
**TYÖTURVALLISUUDEN PARANTAMINEN
RIKKIVETYMITTAUKSIA UUSIMALLA
JA KEHITTÄMÄLLÄ**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Valkeakoski, 18.03.2010

Juha Pölkki



Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Valkeakoski

Työn nimi Työturvallisuuden parantaminen rikkivetymittauksia uusimalla
ja kehittämällä

Tekijä Juha Pölkki

Ohjaava opettaja Aimo Tikka

Hyväksytty _____ . _____ . 20 _____

Hyväksyjä

VALKEAKOSKI
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä	Juha Pölkki	Vuosi 2010
Työn nimi	Työturvallisuuden parantaminen rikkivetymittauksia uusimalla ja kehittämällä	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja kehittää sellutehtaan rikkivetymittauksia työturvallisuuden parantamiseksi. Tavoitteina oli etsiä puutteita mittauksista, kartoittaa uusia kehityskohteita ja tehdä parannuksia laitteistoon hankittujen tietojen pohjalta.

Työn teoriaosuudessa käsitellään rikkivedyn ominaisuuksia ja käyttäytymistä sekä kaasumittauslaitteiden toimintaa. Tutkimusmenetelminä käytettiin savukaasutestejä, kaasulähtimiin liittyvään kirjalliseen aineistoon perehtymistä ja työntekijöiden kanssa keskustelua. Savukaasutesteillä havainnollistettiin ilmapirran kulkua tehdastiloissa ja pääteltiin miten rikkivetykaasu käyttäytyisi päästessään ilmaan. Prosessin ajomiehiltä selvitettiin paikkoja, joista tehtaan käydessä oli mahdollista syntyä rikkivetyä. Myös kaasumittauspisteisiin liittyviä hälytysvaloja tarkkailtiin niiden näkyvyyden kannalta.

Tutkimusten pohjalta päätettiin mittauspisteet, joihin oli syytä tehdä parannuksia. Toimenpiteitä olivat vanhojen lähtimien vaihto uusiin, lähtimien asentaminen parempiin mittauspaikkoihin tarkempien mittaustuloksien saavuttamiseksi ja hälytysvalojen paikan korjaus näkyvyyden parantamiseksi. Asennustöiden jälkeen kaikki rikkivetylähtimet ja valot testattiin.

Työn kaikki tavoitteet saatiin täytettyä eli jokaiseen mittauspisteeseen tehtiin ne parannukset, jotka oli suunniteltu. Kehitysehdotuksia kertyi työn aikana muutama ja niistä tärkeimmät toteutettiin. Muut kehityskohteet jäävät vielä odottamaan jatkotoimenpiteitä.

Työ toteutettiin keväällä ja syksyllä 2009.

Avainsanat Rikkivety, kaasumittaus, kaasuhälytin, kaasulähtetin

Sivut 32 s. + liitteet 1 s.

Valkeakoski
Automation engineering
Option

Author

Juha Pölkki

Year 2010**Subject of Bachelor's thesis**

Improving work safety by renewing and developing hydrogen sulfide measurements

ABSTRACT

Function of the thesis was to examine and develop hydrogen sulfide measurements in the pulp factory and thereby increase work safety. Objectives included searching deficiency in the measurements, mapping new points of development and making improvements to the hardware based on the gathered knowledge.

Theory part of the thesis deals with hydrogen sulfides features, behavior and gas detector devices operation. Researching methods were smoke tests, investigating written material related to gas detectors and discussing with employees. Smoke tests were used to demonstrate how air currents flow in the factory spaces. By doing that, the behavior of hydrogen sulfide gas was figured in the same place. Process workers were interviewed about the places where it was possible for hydrogen sulfide to appear due to process. Alarm lights connected to gas measurements were also examined for their visibility.

Based on the research, gas detection points which needed improvements were decided. Actions done were changing old gas detectors to new ones, moving detectors to new places to get better measurement results and correcting the place of alarm lights to make them more visible. After the installations every hydrogen sulfide detector and alarm lights were tested. All the goals of thesis were achieved. In other words all planned improvements to gas detection points were done. Few development suggestions arose during the work and some of them were executed. Rest of the ideas will remain to wait for future actions.

Thesis was done during spring and autumn 2009.

Keywords Hydrogen sulfide, gas detection, gas measurement, gas detector.

Pages 32 p. + appendices 1 p.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	1
2. OPINNÄYTETYÖHÖN LIITTYVÄT YRITYKSET	2
2.1 Botnia	2
2.2 YIT ja Botnia Mill Service.....	2
3. YLEISTÄ TIETOA RIKKIVEDYSTÄ	3
4. HONEYWELL SERIES 3000 XPIS -KAASULÄHETIN.....	4
4.1 Kaasulähettimen anturi ja sen toiminta	6
5. TYÖN KULKU	8
5.1 Tutkimukset.....	8
5.1.1 Jem ZR-12 -savukone	9
5.2 Toimenpiteet.....	9
6. TYÖSELOSTUKSET MITTAUSPISTEITTÄIN.....	10
6.1 Talteenoton ilmaisimet	10
6.1.1 41QI-4058 Haihduttamon näytteenottoaika	11
6.1.2 41QI-4059 Tyhjiöpumppuhuone	11
6.1.3 41QI-41064 Esihaihduttamo	13
6.1.4 45QI-45002 Vedenkäsittely, sarjojen väli	13
6.1.5 46QI-4644 Hapon valmistussuppilo.....	13
6.1.6 46QI-46052 ECO1	14
6.1.7 46QI1-4649 ECO2.....	15
6.1.8 46QI2-4649 ECO3.....	15
6.1.9 46QI-4660 Pesuhapposäiliö.....	15
6.1.10 47QI-47019 Meesauuni, syöttöpää.....	16
6.1.11 47QI-4704 Meesauuni, polttopää	18
6.1.12 48QI-48032 Mäntyöljyhuone	18
6.1.13 48QI-4829 Mäntyöljyhuone, oven vieressä	19
6.1.14 61QI-6178 Niemi.....	19
6.1.15 41QI-40123 PK:n lipeän varoventtiili (uusi).....	20
6.2 Massatehtaan ilmaisimet	22
6.2.1 17QI-23006 Nostoaukon luona, hissien vasemmalla puolella	22
6.2.2 21QI- 21063 Tärpätilippa	23
6.3 Kuorimon ilmaisimet.....	24
6.3.1 16QI-1665 ESP-taso, pilari.....	24
6.3.2 16QI-1666 Kuorimon valvomon alla	24
6.3.3 16QI-1681 Välppä	25
7. KEHITYSIDEAT	26
7.1 Rikkivetylähettimien syöttöjen uudelleenjohtotus	26
7.2 Talteenottoapuolen alakerran käytävä	26
7.3 ECO-säiliöiden rikkivetylähettimet.....	27
7.4 Massatehtaan oksakoppi.....	29
8. YHTEENVETO	31

LÄHTEET	32
LIITE 1 HONEYWELL XPIS 3000 -LÄHETTIMEN TEKNISET TIEDOT	

1. JOHDANTO

Työturvallisuus on isossa roolissa nykypäivän teollisuudessa. Se on tärkeää etenkin työntekijöiden viihtyvyyden ja toimintakyvyn kannalta, mutta vaikuttaa myös yrityksen julkiseen kuvaan. Botnian sellutehtailla työturvallisuutta halutaan koko ajan parantaa ja sitä kautta ehkäistä työtapaturmia. Tästä teemasta kumpusi tämän opinnäytetyön aihe.

Sulfaattiselluloosan keitossa syntyy sivutuotteena haihtuvia rikkijyhdisteitä, joista yksi on rikkivety. Sitä voi esiintyä koko tehdasalueella ja viemäreitä ja kanaaleja pitkin se voi levitä pitkienkin matkojen päähän. Botnian Äänekosken sellutehtaalle oli asennettuna rikkivetylähettä, jotka mittasivat vaarallisia pitoisuuksia tehdassaleissa. Vaarallisen pitoisuuden havaitessaan lähetin kytkee päälle hälytyksen, jolloin alueella liikkuvat henkilöt tietävät hakeutua suojaan. Rikkivetylähettä on sijoitettu alueille, joissa on suuri mahdollisuus syntyä prosessin aiheuttamana rikkivetyä.

Tutkittaessa työturvallisuusseikkoja tehtaalla havaittiin, että mittauspisteissä olisi parantamisen varaa. Tämä tarkoitti sitä, että mittauslaitteistoa oli syytä uusida ja samalla etsiä kehitysideoita mittauspisteisiin liittyen. Tältä pohjalta päätettiin, että työn tavoitteeksi asetettaisiin rikkivetylähettimien toiminnan parantaminen. Toisin sanoen haluttiin tutkia rikkivetymittauspisteitä ja tutkimusten pohjalta tehdä toimenpiteitä, jotka parantaisivat kaasulähettimien reagoitua rikkivetykaasuun.

Botnian sellutehtaiden kunnossapidosta vastaa Botnia Mill Service, jonka työalueeseen myös rikkivetylähettä kuuluvat, joten opinnäytetyön toimeksiantajaksi sovittiin Botnia Mill Service.

2. OPINNÄYTETYÖHÖN LIITTYVÄT YRITYKSET

Opinnäytetyö tehtiin Botnian sellutehtaalla Äänekoskella ja sen toimeksiantaja oli Botnia Mill Service. Seuraavissa luvuissa on taustatietoa molemmista yrityksistä.

