELIA, KUN KYSESSÄ ON HÄIRIÖLLE ALTIS KÄYTTÖYMPÄRISTÖ

ANTURIKAAPELEIDEN SUOJAVARPPA TUULEE KytKEÄ SUOJAMAAHAN
 AINOASTAAN KAASUNVALVONTAKESKUKSEN PÄÄSTÄ

KAASUNVALVONTAKESKUKSIEN VÄLISEN RS485 KAAPELIN
 SUOJAVARPPA TUULEE KytKEÄ SUOJAMAAHAN AINOASTAAN TOISEN
 KAAPELIN TOISESTA PÄÄSTÄ

KAASUNVALVONTAKESKUKSEN POTENTIAALIVAPAA
 RELEKONTAKTI: MAX KUORMITUS 230 VAC / 1,5 A TAI 24 VDC / 1,0 A
 RESISTIIVINEN KUORMA

10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2	1 kpl Scan 200E Tulomoduuli 1	8 kanavaa
1	8 kpl Kaasunilmaisim DGTrex, Ex (IR)	
No. / KPL	LÄITE	TEKNISET TIEDOT

<p>DETECTOR OY Telekatu 8 20360 TURKU Puh. 02 434 0150 Fax 02 434 0170 www.detector.fi detector@detector.fi</p>	PIIRUSTUKSEN NIMI: Vanhennusluoheen Kaasunilmaisimien kytkeminen tulomoduuliin	SUUNN./PIIRT. SH, 5.1.2015	TARK./HYV.	LEHTI 1/1	VERSIO 1.0
		PIIRUSTUKSEN NUMERO	SUHDE	VERSIO MUUTOS	