



Ohjeistus päästömittauspaikalle ja mittausyhteille asetettavista vaatimuksista

Kirjoittajat Puustinen, H., Pellikka, T.

Luottamuksellisuus Julkinen

Alkusanat

Tässä raportissa käsitellään päästömittauspaikoille asetettavia vaatimuksia. Hankkeen rahoittajina toimivat Energiateollisuus ry, Metsäteollisuus ry sekä VTT. Johtoryhmään kuuluivat Miia Wallén, Energiateollisuus ry, Kari Saari, UPM-Kymmene Oyj, Harri Vesterinen, Vattenfall Lämpö Oy, Tor Bergman, PVO, Arja Valli, Fortum Power and Heat Oy, Hannu Nurmesniemi, Stora Enso Oyj, Raili Koponen, Metsä-Botnia Oy, Anna Häyrynen ja Jaakko Suominen, Helsingin Energia sekä Tuula Pellikka ja Harri Puustinen, VTT.

Hankkeessa tehtiin keväällä 2008 taustaselvitys päästömittausten parissa toimivien yritysten kesken. Tämän selvityksen avulla saatiin arvokasta tietoa päästömittauspaikkojen kehittämistarpeista, joihin tässä raportissa keskitytään. Raportissa kuvataan myös eri standardeissa esitettyjä vaatimuksia päästömittauspaikkojen suhteen.

Hankkeessa saatiin johtoryhmän lisäksi arvokkaita kommentteja seuraavilta yrityksiltä: Ramboll Oy, Kontram Oy, Pöyry Energy Oy, Emikal Oy, Nablabs Oy.

Espoo 18.12.2008

Harri Puustinen

Tuula Pellikka

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2	Kiinteästi asennettujen päästömittalaitteiden laadunvarmistusstandardi EN14181 5	
3	Mittauspaikalle asetettavat vaatimukset	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Mittauspaikalle pääsy	6
3.3	Mittauspaikan ja -tason valinta	10
3.3.1	Laitoksen kiinteät mittalaitteet	11
3.3.2	Vertailumittaukset (QAL2 ja AST)	12
3.4	Mittausyhteiden koko	13
3.5	Mittauspaikan työskentelytilat ja -olosuhteet	15
3.6	Mittauspaikan varustelu	17
3.7	Työturvallisuus	19
4	Vaatimuksia muissa kansallisissa ja kansainvälisissä standardeissa ja dokumenteissa	21
4.1	Technical Guidance Note, M1	21
4.1.1	Yleisesittely	21
4.1.2	Näytteenottoaika ja mittauspaikan vaatimuksia: kertamittaukset	21
4.1.3	Näytteenottoaika ja mittauspaikan vaatimuksia: jatkuvatoimiset kiinteästi asennetut mittaukset (AMS)	22
4.1.4	Mittauspaikan varustus ja turvallisuusvaatimukset	23
4.2	Standardi EN 15259; Air quality – Measurement of stationary source emissions – Measurement strategy, measurement planning, reporting and design of measurement sites	25
4.2.1	Suunnittelu ja rakenteet	25
4.2.2	Mittaus suunnitelma	25
4.2.3	Näytteenoton strategia	26
4.2.4	Parhaan mittauspaikan valinta kiinteästi asennetulle mittalaitteelle	26
4.3	Standardi Statens naturvårdsverk; Riktlinjer för luftvård: 1973 : 8	26
4.4	Standardi SFS 5625; Ilmansuojelu. Päästöt. Mittausyhteiden asentaminen kanavaan: 1990	26
5	Yhteenveto	27
6	Lähdeluettelo	29
	Liitteet	30

1 Johdanto

EU:n yhteisöainsäädännössä on valmistunut viime vuosina direktiivit suurille polttolaitoksille (large combustion plants, LCP, 2001/80/EC) sekä jätteenpolttolle 2000/76/EC. Nämä direktiivit aiheuttavat muutoksia suomalaisiin päästömittauskäytäntöihin, kuten päästömittauksiin ja niiden laadunvarmistukseen sekä päästörajoihin. Direktiivit on otettu käyttöön Suomessa valtioneuvoston asetuksina N:o 362/2003 (jätteenpoltto) sekä N:o 1017/2002 (LCP- asetus).