2.1 Botnia

Oy Metsä-Botnia Ab, yleisimmin kutsuttuna Botnia, on vuonna 1973 perustettu metsäteollisuusyritys, joka valmistaa valkaistuja selluja. Yrityksen omistavat Metsäliitto-konserni ja UPM-Kymmene Oyj. Sellutehtaat sijaitsevat Joutsenossa, Kemissä, Raumalla ja Äänekoskella. (Botnia 2009)

Botnian päätuotteita ovat valkaistut havu- ja koivusellut. Sellulaatuja käytetään korkealaatuisten hienopapereiden, aikakauslehti- ja pehmopapereiden sekä taivekartonkien valmistukseen. (Botnia 2009)

Äänekosken tehdas valmistui vuonna 1985, toisena Botnian tehtaista. Nykyisellään tuotantokapasiteetti on yli puolitoistakertainen mitoitettuun nähden eli 500 000 tonnia per vuosi. Äänekosken tehdas on erikoistunut painopaperi- ja taivekartonkisellun valmistukseen. Puuta kuluu vuosittain 2,3 miljoonaa kiintokuutiometriä. Pääasiakkaita ovat omistajien tehtaat ja markkinaselluasiakkaat. (Botnia 2009)

2.2 YIT ja Botnia Mill Service

YIT eli Yleinen insinööritoimisto aloitti toimintansa jo vuonna 1912 Suomen suuriruhtinaskunnassa. YIT tarjoaa teknisiä kiinteistö-, rakennus- ja teollisuuspalveluita yksityis-, yritys- ja julkisyhteisöasiakkaille ympäri Eurooppaa. Konsernin henkilömäärä on 25 000. (YIT 2009)

Botnian ja YIT:n perustama yhteisyritys ja tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Botnia Mill Service eli BMS tarjoaa palveluja metsäteollisuuden kunnossapitoon. Yrityksen palveluvalikoimaan kuuluvat kaikki kunnossapito- ja asennuspalvelut sekä projektointi- ja suunnittelupalvelut yksittäisistä työtilauksista kokonaisvastuullisiin ratkaisuihin. Oy Botnia Mill Service Ab:n omistusosuudet ovat Oy Metsä-Botnia Ab:n 50,2 % ja YIT Teollisuus Oy:n 49,8 %. Henkilöstön määrä on noin 330. YIT Teollisuuden toimitusjohtajana toimii insinööri eMBA Erkki Huusko ja BMS:n vastaavana Risto Leisti. (YIT 2009)

3. YLEISTÄ TIETOA RIKKIVEDYSTÄ

Rikkivety eli vetysulfidi (H_2S) on väritön, ilmaa raskaampi kaasu ja se haisee voimakkaasti mädäntyneelle kananmunalle. Rikkivety on pelkistin, joten se reagoi hapettavien aineiden kanssa kiivaasti ja syövyttää metalleja, jolloin syntyy metallisulfideja. Vesiliuoksessa rikkivety reagoi happamasti. Rikkivetyvuoto voi aiheuttaa ulkotiloissa syttymisvaaran ja sisätiloissa räjähdysvaaran. Aineen kanssa on oltava varovainen, sillä ilman kanssa sekoituttuaan se voi syttyä mistä tahansa syttymislähteestä. Voimakkaiden hapettimien ja metallioksidien kanssa rikkivety voi syttyä itsestään. Kuumissa olosuhteissa rikkivety hajoaa vedyksi ja rikiksi, palamis- ja hajoamistuotteena muodostuu lisäksi myrkyllistä rikkidioksidia. (Työterveyslaitos 2009)

Rikkivetyä vapautuu, kun natriumsulfidia sisältäviä liuoksia sekoituu happoihin. Natriumsulfidia käyttäviä teollisuudenaloja ovat esimerkiksi nahkateollisuus, raakaöljyn jalostus ja sulfaattiselluloosan keitto. Sulfaattiselluloosan keittoliuos eli valkolipeä sisältää natriumhydroksidia ja natriumsulfidia. Keitossa syntyvät haihtuvat rikkiyhdisteet ovat pääosin rikkivetyä, metyylimerkaptania, dimetyylisulfidia ja metyyliisulfidia. Rikkivetyä voi esiintyä koko tehdasalueella, mutta erityisiä vaarakohteita ovat keittämö, mustalipeän haihduttamo, kaustistamo, hajukaasujen käsittelylaitos ja jätevesien puhdistuslaitos. Rikkivety saattaa levitä viemäreitä ja kanaaleja pitkin laajoille alueille. Seisokkien aikana massasäiliöissä voi kehittyä normaaliin verrattuna moninkertainen määrä rikkivetyä. Rikkivetyä voi muodostua orgaanisesta aineesta anaerobisissa oloissa, jos pH ja lämpötila ovat sopivat. Siten bakteerit voivat muodostaa rikkivetyä jätevesilaitosten ja lietelantaloiden massasäiliöissä. (Työterveyslaitos 2009)

Rikkivedyn ja monen muun aineen määrä ilmoitetaan yleensä yksiköllä ppm joka on lyhenne englannin kielen sanoista parts per million. Se siis tarkoittaa miljoonasosaa eli $1 \text{ ppm} = 0.001 \text{ ‰} = 0.0001 \text{ ‰}$. Käytännössä 1 ppm vastaa yhtä milligrammaa ainetta kilogrammassa tai litrassa seosta. Ilman kemikaalipitoisuuksiin liittyy usein HTP-arvo. HTP tulee sanoista haitalliseksi tunnettu pitoisuus. Tällä arvolla ilmaistaan, mikä on pienin ilman kemikaalipitoisuus, jonka sosiaali- ja terveysministeriö arvioi voivan aiheuttavan haittaa tai vaaraa työntekijän terveydelle. Rikkivedyn HTP_{8h} -arvo on 5 ppm ja HTP_{15min} -arvo 10 ppm. Räjähdytys- ja louhintatyössä vastaavat arvot ovat 10 ja 15 ppm. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009.)

Rikkivety on vaarallinen soluhengitysmyrkky, joka ärsyttää jo pienissä pitoisuuksissa limakalvoja ja hengitysteitä. Ärsytys kohdistuu etenkin silmiin aiheuttaen side- ja sarveiskalvon punoitusta ja tulehdusta. Erityisen tärkeää on muistaa, että lähestyttäessä 100 ppm:n lukemia rikkivetyä ei yleensä enää haista. Vaara ei siis välttämättä ole ohi, vaikka nenässä ei enää hajua tuntuisikaan, pitoisuus on vaan voinut kasvaa. (Työterveyslaitos 2009). Seuraavalla sivulla on taulukko (1) erisuuruuksista rikkivetypitoisuuksista ja niiden aiheuttamista oireista. (Työterveyslaitos 2009)

TAULUKKO 1 Rikkivedyn aiheuttamat oireet eri pitoisuuksissa. (Työterveyslaitos 2009)

PITOISUUS (ppm)	OIREET
10 - 20	Silmien ärsytysoireet alkavat
50 - 100	Hengenahdistus, silmien polttava kipu, nenävuoto ja yskä
100 - 150	Hajuaistin lamaantuminen
100 - 500	Heikkous, huimaus, pahoinvointi, päänsärky ja sekavuus
yli 300	Keuhkopöhön mahdollisuus
500 - 1000	5 minuutissa vakavat hermostolliset oireet ja tajuttomuus, hengityksen lamaantuminen ja kuolema puolessa tunnissa
yli 1000	Välitön hengityksen lamaantuminen ja kuolema

Rikkivedyn yleisyys teollisuudessa ja sen aiheuttamat oireet ovat erittäin vakavasti otettava asia. Kun otetaan vielä huomioon, että suurempien pitoisuuksien tunnistaminen ihmisenellä on mahdotonta, voidaan varmuudella todeta rikkivedyn aiheuttavan suuren työturvallisuusriskin. Sen takia ollaan tilanteessa, jossa on käytännössä pakko asentaa mittausrakenteita alueille, joissa rikkivetyä esiintyy ympäristön normaalipitoisuuksia suurempia määriä.

4. HONEYWELL SERIES 3000 XPIS -KAASULÄHETIN

Ennen opinnäytetyön alkua Botnian Äänekosken sellutehtaan rikkivetymittauspisteisiin hyvin soveltuvaksi kaasulähettimeksi oli valittu Honeywellin 3000-sarjan XPIS-kaasulähetin. Se on luokiteltu räjähdysvaarallisiin tiloihin sopivaksi ja sillä pystytään tunnistamaan myrky- tai happikaasuja. Lisäksi laite on helppo asentaa ja huoltaa.

Kaasulähtimen runko on tehty maalatusta alumiinista ja anturiosa ruostumattomasta teräksestä. Laitteen kannessa on lasi-ikkuna, jonka taakse on sijoitettu kolme magneettista käyttöliittymäkytkintä. Niitä voidaan ohjata lähtimen mukana tulevalla magneettisauvalla. Tämän säätötavan avulla lähtimelle voidaan suorittaa kalibrointi ja sen asetuksia muuttaa ilman laitteen kannen avaamista. LCD-näytössä näkyvät numeerinen ja kuvallinen tieto, esimerkiksi kaasun tyyppi ja konsentraatio sekä lähtimen tila. Lähetin on suunniteltu niin, että anturiosa voidaan vaihtaa ilman virran katkaisua (hot swap). Lähtimen ulostulovirta on teollisuuden standardien mukainen 4 - 20 mA kaksijohdinkytkennällä.