Yhteistä molemmille edellä mainituille asetuksille on se, että niissä esitetään *vaatimuksia päästöjen jatkuvatoimiselle mittaukselle ja mittausten laadunvarmistukselle*. Ensimmäisenä nämä uudet mittausvelvoitteet astuivat voimaan yli 100 MW:n voimalaitoksilla 27.11.2004 alkaen. Näissä laitoksissa vaaditaan jatkuva-toimisia mittauksia (tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta) rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspitoisuudelle. Toiminnanharjoittajan on osoitettava käyttämiensä päästömittalaitteiden toiminnan laatu EN 14181-standardin periaatteiden mukaisesti.

Viime vuosina viranomaiset ovat edellyttäneet myös muilta kuin edellä mainittujen asetusten alaisilta laitoksilta (eli suurilta voimalaitoksilta ja jätteenpolttolaitoksilta) omien mittalaitteidensa mittausepävarmuuden tuntemista. Tyypillisiä laitoksia ovat olleet mm. soodakattilat ja meesauunit. Tavallisesti tämä tarkastelu on tehty näissäkin kohteissa EN 14181-standardin avulla.

Päästökaupan piiriin kuuluu tällä hetkellä hiilidioksidi, mutta on odotettavissa, että mukaan tulee ajan myötä muitakin päästökomponentteja hiilidioksidin lisäksi. CO₂-päästöt voidaan määrittää laskennallisesti prosessitietojen perusteella, mutta muut mahdolliset kuuluvat komponentit, kuten esim. N₂O ja CH₄, on mitattava ja silloin onnistuneet päästömittaukset ovat ensiarvoisessa asemassa.

Päästömittauspaikan ja -mittaustason on täytettävä kaikki vaatimukset, jotka niille on asetettu, jotta voidaan taata mittaustulosten edustavuus ja vertailukelpoisuus asetettuihin velvoitteisiin nähden.

Tässä raportissa on esitetty kansalliset ohjeet asianmukaisesta päästömittauspaikasta energia- ja metsäteollisuuden savupiippuihin. Ohjetta voivat käyttää hyväksi myös muut laitokset, joissa tehdään päästömittauksia. Raportissa esitetyt tulkinnat ovat suosituksia eivätkä sinällään sitovia.

Raportissa käsitellään mm. päästömittauspaikan ja -tason valintaa, päästömittauspaikalle pääsyä, päästömittauspaikalle tarvittavaa varustusta, mittausyhteitä ja työturvallisuutta huomioiden mm. eurooppalaisten EN- standardien päästömittauksille asettamat vaatimukset. Esitettyjä päästömittauspaikan suunnitteluohjeita toteuttamalla pystyy energia- ja metsäteollisuus pienellä mittaustaikkojen toteuttamiskustannuksilla varmistamaan kiinteästi asennettujen päästömittalaitteiden toimintojen asianmukaisen laadun.

Päästöjen mittausvaatimukset ovat nykyään merkittävä kustannustekijä teollisuudelle, minkä vuoksi mittausolosuhteiden tulee olla sellaisia, etteivät ne heikennä päästömittausten laatua (AMS- ja SRM- mittaukset), eivätkä lisää siten tarpeetto-

mia kustannuksia. Laadukkaiden päästömittausten hyöty on laitokselle moninkertainen verrattuna hyvän mittaustaikojen toteuttamiskustannuksiin.

Ohjeistusta voidaan käyttää suunniteltaessa ja rakennettaessa päästömittaustaikojia uusiin laitoksiin sekä asennettaessa uusia yhteitä olemassa oleviin laitoksiin. Tavoitteena on, että ohjeistuksen avulla Suomeen saadaan toimivat, turvalliset mittaustaikat, joiden avulla sekä toiminnanharjoittajien, päästömittaajien, mittausteollisuuden että viranomaisten työ päästömittauksiin liittyen helpottuu.