Lähtimen kansi voidaan ruuvata irti näyttömoduulin poistamiseksi. Näyttöosan alapuolella on päätömoduuli ja IS-suoja, jossa kaikki sähköiset kytkennät ovat. Kaapeli tuodaan lähtimen koteloon oikealla puolella olevalla 3/4"NPT-läpiviennillä, johon voidaan liittää M20-sovite.

Smart-anturi kytketään lähettimen pohjaan ja kiinnitys varmistetaan anturikiinnikkeellä. Anturiosan päähän kierretään muovinen suojuus, joka estää lian ja roiskeiden osumisen kennoon. Kaasulähetin voidaan kiinnittää joko seinään tai putkeen laitteen mukana tulevalla jalustalla. (Honeywell 2008.)

Kaikki Botnian Äänekosken tehtaan lähettimet oli kytketty siten, että lähettimen signaalikaapeli oli kiinni tehdassalin jakokotelon riviliittimissä. Näiden riviliittimien kautta kytkentä kulki laitehuoneen riviliittimiin ja edelleen niiden kautta tehtaan MetsoDNA-automaatiojärjestelmän kortteihin. Automaatiojärjestelmän valvomoruuduissa kaasulähettimien mittaamat pitoisuudet esitettiin lukuarvoina ilman graafisia objekteja.

Honeywellin uusilla kaasulähettimillä korvattiin tehtaalla olleet vanhat Sieger Series 2000-lähettimet. Kuvissa 1. ja 2. nähdään molemmat lähettimet. Tämän raportin liitteenä ovat tarkemmat tekniset tiedot Honeywellin lähetimestä.



KUVA 1 Vanha Sieger 2000- kaasulähetin vasemmalla ja uusi Honeywell 3000 XPIS-lähetin oikealla. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 2 Honeywell 3000 XPIS- lähetin osissa. (Honeywell 2007.)

4.1 Kaasulähttimen anturi ja sen toiminta

Honeywellin XPIS 3000-sarjan lähttimissä anturi on kaksiosainen. Toinen osaa sisältää elektroniikan ja toinen kennon. Surecell-kenno on mittausperiaatteeltaan elektrokemiallinen ja sisältää kolme elektrodia. Se on kooltaan parin senttimetrin pituinen pyöreä sylinteri. Halkaisijan koko on puolentoista senttimetrin luokkaa. Toisessa päässä on kalvo, josta kaasu pääsee sisään. Toiselle puolelle on sijoitettu pinnit, joilla laite kytketään lähttimeen. Kenno on suojattu ruostumattomasta teräksestä tehdyillä irrotettavilla holkeilla, joilla se myös kiinnitetään lähttimeen.

Kaasulähttimien elektrokemiallisista kennoista on olemassa monenlaisia toteutuksia, mutta useimmiten ominaisuudet ja periaatteet ovat samat. Kennossa on aktiivisia elektrodeja, jotka on upotettu elektrolyyttiin, useimmiten konsentroituu vesipohjaiseen happoon tai suolaliuokseen, jonka avulla ionit kulkevat tehokkaasti mittaus- ja vertailuelektrodien välillä. Kolmielektrodikennossa on myös lisäelektrodi.

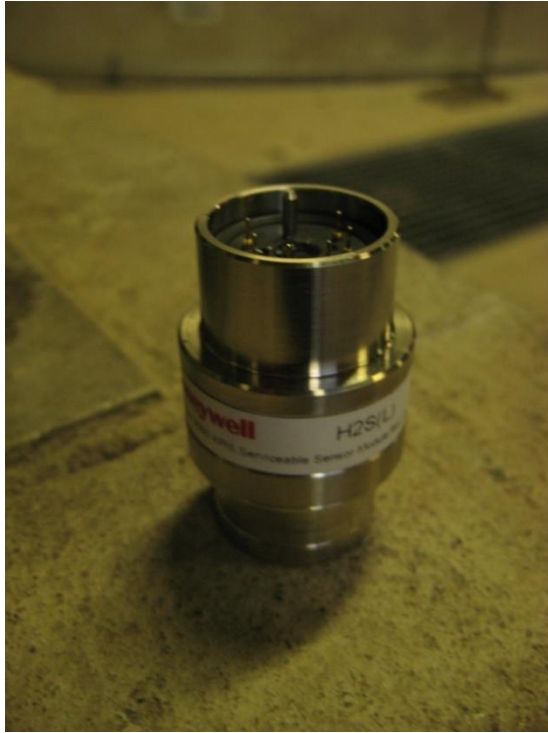
Kaasu tulee sisään kennoon nestettä läpäisemättömän kalvon läpi. Riippuen kennosta, mitattava kaasu joko hapetetaan tai pelkistetään mittauselektrodin päällä. Tämä reaktio muuttaa mittauselektrodin potentiaalia eli jännitettä elektrodien välillä. Näin alkaa kulkea virta joka on verrannollinen mitattavan kaasun pitoisuuteen. Kahdella elektrodilla ei kuitenkaan saada aikaan parhaita mahdollisia mittaustuloksia, koska vertailuelektrodin potentiaalitaso heilahtelee virrankulun aikana, mikä taas vaikuttaa virran määrään. Siksi käytetään kolmielektrodikenoja, joissa lisäelektrodin kautta kulkee virta ja vertailuelektrodi toimii nimensä mukaisesti vain vertailupotentiaalina. Lisäelektrodi voi olla melkein mitä tahansa ainetta, joka on johtavaa eikä reagoi elektrolyytin kanssa. (Honeywell Gas Book 2007)

Kaikki elektrokemialliset kennot tarvitsevat toimiakseen pienen määrän happea, joten joissakin olosuhteissa tämän mittaustavan käyttäminen ei ole mahdollista pitkällä aikavälillä. Vaikka elektrolyytti sisältää pienen määrän liuennutta happea, joka mahdollistaa lyhytkestoisen kaasun tunnistuksen, on suositeltavaa, että kalibroitikaasut sisältäisivät pääosana tai laimenteen happea. (Honeywell Gas Book 2007)

Tarkkuus tiettyä kaasua varten saavutetaan joko elektrokemiallisten osien optimoinnilla eli esimerkiksi katalyytin ja elektrolyytin oikealla valinnalla tai sijoittamalla kennoon suodattimia. Ne voivat esimerkiksi imeä vain tiettyjä kaasumolekyylejä tai reagoida kemiallisesti niiden kanssa, jolloin saavutetaan tarkempia mittaustuloksia kohdekaasun kanssa. (Honeywell Gas Book 2007)

Vesipohjaisten elektrolyyttien käyttö elektrokemiallisissa kennoissa aiheuttaa sen, että ne ovat herkkiä ympäristön lämpötilalle ja kosteudelle. Tätä vaikutusta on pyritty minimoimaan sisällyttämällä kennoon kaksi elektrolyyttivarantoa. Toinen on koko ajan käytössä mittauksessa ja toisella kompensoidaan elektrolyytin konsentraation muutoksia ympäristöissä, joissa kosteus ja lämpötila ovat korkeita tai matalia. Kompensointi tapahtuu siirtämällä elektrolyyttiä käyttösäiliöstä varastoon, kun lämpötila sekä ilman kosteus laskevat ja päinvastoin. (Honeywell Gas Book 2007)

Elektrokemiallisen kennon käyttöikä vaihtelee käyttökohteen ympäristön ja kaasun pitoisuuden mukaan. Keskimäärin kennoille luvataan vähintään seuraavia käyttöikä: ammoniakkia mittaavat 12 kuukautta, klooria ja klooridioksidia mittaavat 18 kuukautta sekä happea ja muita myrkkyykaasuja mittaavat 24 kuukautta. Rikkivetyä mittaavan kennon käyttöikä on 24 kuukautta. (Honeywell Gas Book 2007) Kuvissa 3 ja 4 anturi on kasattuna ja purettuna.



KUVA 3 Kaasulähttimen anturi. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 4 Anturi osissa, kenno oikealla. (Juha Pölkki 2010.)

5. TYÖN KULKU

5.1 Tutkimukset

Botnian Äänekosken tehtaalle oli asennettu yhteensä 27 rikkivety-, klooridioksidi- ja tärpähti-ilmaisinta. Niistä neljätoista sijaitsi talteenotossa, kymmenen massatehtaalla ja kolme kuorimolla. Ilmaisimet oli sijoitettu alueille, joissa esiintyy suuria kaasupitoisuuksia. Työssä keskityttiin rikkivetylähettämiin, joita oli 19 kappaletta ja kahdeksan niistä vanhanmallisia, jotka vaihdettiin uusiin. Yleensä lähettimillä mitattiin kanaaleista tulevaa rikkivetykaasua. Tekstissä mainitaan, jos lähettimellä oli tarkoitus mitata myös muualta tulevaa rikkivetyä.

Asennuspaikkoja lähemmin tarkastellessa huomattiin, että lähettimien sijoittelussa olisi parantamisen varaa. Esimerkiksi jotkut ilmaisimet olivat liian korkealla eli ylempänä kuin normaali työskentelykorkeus kyseisessä paikassa. Ilmaa raskaamman rikkivedyn tapauksessa tämä tarkoittaa sitä, että ilman kanssa sekoituttuaan kaasu kohoaa ylöspäin ja osuu ensimmäisenä työntekijän hengitysteihin ja vasta sitten kaasulähettimen kennoon. Asian pitäisi olla juuri päinvastoin. Parannusmahdollisuuksia etsittiin ilmaisimien paikkoja silmämääräisesti arvioimalla ja ilmavirtojen kulkua tutkimalla. Ilmavirtauksia tutkittaessa käytettiin savukonetta, josta on tietoa seuraavassa luvussa.

Kaasuilmaisimen havaitessa tarpeeksi suuren pitoisuuden vaarallista kaasua järjestelmään kytketyt ja mittauspisteiden lähelle asennetut hälytysvalot syttyvät. Niinpä oli oleellista, että samalla, kun tarkasteltiin kaasuilmaisimien sijoitusta ja toimivuutta, tehtiin sama myös hälytysvaloille. Alla kuva (5) hälytysvalosta, jota käytettiin mittauspisteissä.



KUVA 5 Rikkivetymittauspisteiden hälytysvalo ja varoituskyltti. (Juha Pölkki 2010.)

5.1.1 Jem ZR-12 -savukone

Ilmavirtauksien havainnollistamiseen käytettiin Jem ZR-12 -merkkisen savukoneen tuottamaa savua. Koneeseen syötetään nestettä, joka on valmistettu elintarvikehyväksytyistä glykoleista, kuten esimerkiksi monopropyleeniglykolia, jotka on puhdistettu osmoosilla ja ultraviolettisuodatuksella. Nestettä on laimennettu vedellä. Savukone lämmittää itsensä päälle kytkemisen jälkeen ja alkaa sitten höyrystää kaasua. Nappia painettaessa kone alkaa puhaltaa savua. Ulostulevan savun määrää ja tiheyttä pystytään säätämään laitteen päällä olevista potentiometreistä. Laitteen tuottama savu on ihmiselle vaaratonta, mutta joissakin tilanteissa vahvasti allergiset ihmiset voivat saada lieviä oireita. Vastaavanlaista savua käytetään esimerkiksi musiikkiesityksissä ja yökerhoissa. Ohessa kuva (6) savukoneesta.



KUVA 6 *Jem ZR12-AL- savukone. (Juha Pölkki 2010.)*

5.2 Toimenpiteet

Tutkimusten jälkeen päätettiin toimenpiteet, joita jokaiseen mittauspisteeseen oli syytä tehdä. Kun rikkivetylähettä jouduttiin käsittelemään, otettiin yhteyttä valvomoon ja ilmoitettiin, että näyttöön tulee todennäköisesti vikailmoituksia. Näin vältettiin aiheuttamat hälytykset. Ilmoituksen jälkeen kaasulähtimelle menevät johtimet irrotettiin jakokotelosta ja sitten itse laitteesta. Seuraavaksi suoritettiin mittauspisteeseen suunnitellut toimenpiteet. Esimerkiksi lähtimen siirrossa tehtiin uusi kiinnityskohta lähtimelle, asennettiin kaapelille suojaputkia ja vedettiin kaapeli jos vanha ei riittänyt. Jos mittauspisteeseen oli tarkoitus vaihtaa vain uusi lähtin ja asennuspaikka oli sopiva, usein riitti uusien kiinnitysreikien tekeminen. Vanha kaapeli toimi uudessakin laitteessa.

Kaasulähetintä siirrettiin, jos sen katsottiin parantavan mittaustuloksia. Itse mittauspiste siis pysyi samana, vain lähettimen paikkaa hienosäädettiin esimerkiksi laskemalla sitä metri alaspäin. Tekstissä mainitaan alkuperäinen paikka ja kerrotaan, jos siirto tehtiin.

Kaikki uudet rikkivetylähettimet kalibroitiin ennen asennusta paikoilleen tehdassaliin. Kalibroinnissa nollapitoisuutena oli huoneilma ja kalibrointi-kaasuna pitoisuudeltaan 20 ppm:n rikkivety, jota syötettiin kaasupullosta suoraan lähettimen anturiin. Lähettimien varsinainen mittausalue asetettiin välille 0 – 50 ppm. Hälytysrajaksi automaatiojärjestelmään määriteltiin 10 ppm eli lähettimen mitatessa ylittävän pitoisuuden hälytys lähtee päälle.

6. TYÖSELOSTUKSET MITTAUSPISTEITTÄIN

Seuraavissa luvuissa käsitellään jokaisen rikkivetymittauspisteen kohdalla tehdyt tutkimukset ja toimenpiteet. Otsikossa mainitaan rikkivetylähettimen positiotunnus ja asennuspaikka. Positiotunnuksen kaksi ensimmäistä numeroa viittaavat tehdasalueeseen. Kirjaimet Q ja I kertovat, että kyseessä on laatumittaus. Kirjaimet tulevat sanoista quality ja indicate. Tässä tapauksessa laadulla tarkoitetaan kaasupitoisuutta. Seuraava numero on laitekohtainen tunnus, joka löytyy jokaiselta tehtaalla toimilaitteelta.

6.1 Talteenoton ilmaisimet

Talteenoton lähettimistä pari oli jo ehditty vaihtaa uusiin malleihin ennen työn alkua, mutta asennuspaikoissa oli korjaamisen varaa. Muut lähettimet olivat vanhoja. Työn aikana kartoitetuista kehitysideoista yksi oli rikkivetymittauspisteen lisääminen lipeälinjan varoventtiilin viereen, josta aina silloin tällöin oli havaittu kaasupitoisuuksia. Asia katsottiin sen verran tärkeäksi työturvallisuuden kannalta, että uusi mittauspiste lisättiin jo tämän työn aikana.

ECO-säiliöiden rikkivetylähettimet olivat työn kannalta ongelmakohta, sillä savutestien ja pohdinnan jälkeen päädyttiin siihen tulokseen, että lähettimiä pitäisi saada lähemmäksi säiliöiden luokkuja. Niistä on mahdollista päästä ilmaan rikkivetyä. Ongelmana oli se, että säiliöiden pesun aikana lähemmäksi asennetut lähettimet olisivat tiellä, kun luokkuja avattaisiin tai säiliöiden kansia nostettaisiin. Oli siis keksittävä jokin siirrettävä ratkaisu. Asiasta sovittiin niin, että opinnäytetyöraporttiin tehtäisiin ratkaisuehdotus ja lähettimet jäisivät toistaiseksi paikalleen. Tästä aiheesta on lisää pohdintaa seuraavassa luvussa.

6.1.1 41QI-4058 Haihduttamon näytteenottoaika

Ilmaisimen alapuolelta testisavu nousi suoraan anturille. Kanaalin kohdalta puhallettu savu kulkeutui kiertopumpun aiheuttaman ilmavirran mukana kohti takaseinää. Rikkivetylähetin oli asennettu vieressä olevan näytteenottopisteen takia. Myös kanaali oli mahdollinen rikkivetylähde. Tämän lähettimen osalta päätettiin, että paikka on hyvä, mutta asennuskorkeutta voisi madaltaa. Niinpä lähetintä siirrettiin noin puoli metriä alaspäin. Vanha kaapeli riitti tähän tarkoitukseen hyvin. Sen suojaksi asennettiin lisäpätke happoteräsputkea. Hälytysvalo oli hyvin näkyvillä heti näytteenottopisteen yläpuolella. Alla kuva (7) mittauspisteestä.



KUVA 7 Vasemmalla rikkivetylähetin, edessä kanaali ja oikealla näytteenottopiste. (Juha Pölkki 2010.)

6.1.2 41QI-4059 Tyhjiöpumppuhuone

Testisavulla katsottuna haihduttamon puolelta, tiiliseinän aukosta ja kanaalista puhalsi ilmavirtaus. Siitä johtuen testisavu ei kulkeutunut aukon yläpuolelle asennettuun ilmaisimeen. Asennuspaikka oli siis liian korkealla ja lähetin vanhaa mallia eli se oli vaihdettava uuteen. Hälytysvaloja oli kaksi hyvin sijoitettuina: huoneessa ja sen ulkopuolella oven yläpuolella. Molemmat olivat näkyvällä paikalla. Tässä tapauksessa päädyttiin ratkaisuun, jossa uusi ilmaisin siirrettiäisiin keskemälle huonetta ja alemmas. Sopiva sijoituspaikka löytyi lähellä olevan moottoripedin kyljestä. Seuraavana kuvat (8,9) työkohteesta.



KUVA 8 *Vanha lähetin vanhalla paikalla. Kuvan alapuolella aukko, josta ilmavirta puhalsi. (Juha Pölkki 2010.)*



KUVA 9 *Uusi lähetin uudella paikalla. Vasemmalla moottoripeti ja lähetin, alapuolella aukko seinässä ja kanaali. (Juha Pölkki 2010.)*

Betoniseen moottoripetiin porattiin reiät ja laitettiin proput. Niihin ruuvattiin kaasulähttimen teline ja siihen edelleen itse lähetin. Propuilla kiinnitettiin myös putkikannakkeet moottoripedin kylkeen. Niihin asennettiin suojaputki kaapelia varten.

Seuraavaksi selvitettiin, mistä jakokotelosta vanhaan lähettimeen oli vedetty kaapelit. Kotelon löydyttyä mitattiin matka uuden lähttimen asennuspaikkaan. Kaksiparista Nomak-kaapelia vedettiin noin parikymmentä metriä kaapelihyllyä ja uutta suojaputkea pitkin kaasuilmaisimelle. Seuraavaksi tehtiin kytkennät jakokotelolla ja lähettimellä.