2 Kiinteästi asennettujen päästömittalaitteiden laadunvarmistusstandardi EN14181

Eurooppalaisessa EN-standardissa, EN 14181, Quality assurance of automated measuring systems, esitetään, miten kiinteästi asennetun mittalaitteen toiminta varmennetaan.

Standardin tarkoituksena on esittää ne keinot:

- miten vertailumittauksiin osoitetaan laitoksen päästömittalaitteiden toimivan direktiivin/asetusten esittämien vaatimusten mukaisesti
- kuinka mittausten laatu varmistetaan myös vertailumittausten välillä

Laadunvarmistus on standardissa jaettu neljään osaan:

- QAL 1: Quality check of the measuring procedure = mittaustekniikan soveltuvuus käyttökohteeseen (EN-ISO14956)
- QAL 2: Quality assurance of installation = kiinteästi asennetun jatkuvatoimisen mittalaitteen (automated measuring systems, AMS) kalibrointi ja validointi referenssimenetelmän (standard reference method, SRM) avulla
- QAL 3: Ongoing quality assurance during operation = käytönaikainen laadunvarmistus
- Lisäksi vuosittainen valvonta (Annual Surveillance Test, AST)

Toteutettaessa standardin vaatimuksia, jatkuvatoimisten päästömittausten (AMS) lisäksi referenssimittauksia (SRM) tehdään paljon ja usein.

QAL2-mittauksissa tehdään vähintään 15 kpl mittauksia kolmen päivän aikana. Kyse on siis laajasta, noin viikon kestävästä mittauskampanjasta yhtä piippua kohti. Suurilla voimalaitoksilla, yli 100 MW, näitä laajoja vertailumittauksia tehdään kerran viidessä vuodessa ja jätteenpolttolaitoksilla kerran kolmessa vuodessa. Lisäksi molemmissa laitoskategorioissa tehdään kerran vuodessa ns. AST- testit. AST- osiossa vertailumittaukset tehdään viiden mittaustekniikan avulla. Tämän vertailumittauksen avulla tarkistetaan, onko QAL2-mittauksissa saatu kalibrointisuora edelleen voimassa. Mikäli AST- laskenta osoittaa, että näin ei ole, laitoksella tulee tehdä laajat, QAL2-mittaukset uudelleen. Jätteenpolttolaitoksilla tehdään myös ensimmäisenä vuonna neljä erillistä mittausta, jossa määritetään dioksiinit, furaanit ja raskasmetallit kertaluonteisesti.

Toiminnanharjoittajalla on kokonaisvastuu siitä, että heidän päästömittalaitteensa toimivat laadukkaasti ja tämä voidaan osoittaa viranomaisille. Tämä tehdään tarkistamalla jatkuvatoimisen päästömittalaitteen nolla- ja kalibrointipisteet säännöllisin väliajoin. Suosituksena on, että kyseinen tarkistus tehdään kerran viikossa.

Tämä tarkoittaa sitä, että laitoksen henkilökunnan on käytävä laitteen luona ja tehtävä ko. tarkistukset. Toiminnanharjoittaja toimittaa OAL2-, QAL3- ja AST – raportit viranomaisille..

Jotta henkilökunta olisi motivoitunutta tekemään säännöllisen tarkistuksen, olisi tärkeää, että pääsy laitteiden luo on helppoa sekä siellä on hyvät ja turvalliset työskentelyolosuhteet.