6.1.3 41QI-41064 Esihahduttamo

Ilmaisimien oli sopivalla paikalla ja korkeudella näytteenottoaika, lasku-putkien yläpuolella. Testisavulla katsottuna ilmavirta nousi suoraan kanaalista ilmaisimeen ilmastoinnin vaikutuksesta. Ilmaisimien oli Siegermerkkiset eli vanha malli, joka vaihdettiin uuteen. Testitilanteessa Tubel-hahduttimet oli pois päältä, samoin lauhteenpoisto- ja lipeäpumpit. Hälytysvalo oli sijoitettu näkyvälle paikalle huoneen seinään. Tarkastelujen perusteella riittävä toimenpide tässä kohteessa oli vaihtaa kaasulähtimet uuteen malliin. Asennus sujui helposti, kun käytettiin vanhan ilmaisimen telinettä. Uusi lähtimet pultattiin paikalleen ja kytkettiin johdot. Alapuolella on kuva (10) mittauspisteestä.



KUVA 10 Vanha lähtimet telinessä odottamassa vaihtoa. (Juha Pölkki, 2010.)

6.1.4 45QI-45002 Vedenkäsittely, sarjojen väli

Ilmaisimien sijoituspaikka oli savutestein katsottuna hyvä. Tilassa oli hyvin vähän ilmavirtausta, joten savu jäi suurimmaksi osaksi leijumaan paikalleen. Ennenpitkää se kuitenkin nousi lähtimien anturille, joka oli noin metrin korkeudessa. Rikkivetylähtimien kytketyt hälytysvalot olivat näkyvällä paikalla. Katsottiin, että tässä mittauspisteessä ei ollut tarvetta toimenpiteille.

6.1.5 46QI-4644 Hapon valmistussuppilo

Tilassa oli kaksi pilaria, jotka olivat noin kuuden metrin päässä toisistaan. Toisen vieressä oli suppilo ja toiseen oli asennettu jo valmiiksi uusittu Honeywellin kaasulähtimet. Suppilo oli mahdollinen rikkivetylähteen. Testisavua päästettiin ilmaan suppilon vierestä ja se jäi leijumaan pilarin ympärille. Tässä tapauksessa päätettiin siirtää lähtimet haponvalmistussuppilon vieressä olevaan pilariin. Sitä varten piti vetää uusi kaapeli. Kaapelin veto oli tähän mennessä hankalin, sillä matkaa oli muutama kymmentä metriä

ja kaapelia piti kuljettaa alemman kerroksen katonrajassa, kuuden metrin korkeudessa olevaa hyllyä pitkin ja tuoda sitten lattian läpi mittauspisteelle. Henkilönostimen avulla urakka sujui kuitenkin joutuisasti.

Kaapelinvedon jälkeen kiinnitettiin happoteräsuojaputkea, jota pitkin kaapeli kulki hyllyltä katon läpi lähettimelle. Itse rikkivetylähetin kiinnitettiin pilariin normaaliin tapaan eli porattiin reiät, asetettiin proput ja ruuvattiin kiinni. Hälytysvalo oli hyvällä paikalla siinä pilarissa, jossa lähetin oli ensin ollut. Varmuuden vuoksi päätettiin kuitenkin laittaa uuden asennuspaikan yläpuolelle toinen valo, jotta hälytys varmasti näkyisi joka puolelle tehdastilaa. Uutta valoa varten vedettiin puolitoistakertaista MMJ:tä, joka kiinnitettiin ruuvi kiinnikkeillä seinään. Pilariin, jossa vanhempi valo oli, kiinnitettiin jakorasia. Molempien valojen kaapelit kytkettiin rinnan liesiliittimillä jakorasiaan. Alla kuva (11) lähettimen vanhasta ja uudesta asennuspaikasta.



KUVA 11 Lähetin uudella paikallaan suppilon takana (kuvassa keskellä putken takana). Vasemmalla pilari jossa alkuperäinen paikka oli (vanha paikka merkitty sinisellä ympyrällä). Etualalla vasemmalla uusi hälytysvalo. (Juha Pölkki 2010.)

6.1.6 46QI-46052 ECO1

Testisavu nousi luukkujen kohdalta ylöspäin ja leijaili enimmäkseen paikallaan, koska tilassa oli hyvin vähäinen ilmavirtaus. Rikkivetylähetin oli sijoitettu säiliötilan nurkkaan reilun puolentoista metrin korkeudelle ritilätasoon nähden. Lähimpään rikkivetylähteeseen eli säiliönluokkuun oli matkaa muutama metri. Tästä ja kahdesta seuraavasta mittauspisteestä on pohdintaa seuraavassa luvussa.

6.1.7 46QI1-4649 ECO2

Testisavu kulkeutui luukkujen kohdalta kohti säiliön reunaa ja kulkeutui sitten ilmavirran mukana ritilätason läpi kohti alakertaa. Vain pieni osa testisavusta osui rikkivetylähettimeen joka oli sijoitettu porrasaskelmien taakse säiliötason nurkkaan. Lähettimeen liitetty hälytysvalo oli sijoitettu näkyvälle paikalle. Samaan valoon oli liitetty myös kolmannen ECO-säiliön rikkivetylähettimen hälytysvalo.

6.1.8 46QI2-4649 ECO3

Kuten kahta aiempaa mittauspistettä tutkittaessa, tässäkin testisavua päätettiin ilmaan ECO-säiliön luukkujen kohdalta. Savu kulki ensin säiliön pintaa myöten jonka jälkeen se ilmastoinnin vaikutuksesta ajautui ritilätason läpi. Rikkivetylähetin oli sijoitettu seinän vieressä olevaan pilariin säiliön korkeudelle. Hälytysvalo oli näkyvällä paikalla ja yhteinen ECO2-säiliön rikkivetylähettimen kanssa. Seuraavana on kuva (12) säiliöstä ja lähettimestä.



KUVA 12 ECO-säiliöt 2 ja 3. Vasemmalla rikkivetylähetin. (Juha Pölkki 2010.)

6.1.9 46QI-4660 Pesuhapposäiliö

Tässä mittauspisteessä testisavu nousi lähettimelle kanaalista ja putkien välistä. Lähempänä hätäsuihkua ilmastointi puhalsi savua voimakkaasti alkalianalyssaattorille päin eli ilmaisimesta poispäin. Lähettimen alapuolella kanaalissa oli laskuputkia, joista oli todennäköisintä tulla rikkivetyä. Niinpä lähetintä, joka oli jo uudempaa mallia, päätettiin ainoastaan siirtää alaspäin puoli metriä lähemmäksi mahdollista kaasulähdettä.

Betonipilariin porattiin uudet reiät ja lähetin kiinnitettiin propuilla ja ruuveilla. Kaapelille tehtiin uusi suojaputki metrin mittaisesta happoteräsputkesta, joka taivutettiin kulkemaan pilarin lähettimen puoleiselta sivulta toiselle, jossa jakokotelo oli. Hälytysvalo oli asennettu korkealle pilariin, josta se näkyi hyvin joka suuntaan. Alla kuva (13) kohteesta.



KUVA 13 Pesuhapposäiliön vieressä olevan lähettimen alkuperäinen paikka. Vieressä putket, jotka laskivat kanaaliin. Lähetintä siirrettiin reilu puoli metriä alaspäin kuvan ottamisen jälkeen. (Juha Pölkki, 2010.)

6.1.10 47QI-47019 Meesauuni, syöttöpää

Testisavua päästettiin kanaalin kohdalta, ilmaisimen edestä. Savu nousi ylöspäin ja kulkeutui hiljalleen kohti tilan keskiosaa. Ilmaisimelle sitä ei osunut. Prosessinhoitajien kertoman mukaan kanaaliin sijoitetusta laskuputkesta voi päästä ilmaan rikkivetyä. Näillä perusteilla katsottiin, että ilmaisimien oli liian korkealla ja liian kaukana kaasulähteestä. Ilmaisimien oli myös vanhaa mallia joten ne piti uusida. Seuraavaksi on kuva (14) lähettimen vanhasta paikasta.



KUVA 14 *Syöttöpään vanha lähetin yli puolentoista metrin korkeudessa. (Juha Pölkki 2010.)*

Uusi lähetin päätettiin asentaa puolen metrin korkeudelle kanaalin ja las-kuputken pään yläpuolelle. Sopiva kiinnityskohta löytyi vieressä olevasta pystyyn asennetusta kaapelihyllystä. Siihen porattiin reiät, joihin kaasulä-hetin kiinnitettiin pienillä pulteilla. Vanhan lähettimen kaapeli riitti pituu-deltaan uuteen asennukseen. Kaasumittauksen hälytysvalo oli sijoitettu syöttöpäätilan keskellä olevaan pilariin hyvin näkyville, joten senkään suhteen ei tarvittu toimenpiteitä. Alla on kuva (15) uudesta lähettimestä.



KUVA 15 *Uusi lähetin asennettuna paremmalle paikalle. Vanha lähetin oli kiinni va-semmalla olevassa pilarissa. (Juha Pölkki 2010.)*

6.1.11 47QI-4704 Meesauni, polttopää

Testisavua päästettiin kanaalin kohdalta ilmaisimen edestä. Savu nousi ylöspäin ja kulkeutui hiljalleen kohti tilan keskiosaa putkistoon päin. Ilmaisimelle sitä ei kulkeutunut. Prosessinhoitajien mukaan rikkivetyä voi päästä ilmaan putkistoista. Kaasulähetin oli vanhaa mallia, joten se oli uusittava. Uusi lähetin päätettiin asentaa putkistojen viereen prosessitilan seinällä vajaan metrin korkeudelle lattiasta.