3 Mittauspaikalle asetettavat vaatimukset

3.1 Yleistä

Kaikille asianosaisille on tärkeää, että laitoksen päästömittaustaikat ovat asianmukaisia. Tämä toteutetaan huolellisella mittaustaikan suunnittelulla sekä käytön aikaisilla tarkastuksilla. Näin vältetään henkilövahingot ja turhat investoinnit. Mittauspaikalle pääsyn on oltava mahdollisimman helppoa ja esteetöntä, mittaustaikalla on oltava asianmukaiset tilat sekä suojarusteet hätätilanteita varten ja mittaustason on oltava oikeassa kohtaa piipussa. Lisäksi mittaussyhteiden kokojen on oltava riittävän suuria ja niiden on sijaittava oikeassa kohtaa kanavaa mittaustulosten luotettavuuden varmistamiseksi.

Päästömittausten mittaustason sijainti on merkittävin tekijä tulosten luotettavuudessa. Savukaasuvirtauksen tulee olla tasoittunut ja homogeeninen mitattavien komponenttien suhteen, sillä mitatun komponentin pitoisuuden on oltava päästöä edustavia. Muussa tapauksessa yksittäisen mittalaitteen antama tulos ei ole päästöjä edustava, eikä tulosta voida käyttää.

Jos mittaustason virtausolosuhteet eivät kuitenkaan täytä kaikilta osiltaan sille asetettuja vaatimuksia ja mittaukset on joka tapauksessa tehtävä, tulisi päästömittaajan raportissaan arvioida, onko kaasuvirtauksen olosuhteilla ollut vaikutusta mittaustulosten luotettavuuteen.

Uusia laitoksia tehtäessä tulisi päästömittausten asettamat vaatimukset ottaa huomioon rakenteita suunniteltaessa. Jo rakennetussa laitoksessa rakennemuutosten teko vastaamaan päästömittausten vaatimuksia aiheuttaa luonnollisesti joitakin lisäkustannuksia, mutta vain näin voidaan taata päästömittausten luotettavuus ja varmistaa mittaajien työturvallisuus.

3.2 Mittauspaikalle pääsy

Laitoksen kiinteästi asennettujen päästömittalaitteiden huollon ja säännöllisin väliajoin tehtävien vertailumittausten kannalta on tärkeää, että mittaustaikalle päästään kohtuullisin ponnisteluin ilman liiallista fyysistä kuormitusta sekä ergonomisesti oikealla tavalla. Kulkureittien pitää olla kiinteä osa laitoksen rakennetta, jossa turvallisuusnäkökohdat on huomioitu. Tämän vuoksi esimerkiksi tikkaita ja irtotelineitä ei tulisi käyttää päästömittaustaikalla eikä – mittausten yhteydessä.

Suomessa mittaustaikka sijaitsee yleisimmin laitoksen betonipiipussa kymmenien metrien korkeudella ja sinne kuljetaan tavallisesti kierreportaita pitkin.

Kuvassa 1 on voimalaitoksen piippu, jossa mittauspaikka sijaitsee sisäpiipussa noin kuudenkymmenen metrin korkeudessa.



Kuva 1. Päästömittauspaikan sijainti voimalaitoksen piipussa

Kuvassa 2 on näkymä alhaalta ylöspäin sisäpiipun kierreportaiden alapäästä.

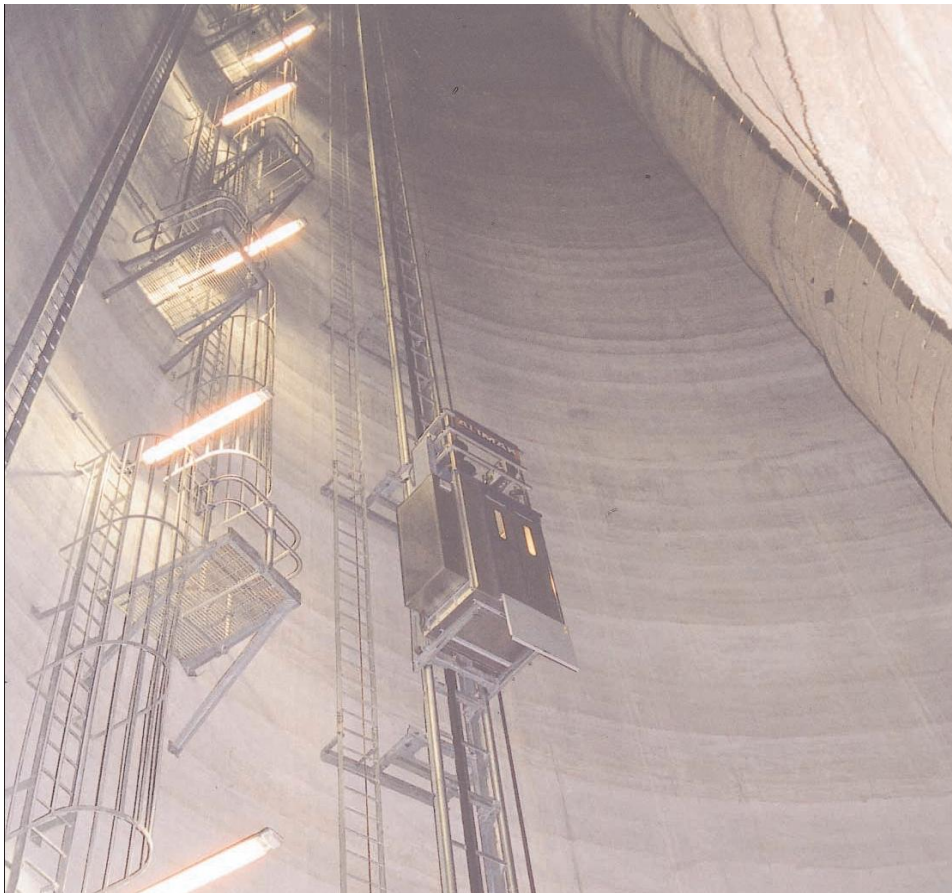


Kuva 2. Piipun kierreportaat.

Useat laitokset on suunniteltu huomattavasti aikaisemmin kuin nykyisen laajuisia päästömittauksia alettiin tehdä. Koska päästömittaustoimintaa ei ole huomioitu suunnittelussa, piipuissa on usein vain kierreportaat ja nostolaitteet huoltotöiden tekemistä varten. Päästömittalaitteet nostetaan ylös mittauspaikalle tavallisesti nostokorilla varustetulla nostolaitteella. Kaikissa piipuissa ei kuitenkaan ole nostolaitteita ja silloin päästömittaja joutuu kantamaan ja/tai nostamaan köydellä mittalaitteet päästömittauspaikalle.

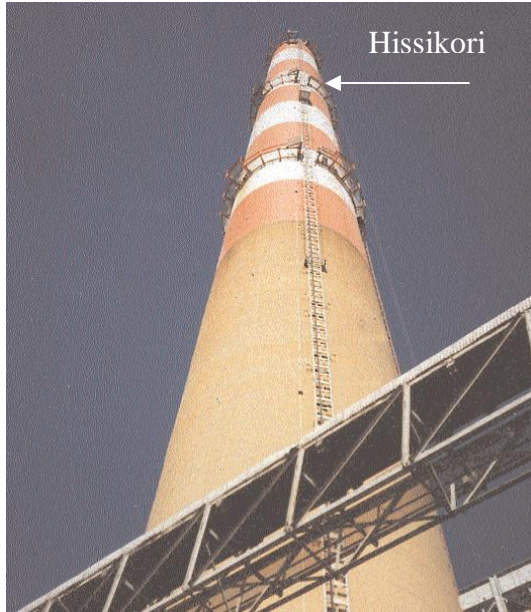
Suurten voimalaitosten ja jätteenpolttolaitosten päästömittauksia tehdään vähintään kerran vuodessa useiden päivien ajan. Mittausten aikana mittaja kulkee mittauspaikalle kymmeniä kertoja. Kierreportailla kulkeminen on fyysisesti erittäin raskasta ja silloin kulutetaan myös runsaasti kallista mittausaikaa. Sen vuoksi olisi suositeltavaa, että mittauspaikoille päästäisiin hissillä, jolloin henkilöiden liikkuminen ja mittalaitteiden nosto mittauspaikalle helpottuisi huomattavasti. Lisäksi työturvallisuus paranisi merkittävästi, koska esimerkiksi mahdollisen sairaskohtauksen saanut henkilö saadaan nopeasti piipusta alas ja asianmukaiseen hoitoon.