Vanhan lähettimen kaapeli oli pituudeltaan riittävä tähän tarkoitukseen, joten uuden kaapelin vedolle ei ollut tarvetta. Kaapelin suojaksi piti kuitenkin kiinnittää seinään muutaman metrin pituinen happoteräsputki. Sitä pitkin kaapeli tuotiin hyllyltä lähettimelle. Uusi lähetin kiinnitettiin putkistoon nähden keskelle reilun metrin korkeudelle seinään. Kiinnitys tehtiin propuilla ja ruuveilla. Hälytysvalo oli hyvin näkyvillä polttopäätilan ulkopuolella oven yläpuolella. Samoin itse tilassa ollut valo näkyi hyvin. Alla kuva (16) mittauspisteestä.



KUVA 16 Uusi lähetin asennettuna putkiston keskelle. (Juha Pölkki, 2010.)

6.1.12 48QI-48032 Mäntyljyhuone

Lähetin oli savutestin perusteella oikealla paikalla ja sopivalla korkeudella. Savu kierteli tilassa niin, että sitä kulkeutui paljon lähettimen anturiin. Rikkivetylähetin oli vanhaa mallia, joten se oli korvattava uudella. Uusi päätettiin asentaa samaan happoteräksestä tehtyyn telineeseen, jossa vanha oli ollut. Uuden lähettimen reikäjako ei kuitenkaan sopinut telineessä olleeseen, joten piti keksiä jokin yksinkertainen ratkaisu kiinnitykselle. Päädettiin tekemään ohuesta happoteräslevystä ylösalaisin olevan U:n muotoinen soviteosa. Sen ”sakaroihin” porattiin reiät vanhan telineen ja uuden lähettimen reikäjaolla. Tällä kappaleella saatiin helposti kiinnitettyä uusi kaasulähetin paikalleen pulteilla ja muttereilla. Seuraavaksi vain kytkettiin johdot lähettimeen. Järjestelmään kytketty hälytysvalo oli näkyvällä paikalla, joten sen suhteen ei ollut parannettavaa. Seuraavalla sivulla on kuva (17) asennuksesta.



KUVA 17 Uusi lähetin kiinnitettynä happoterästelinelä. (Juha Pölkki 2010.)

6.1.13 48QI-4829 Mäntyöljyhuone, oven vieressä

Testisavu nousi lattiatasosta ilmaisimelle, joka oli sijoitettu noin puolenmetrin korkeuteen. Ilmaisimella olisi reagoinut nopeammin lattialta ja kanaalista nousevaan kaasuun, jos sitä olisi laskettu alemmaksi. Vieressä oli kuitenkin astia, josta voi päästä prosessin aikana ilmaan rikkivetyä. Lisäksi samassa tilassa oli asennettuna edellisessä luvussa mainittu lähetin, joka mittasi lattiatasolla liikkuvaa kaasua. Tähän mittauspisteeseen liitetty hälytysvalo oli mäntyöljyhuoneen päätyseinässä näkyvällä paikalla. Nämä asiat huomioon ottaen päätettiin, että mittauspisteeseen ei ollut syytä tehdä muutoksia.

6.1.14 61QI-6178 Niemi

Vanhan mallinen ilmaisimella oli sijoitettu fosforihappoputken ja ureanannosteluruuvien viereen. Ruuvien alapuolelta ja ilmaisimen alapuolelta syötetty testisavu kulki pienissä määrin ilmaisimen kautta vieressä olevaa tulo-pumppua kohti. Näytti siltä, että lähetin laskeminen alaspäin auttaisi asiaa. Samaan tulokseen päädyttiin myös, kun asiasta keskusteltiin työntekijöiden kanssa. Kaasulähetin vaihdettiin siis uuteen malliin ja asennettiin vanhan lähetin paikkaan nähden noin metri alaspäin. Vanha signaali-kaapeli riitti pituudeltaan hyvin. Sitä varten tehtiin puolitoistametrinen suojaputki happoteräksestä, jota pitkin kaapeli kuljetettiin hyllyltä lähettimelle. Hälytysvalo oli asennettu näkyvälle paikalle tilan seinään.

6.1.15 41QI-40123 PK:n lipeän varoventtiili (uusi)

Tämä mittauspiste oli uusi, joka tehtiin kehitysideoiden pohjalta. Kohteessa oli tuloputki, josta laskettiin käsiventtiiliä avaamalla nestettä kanaaliin. Tässä tilanteessa on mahdollista, että rikkivetykaasua muodostuu ja oletettavasti päätyy työntekijän hengitettäväksi sillä putken suu ja venttiili olivat lähellä toisiaan. Asiasta kysyttäessä alueella työskennelleet mainitsivat haistaneensa rikkivetyä. Alueen ilmapvirtaukset näyttivät testisavulla katsottuna vähäisiltä, joten mahdollinen rikkivetykaasu jäisi aluksi vain leijumaan paikalleen. Rikkivetylähetin päätettiin siis asentaa mahdollisimman lähelle varoventtiiliä ja putken päätä.

Lähellä kanaalia ja putken suuta on betonijalusta, jonka päälle oli rakennettu yläpuolista ritilätasoa kannatteleva teräspylväs. Pylvään yläosaan oli kiinnitetty kaapelihylly, joka ylettyi kymmenen metrin päässä olevalle jakokotelolle asti. Kotelosta löytyi vapaita riviliittimiä, joten se sopi tähän tarkoitukseen. Betonijalusta oli tarpeeksi lähellä kaasulähdettä ja sen luokse oli helppo vetää kaapeli, joten rikkivetylähetin päätettiin asentaa siihen. Myös lähettimen ohjaama hälytysvalo ajateltiin kiinnittää vieressä olevaan teräspylvääseen.

Aluksi varastosta haettiin neljän metrin pituinen pätkä happoteräsputkea, johon taivutettiin kaksi suorakulmaa, yksi taitos molempiin päihin jolloin putkesta tuli S:n muotoinen, jonka molemmat sakarat olivat noin neljänkymmenen senttimetrin mittaiset. Teräspylvääseen ammuttiin naulaimella kiinni c-kiskon paloja, joihin happoteräksestä tehty suojaputki kiinnitettiin pitkältä osaltaan niin, että putken taitetut päät ylettyivät kaapelihyllylle ja lähettimen asennuskohtaan. Kiinnitys tehtiin kaarikiinnikkeillä. Sitten porattiin betonijalustaan reiät propuille joihin kiinnitettiin ruuveilla kaasulähetin. Tämän jälkeen vedettiin kaksiparinen signaalikaapeli lähettimeltä jakokotelolle odottamaan kytkentää.

Seuraavaksi asennettiin hälytysvalo kolmen metrin korkeudelle. Sitä varten teräspylvääseen porattiin reiät, joihin tehtiin kierteet. Näin valo oli helppo ruuvata paikalleen. Sähköjohto vedettiin samasta jakokotelosta kuin lähettimenkin signaalikaapeli. Se tuotiin ensin kaapelihyllyä ja sitten vajaan metrin pituista teräsputkea pitkin hälytysvalolle. Seuraavalla sivulla on kuva (18) asennuksesta.



KUVA 18 Uusi mittauspiste. Pilariin asennettu hälytysvalo ja lähetin. Taustalla pilarin takana jakokotelo, johon laitteet kytkettiin. Kaapelihylly oli valoon nähden metrin korkeammalla ja se kulki pylväästä takaseinään ja sieltä edelleen jakokotelolle. Kuvaushetkellä tuloputken venttiili oli hieman auki ja kanaalista tuli höyryä – ja mahdollisesti myös rikkivetyä. Tuloputken pää oli kanaalissa metrin päässä lähettimestä. Vaaleiden luukkujen alla olivat venttiilit. (Juha Pölkki 2010.)

Kun kaasulähetin ja hälytysvalo olivat paikoillaan, siirryttiin tekemään kytkennät loppuun. Laitehuoneessa katsottiin mihin vapaaseen AI-korttipaikkaan jakokotelon riviliitinpaikat olisi hyvä johdottaa ja mistä hälytysvalon syöttö otettaisiin. Käytännössä tämä tarkoitti sellaisten paikkojen etsimistä, joissa johdotusväli oli mahdollisimman lyhyt. Samalla asennettiin hälytysvalon päälle kytkävä rele, jota automaatiojärjestelmä ohjasi rikkivetylähettimeltä saatujen mittaustietojen perusteella.

Kun johdotus oli valmis, tietokoneella määriteltiin uudelle kaasulähtelmelle ohjelma. Se onnistui kätevästi kopioimalla ja muuttamalla jo käytössä olevien lähettimien ohjelmaa. Tämä tarkoitti toisin sanoen sitä, että otettiin vanhemman lähettimen ohjelma ja muutettiin siihen uuden lähettimen osoitteet. Samalla kertaa valvomonäyttöön lisättiin lukuarvo, joka näyttää rikkivetylähettimeltä tulevan mittaustiedon.

Laitehuonetöiden jälkeen palattiin jakokotelolle viimeistelemään asennus kytkemällä hälytysvalo ja rikkivetylähetin riviliittimiin kiinni. Lähetin oli kalibroitu aikaisemmin verstaalla ja lähti hyvin toimimaan, mutta oli silti syytä tehdä testaus. Haettiin kaasupullo ja syötettiin pitoisuudeltaan 20 ppm:n rikkivetykaasua suoraan lähettimen anturiin. Lukemat pitivät paikansa ja lähettimen näyttäessä 10 ppm:ää hälytysvalo alkoi vilkkua. Kaikki onnistui siis niin kuin piti.

6.2 Massatehtaan ilmaisimet

Massatehtaan ja kuorimon osalta keskusteltiin näiden alueiden automaatiosta vastaavan esimiehen kanssa ja päädyttiin siihen tulokseen, että rikkivetylähettimien vaihto uusiin olisi riittävä toimenpide. Uusia sijoituspaikkoja ei siis ollut tarpeen katsoa. Massatehtaan puolella uusittavia lähettämiä oli kaksi kappaletta, samoin kuorimolla. Kuorimon puolen lähettimien kohdalla ehdittiin tehdä alustavia savutestejä.

6.2.1 17QI-23006 Nostoaukon luona, hissien vasemmalla puolella

Massatehtaan ensimmäinen vaihdettava lähetin sijaitsi massatehtaan alakerrassa. Tässä mittauspisteessä valkaisun ja keittämön kanaalit yhtyvät, jolloin oli mahdollisuus, että rikkivetyä muodostuu. Rikkivetylähetin oli asennettu betonisen moottoripedin kupeeseen kanaalin yläpuolelle, joten uuden lähettimen vaihtamiseksi porattiin reiät, laitettiin proput ja asennettiin lähetin kiinni ruuveilla. Koska paikka pysyi samana, ei ollut tarvetta vetää uutta kaapelia. Alla kuva (19) mittauspisteestä.



KUVA 19 *Massatehtaan ensimmäinen työkohde.*(Juha Pölkki 2010.)

6.2.2 21QI- 21063 Tärpätilippa

Lähetin oli sijoitettu tärpätilipalle tunnistamaan rikkivetyä lämmönvaihtimen vuototilanteissa. Vanha lähetin oli asennettu jakokotelon viereen seinälle tärpätilähttimen alapuolelle. Vanha irrotettiin ja uusi kiinnitettiin niin kuin aikaisemmatkin lähetimet eli ruuvattiin proppujen avulla seinään. Seuraavana kuva (20) kohteesta.



KUVA 20 Vasemmalla rikkivetylähetin, oikealla lämmönvaihdin. (Juha Pölkki 2010.)

6.3 Kuorimon ilmaisimet

6.3.1 16QI-1665 ESP-taso, pilari

ESP:t eli suotonauhapuristimet käsittelevät lietettä erottaen nesteen ja kiinteän aineen. Käsittelyn seurauksena voi muodostua rikkivetyä. Tässä paikassa testisavu levisi hiljalleen ympäristöön ja nousi samaan aikaan ylöspäin eri puolilta ESPejä syötettynä. Vähitellen savua osui myös kaasulähettimen anturiin. ESPien sähkötilan puoleisella sivulla olleet ilmastointikanavat aiheuttivat ilmavirtaa ESPien viereen. Itse rikkivetylähetin oli asennettu noin parin metrin korkeuteen ESPien väliseen pilariin. Valvomon alapuolella tehdyn lähetinasennuksen aikana huomattiin, että se toimi tositilanteessa. ESP-tasolle oli ilmaantunut rikkivetyä ja lähetin tunnisti sen hyvin aiheuttaen hälytyksen. Tämän mittauspisteen lähetin oli jo uutta Honeywellin mallia, joten vaihtoa ei tarvinnut tehdä. Hälytysvalo oli asennettu näkyvälle paikalle ESP-tason kulmaan. Alla kuva (21) mittauspisteestä.



KUVA 21 ESP:t ja kaasulähetin niiden keskellä. (Juha Pölkki 2010.)

6.3.2 16QI-1666 Kuorimon valvomon alla

Kuorimolla ensimmäinen vanha lähetin sijaitsi valvomoon kulkevien portaiden alla. Kanaalin kohdalta syötetty testisavu ajautui ilmavirran mukana trukkitallia kohti osuen matkallaan vain vähän lähettimen anturiin. Rikkivetylähettimen alta puhallettu savu nousi suoraan anturille.

Rikkivetylähetin oli seinässä kiinni propuilla joten tässäkin tapauksessa otettiin vanha irti ja porattiin uudet reiät, laitettiin proput ja ruuvattiin uuden lähettimen jalusta kiinni. Seuraavaksi lähetin laitettiin paikalleen ja kytkettiin vanhaa kaapelia käyttäen toimintaan.

6.3.3 16QI-1681 Välppä

Kuorimon vieressä sijaitsevassa välppäkopissa oli toinen vanhaa mallia oleva rikkivetylähetin. Koppi oli sisältä noin 30 neliometriä pinta-alaltaan ja huoneen keskiosassa oli aukko lattiassa, josta pääsi portaita pitkin alakerran pienempään huoneeseen. Lähetin oli asennettu tämän huoneen keskellä olevaan pystysuoraan kaapelihyllyyn. Lähetin oli kiinnitetty ohueen teräslevyyn, joka oli edelleen kiinnitetty kaapelihyllyyn. Uusi lähetin asennettiin samalla lailla. Porattiin uudet reiät ja kiinnitettiin lähetin pienillä pulteilla ja muttereilla.

Välppäkoppiin oli asennettu kaksi valoa, sisä- ja ulkopuolelle. Ulkopuolella oven yläpuolella oleva valo oli punainen eli tässä tapauksessa väärän värinen. Niinpä sen tilalle päätettiin vaihtaa keltainen. Jakokotelolta otettiin sulake pois päältä, varmistettiin jännitteettömyys valolle menevästä kaapelista, irrotettiin punainen valo ja asennettiin keltainen tilalle. Hälytysvalot olivat keskenään samanmallisia, värejä lukuun ottamatta, joten asennus oli helppoa. Alla kuva (22) lähettimestä.



KUVA 22 Välppäkopin rikkivetylähetin. (Juha Pölkki 2010.)

7. KEHITYSIDEAT

Tähän lukuun on summattu yhteen kehittämiskohteita, joita työn aikana nousi esiin. Rikkivetylähettimien syöttöjen johdotusta lukuun ottamatta ideoita ei toteutettu käytännössä, koska ei vielä tiedetty sopivaa toteutus-tapaa.

7.1 Rikkivetylähettimien syöttöjen uudelleenjohtotus

Tehtaan automaatiojärjestelmä oli vaihdettu vuoden 2008 puolella. Sen aikana suuri osa automaatiolaitteista jouduttiin irrottamaan ja taas kytke-mään uudelleen. Väärinymmärryksen takia osaan talteenotto puolen rikki-vetylähettimistä oli tehty väärä syöttökytkentä. Sekä vanhat Siegerin että uudet Honeywellin rikkivetylähettimet kytketään järjestelmään kaksijoh-dinkytkennällä järjestelmäkorttiin. Joidenkin lähettimien tapauksessa kyt-kentä oli tehty niin, että jännitesyöttö oli otettu erillisestä lähteestä, ei jär-jestelmäkortista. Kaasulähettimen toiminnan kannalta näillä kahdella eri kytkennällä ei ollut eroa, mutta selkeyden ja turhan tilanviennin takia kor-jaus oli suotavaa.

7.2 Talteenotto puolen alakerran käytävä

Prosessinhoitajien ja automaatioasentajien kanssa parannusehdotuksista keskustellessa esiin nousi alakerran käytävä, jossa ajoittain haisi rikkivety. Käytävää pitkin kulkevat päivittäin tehtaan omat ja ulkopuolisten yritysten työntekijät. Puolessa välissä sijaitsee hissi, joka sekin lisää osaltaan kul-kua. Käytävässä liikkuu siis paljon ihmisiä, joilla on mahdollista altistua rikkivedylle. Useimmiten rikkivedyn haju on tuntunut käytävän päissä.

Käytävä on pituudeltaan noin 70 metriä, leveydeltään 7 metriä ja sen suun-taisesti lattiassa kulkee lähes yhtä pitkä kanaali. Käytävän molemmista päistä on kulku ulos normaalin oven tai pressuoven kautta. Pressuovien ol-lessa auki käytävässä käy ilmavirtaus. Se kuljettaa oletettavasti rikkivety-kaasut ulkoilmaan, jolloin niistä ei ole suurempaa haittaa. Tilanne on toi-nen ovien ollessa kiinni. Silloin kaasu jää pyörimään sisätiloihin aiheutta-en mahdollisia vaaratilanteita. Käytävällä kuljettaessa ja asiaa tutkittaessa havaittiin, että rikkivety haisi eniten käytävän ja kanaalin päissä. Ehdotuk-sena olisikin, että käytävän molempiin päihin asennettaisiin rikkivetylähet-timet mittaamaan vaarallisia pitoisuuksia. Seuraavalla sivulla on kuva (23) käytävän eteläpäästä. Esimerkiksi tiiliseinään asennettu rikkivetylähetin voisi tunnistaa hyvin kanaalista tulevat kaasut.



KUVA 23 Alakerran käytävän eteläpää. (Juha Pölkki 2010.)

7.3 ECO-säiliöiden rikkivetylähettimet

ECO-säiliöissä suodatetaan valkolipeä kemikaaliseoksesta. Erityisesti säiliöiden pesun aikana on suuri mahdollisuus rikkivedyn muodostumiseen. Vieressä olevat lähettimet olisi siirrettävä lähemmäksi säiliöitä, jotta saataisiin aikaan paremmat mittaustulokset. Lähettimet eivät kuitenkaan saisi olla säiliöiden pesun ja luukkujen availun aikana tiellä. Ratkaisun pitäisi siis olla mahdollisimman vähän tilaa vievä ja liikuteltava.