Kuvassa 3 piipun betoniseen sisäseinään on asennettu hissi, jolla päästään kulkemaan päästömittauspaikalle ja jolla voidaan myös kuljettaa päästömittauslaitteisto mittastusololle.



Kuva 3. Piipun betoniseen sisäseinämään asennettu hissi. (Talhu Oy)

Joissain tapauksissa hissini voi rakentaa esimerkiksi piipun ulkovaippaan, kuten kuvassa 4 esitettyssä piipussa on tehty.



Kuva 4. Piipun ulkovaippaan rakennettu hissi. (Talhu Oy)

Jos mittauspaikka sijaitsee piipun ulkopuolella, tulee sinne päästä esimerkiksi kuvan 5 mukaisia portaita pitkin tai hissillä. Kuvassa 5 näkyy myös ulkopiippuun rakennettu mittauspaikan suojarakennus.



Kuva 5. Kulkureitti mittauspaikalle ja mittauspaikan suojarakennus

3.3 Mittauspaikan ja -tason valinta

Mittauspaikka ja -taso valitaan standardin EN 15259 kriteerien mukaisesti.

Päästömittaustason tulee sijaita kanavan pystysuoralla osalla. Mittaustaso on kanavan poikkileikkauksen pinta, jolta näytteet otetaan (AMS ja SRM).

Virtauksen häiriötekijöiden (puhallin, kanavamutkat jne.) tulee olla mahdollisimman kaukana ennen mittaustasoa ja sen jälkeen.

Yleensä virtauskriteerien täyttymiseksi riittää, kun häiriöttömän virtauksen etäisyys ennen mittaustasoa on viisi kertaa hydraulinen halkaisija ja kaksi kertaa hydraulinen halkaisija mittaustason jälkeen. Piipun päähän tarvitaan kuitenkin häiriöntöntä virtausetäisyyttä viisi kertaa hydraulinen halkaisija.

Savukaasun virtauksen suuntaoikeama kanavan akselin suunnasta saa olla enintään 15°. Virtauksen suuntaoikeaman toteaminen on kuitenkin käytännössä haasteellista. Tähän voidaan käyttää apuna Pitot -putkea, jolla voidaan selvittää virtauksen todellinen suunta.

Paikallista negatiivista virtausta mittaustasossa ei saa esiintyä ja virtauksen dynaamisen paineen tulee olla suurempi kuin 5 Pa. Kaasuvirran suurimman ja pienimmän nopeuden suhde on oltava pienempi kuin 3:1.

Edellä esitettyjen kriteerien toteutumisella pyritään siihen, että standardin EN – 14181 mukaiset AMS- mittaukset ja SRM- mittaukset ovat edustavia.

Kuvassa 6a on esimerkki laitoksesta, jonka savukaasupesurin jälkeisestä piipusta tehdään päästömittauksia.



Kuva 6a. Päästömittaukset savukaasupesurin jälkeen

Tässä laitoksessa mittauspaikka suojarakennuksineen sijaitsee liian lähellä pesuria ja savukaasun virtausolosuhteet eivät täytä mittauksen asettamia vaatimuksia. Sen vuoksi päästömittauspaikka ja -taso olisi valittava ylempää piipusta häiriöttömät virtaustäisyysvaatimukset huomioiden. Ennen mittaussuojarakennuksen tekoa varmennetaan mittauksin, että kaasun virtaus täyttää vaaditut kriteerit. Jos mittaus-taso täyttää virtaukselle ja pitoisuuksille asetetut vaatimukset, voidaan varsinainen päästömittausten suojarakennus tehdä varustuksineen.