Näiden kriteerien perusteella lähettämiä varten olisi hyvä rakentaa kokoon-taitettava teline esimerkiksi happoteräksestä. Se kiinnitettäisiin seinään ECO-säiliön viereen. Telineellä olisi auki taitettuna pituutta niin, että sen päähän kiinnitetty lähetin tulisi muutaman kymmenen senttimetrin päähän säiliön luukusta. Säiliöiden pesun ajaksi teline voitaisiin taittaa ilman työkaluja kasaan seinää vasten. Teline voisi olla metrin pituisista rautakehikko-osista kasattu. Metrin välein telineeseen olisi laitettu saranat, joiden avulla se voitaisiin taittaa kokoon. Lähettimen kaapeli kiinnitettäisiin niin, että se pysyisi mukana ja kiinni telineessä auki ja kiinni taittamisen ajan. Teline asennettaisiin niin korkealle, että se ei häittäisi kulkua säiliötasolla.

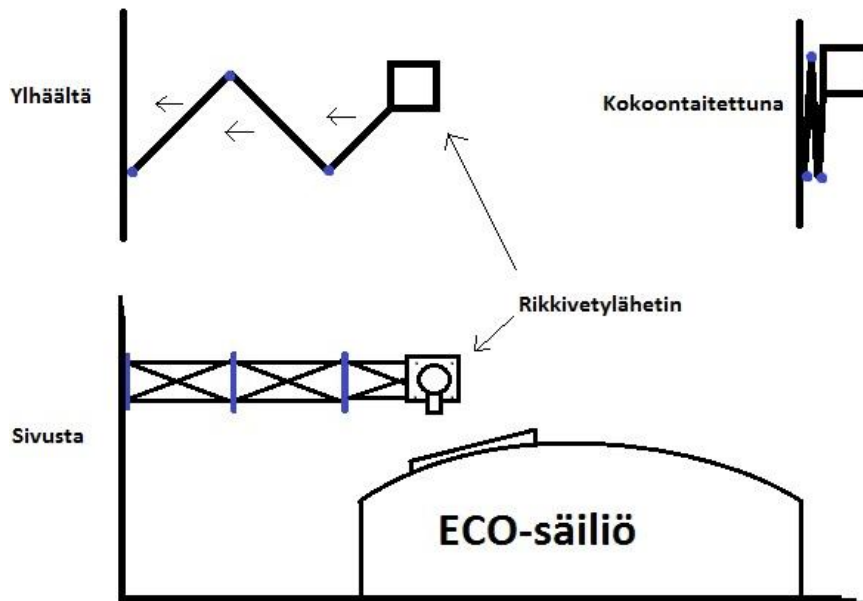
Honeywellin kaasulähtetimiin on saatavilla lisäosa, jolla anturi saadaan asennettua eri paikkaan kuin lähetinosa. Tällä tavalla lähettimen osat voidaan asentaa Honeywellin mukaan jopa 15 metrin päähän toisistaan. Tätä asennusmahdollisuutta voisi myös käyttää hyödyksi ECO-säiliöiden rikkivetylähettimien kohdalla. Seuraavaksi on kolme kuvaa (24, 25, 26) koh-teesta.



KUVA 24 ECO-säiliötä. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 25 ECO-säiliö ja lähetin sen takana pilarin kupeessa. Lähetintelineen voisi kiinnittää seinään esimerkiksi rikkivetylähettimen vasemmalle puolelle niin, että se voitaisiin vetää vaakasuorassa kulkevan putken yläpuolelta säiliön päälle. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 26 Periaatekuva rikkivetylähettimen telineestä. (Juha Pölkki 2010.)

7.4 Massatehtaan oksakoppi

Massatehtaan puolen alakerrassa, massasäiliöiden keskellä sijaitsee huone, jota kutsutaan oksakopiksi. Oksakopissa erotellaan mekaanisesti sellunkeittossa liukenemattomat puuainekset. Massatehtaan työntekijöiden mukaan oksakoppiin on mahdollisuus muodostua rikkivetykaasua, joka voi aiheuttaa vaaraa, jos tilassa ollaan työskentelemässä. Koska kyseessä on huone-tila, on mahdollista, että rikkivetypitoisuus voi nousta suureksi ilmavirran vähäisyyden takia. Jos oksakopin pariovet suljetaan, tilanne voi muuttua vielä pahemmaksi. Tästä syystä koppiin olisi hyvä asentaa lähetin mittaamaan rikkivetypitoisuuksia ja hälytysvalot esimerkiksi kopin sisä- ja ulkopuolelle ilmaisemaan vaaraa. Lähettimen voisi asentaa esimerkiksi moottoripedin kylkeen kanaalin yläpuolelle tai laskuputken viereen. Seuraavaksi on kuvia (27-30) oksakopista.



KUVA 27 Oksakoppi ulkoa. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 28 Oksakoppi sisältä. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 29 Kanaali ja moottoripeti. Lähettimen voisi asentaa moottoripedin kylkeen jolloin se tunnistaisi hyvin kanaalissa liikkuvan rikkivedyn. (Juha Pölkki 2010.)



KUVA 30 Toinen asennuspaikkaehdotus. Rikkivetylähettimen voisi kiinnittää putkeen lähelle kanaalia. Jos putkistosta tulisi rikkivetyä lähetin tunnistaisi sen. (Juha Pölkki 2010.)

8. YHTEENVETO

Rikkivetymittauspisteiden kehittäminen on haastavaa, sillä kaasun ollessa kyseessä ilmavirtaukset voivat vaikuttaa merkittävästi mittaustuloksiin. Päällimmäiseksi ajatukseksi jäikin se, että on erittäin tärkeää ottaa huomioon ilmastointi ja muut ilmavirtaa aiheuttavat tekijät prosessitilojen suunnittelussa. Ilmavirtojen kulun lisäksi tutkimista vaikeuttaa se, että rikkivety on ilmaa raskaampaa, joten sen käyttäytymistä on hankalampi havainnollistaa monimutkaisissa tehdastiloissa kevyemmällä kaasulla, kuten esimerkiksi työssä käytetyllä testisavulla. Tästä huolimatta mittauspisteiden parannuksia varten saatiin kerättyä tarpeeksi paljon tietoa savutestien lisäksi avulialta tehtaan työntekijöiltä.

Aikataulu venyi työn ulkopuolisista syistä johtuen tehdastyöskentelyn osalta kesästä loppuvuoteen 2009. Kuitenkin kaikki asennustyöt sujuivat hyvin ja suunnitellut parannukset saatiin tehtyä, joten siltä osin tavoitteisiin päästiin. Työn varsinainen ja tärkein tulos eli lähettimien parempi reagointi rikkivetypitoisuuksiin näkyy pidemmän ajan kuluttua. Tuona aikana prosessin sivutuotteena muodostuvaa rikkivetyä ehtii kulkeutua lähettimille useaan kertaan ja asennusten hyöty nähdään kokonaisuudessaan. Tällä hetkellä tehtyjen parannusten perusteella mittauskyvyn pitäisi olla huomattavasti parantunut.

LÄHTEET

Botnia. 2009. Viitattu 27.1.2010.

<http://www.metsabotnia.com/default.asp?path=1,66>

Honeywell analytics. 2010. Viitattu 27.1.2010.

<http://www.honeywellanalytics.com/en-GB/Products/fixedsystems/series3000xpis/Pages/default.aspx>

Honeywell. 2007. Gasbook. Viitattu 27.1.2010.

<http://www.honeywellanalytics.com/Technical%20Library/EMEA/1%20Types%20of%20Documents/Gas%20Book/Gas%20Book%20English.pdf>

Honeywell. 2008. Series XPIS 3000- kaasulähttimen manuaali.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2009. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Viitattu 27.1.2010.

<http://www.ketsu.net/http/HTP2009.pdf>

Työterveyslaitos. 2009. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet: rikkivety. Viitattu 27.1.2010.

<http://www.ttl.fi/internet/ova/rikkivet.html>

YIT. 2009. Viitattu 27.1.2010.

<http://www.yit.fi/palvelut/yritykset/teollisuus/69959/69960/73655>
<http://www.yit.fi/Content.aspx?path=1;32;6344;6332>

HONEYWELL XPIS 3000 -LÄHETTIMEN TEKNISET TIEDOT

Kytkenät ja syöttö

- Kaksijohdinkytkentä
- 17 – 24 VDC toimintajännite
- 22mA max

Suosittelavat kaapelit

- Suojattu 2-johdinkaapeli
- koko: 0,5 mm² (20AWG) – 2.0 mm² (14AWG)

Signaali

- 0 – 100 FSD 4- 20 mA
- Vikatila = 3mA

Materiaali ja mitat

- Runko alumiinia, anturiosa ruostumatonta terästä, suodatin teflonia (PTFE)
- mitat 150 x 185 x 80
- paino 1450 g
- IP65, NEMA 4X
- Voidaan asentaa 15 metrin päähän mittapisteestä erikseen hankittavalla etäasennuspaketilla

Ympäristöolosuhteet toiminnan ja varastoinnin kannalta

- – 20 °C... + 55 °C
- – 20 °C... + 40 °C Ammoniakki- kennolla (NH₃)
- Jatkuva suhteellinen kosteus (RH) 20 - 90 %, epäsäännöllinen (RH) 0 - 99 %
- 90–110 kPa
- Säilytyslämpötila 15 °C - 30 °C
- Säilytyskosteus 30–70 %

Sertifikaatit

- ATEX- hyväksytty
- UL/CSA Class I Div 1 & 2, Groups B, C & D
- UL/CSA Class II Div 1 & 2, Groups E, F & G

Tunnistettavat kaasut

- Ammoniakki
- Fosfiini
- Happi
- Hiilimonoksidi eli häkä
- Kloori
- Otsoni
- Rikkidioksidi
- Rikkivety
- Typpimonoksidi ja -dioksidi