Kuvassa 6b on esimerkki siitä, miten kuvan 6a mukaiseen piippuun voitaisiin tehdä uusi päästömittauspaikka ja siihen suojarakennus korkeammalle piippuun.



Kuva 6b. Mittauspaikka ja -suojarakennus savukaasupesurin jälkeen

3.3.1 Laitoksen kiinteät mittalaitteet

Mittalaitteen sijainnin valinnassa ja mittaustason valmistelussa on huomioitava asianmukaisten standardien, kuten esimerkiksi EN 15259, asettamat vaatimukset. AMS- mittalaitteet tulee sijoittaa siten, että niiden mittaustulokset ovat edustavia. Lisäksi asennuksessa on huomioitava helppo ja turvallinen kulkureitti mittalaitteiden luo ja mittalaitteiden huollon ympäröivälle tilalle asettamat vaatimukset.

Mittalaitteen asentaminen on pääsääntöisesti laitevalmistajan vastuulla, mutta toiminnanharjoittajan tulee osoittaa mittalaitteelle sellainen sijoituspaikka ja mittaustaso, että asennuksella on edellytykset täyttää standardien vaatimukset. On suositeltavaa, että toiminnanharjoittaja ja laitevalmistaja käyvät yhdessä läpi valitusta mittaustekniikasta johtuvat erityisvaatimukset hyvissä ajoin ennen asennusta. Huomioitava on myös se, että standardissa EN 14181 korostetaan työsuojelullisia asioita, joiden toteuttaminen on toiminnanharjoittajan vastuulla. Näihin on myös päästömittauslaboratorion otettava kantaa raportissaan ja todettava, täyttääkö mittauspaikka myös työsuojelun asettamat vaatimukset.

3.3.2 Vertailumittaukset (QAL2 ja AST)

Vertailumittausten mittaustason tulee sijaita enintään kolmen hydraulisen halkaisijan etäisyydellä ennen tai jälkeen AMS:n mittaustasosta.

Vertailumittaukset (SRM) eivät saa kuitenkaan häiritä AMS- mittauksia. Kuvassa 7 mittaustasot (AMS ja SRM) sijaitsevat piipun kyljessä mittauskopissa.



Kuva 7. AMS-mittalaite ja SRM:n mittaussyhteitä

Vertailumittauksissa mittaajan tulee varmistua, ettei AMS -mittaus häiriinny vertailumittauksen takia. Esimerkiksi kuvassa 7 esitetyssä tilanteessa voi alempana olevan SRM- yhteen käytöstä aiheutua häiriöitä ilmavuotojen johdosta. Myös yhteessä oleva SRM:n mittaussondi voi aiheuttaa sellaisia virtaushäiriöitä, jotka vaikuttavat AMS - mittaukseen.

AMS -mittausyhteiden paikat mittaustasolta valitaan siten, että näytteenotto on päästöjä edustava.

SRM-mittauksia varten mittaussyhteet sijoitetaan niin, että näytteenotto on edustava ja että SRM/AMS -vertailumittaus täyttää standardin EN 14181 vaatimukset.

On suositeltavaa, että mittaussyhteet merkitään pysyvillä merkinnöillä, jolloin yhteiden tunnistaminen helpottuu.

Hiukkasmittaukset:

Pyöreässä kanavassa, jonka halkaisija on suurempi kuin 2 m, käytetään neljää mittaussyhdettä ja kun halkaisija on pienempi kuin 2 m, voidaan käyttää kahta mittaussyhdettä. Mittausyhteet sijoitetaan toisiinsa nähden 90 asteen kulmassa. Suora-kaiteen muotoisessa kanavassa yhteen sijoitetaan kanavan leveämmälle sivulle ja/tai vastakkaisille sivuille verkkomittauksen onnistumisen varmistamiseksi.

Kaasumittaukset:

Hiukkasmittausyhteiden lisäksi piippuun sijoitetaan tarpeellinen määrä mittausyhteitä kaasukomponenttien mittaamista varten.

Sekä hiukkasmittaus- että kaasumittausyhteiden tulisi sijaita 1,2 m - 1,5 m:n työskentelykorkeudella siten, etteivät niissä olevat sondit häiritse muita SRM mittauksia eikä AMS -mittauksia.

Mittausyhteiden sijoittelussa voidaan tarvittaessa hyödyntää esimerkiksi piipun lentovaloaukkoja näytteenottosondin liikuttamista varten. Kuvassa 8 mittaaja hyödyntää betonipiipun lentovalojen huoltoaukkoa.



Kuva 8. Lentovalojen huoltoaukon hyödyntäminen päästömittauksissa

3.4 Mittausyhteiden koko

Mittausyhteiden tulisi olla ensisijaisesti laipallisia yhteitä ja niiden suositeltava nimelliskoko on 125 mm (5 tuumaa). Pienissä kanavissa voivat yhteet olla luonnollisesti pienempiä, mutta niiden koon tulee olla kuitenkin riittävän suuri mittaussondeja varten.

Laipallisten mittausyhteiden tulee ulottua niin pitkälle eristyksen ulkopuolelle, että kiinnityspulttien paikalleen asettaminen onnistuu helposti.

Kuvassa 9 laipallinen mittausyhte ulottuu riittävän pitkälle eristeistä, jolloin yhteen kiinnityspulttien avaaminen ja kiinnittäminen on turvallista ja helppoa.



Kuva 9. Laipallinen mittausyhde

Muhvivyhteiden tulee olla ruostumatonta terästä, jotta ne saataisiin tarvittaessa auki. Kuvassa 10 on esimerkkinä ruostunut muhviyhde, jota päästömittaajan on lähes mahdotonta aukaista.



Kuva 10. Kiinniruostunut muhviyhde

Mittausyhteet tulee aina peittää eristehupulla kondenssin muodostumisen estämiseksi.

Yhteet voidaan varustaa myös niiden alapuolelle piippuun hitsattavalla U-muotoisella rautaisella tuella sondien tukemiseksi.

Kuvassa 11 on mittausyhteen alapuolelle asennettu u-muotoinen sondituki.

Sondituki on erittäin hyödyllinen, jos mittaajalla ei ole piipun mittausyhteeseen sopivaa sondiyhdettä.



Kuva 11. Mittausyhteen alapuolelle hitsattu u-muotoinen sondituki

3.5 Mittauspaikan työskentelytilat ja -olosuhteet

Perusvaatimus on, että mittauksia varten on käytettävissä tila, jossa olosuhteet ovat hallittuja. Lämpötilan tulee olla sellainen, että mittausmenetelmille määritellyt toimintaolosuhteet eivät häiriinny eikä niistä aiheudu mittaajan työskentelyedellytyksille tai terveydelle haittaa. Myöskään mittauspaikan pölyisyys tai tärinä eivät saa olla mittausmenetelmän luotettavuutta vaarantavia.

Ulkopiipuissa tehtäviä mittauksia varten on suositeltavaa rakentaa mittausuojarakennus, jossa mittausolosuhteet ovat hallittuja

Kuvassa 12 mittausuojarakennus on varustettu lämmityksen lisäksi jäähdytyslaitteella. Suojarakennuksen jäähdytystarve voi olla tarpeellinen esimerkiksi lämpimällä kesäilmalla.



Kuva 12. Mittaussuojarakennuksen ilman jäähdytyslaite

Väliaikaiset mittausteltat ja vastaavat rakennelmat eivät takaa riittävää suojaa esimerkiksi sään vaihteluiden osalta. Tämä koskee myös usein sisäpiipuissa olevia mittaustaikkoja, joissa muun muassa pölyäminen ja matala lämpötila vaativat mittaushuoneen rakentamista.

SRM -mittauksissa käytettävien analysaattorien tulee olla tarvittaessa sijoitettavissa mahdollisimman lähelle mittaustaikkoa. Näytteenottolinjoja varten kannattaa tehdä rakenteiden läpiviennit seiniin, jolloin vältetään linjojen puristuminen ovien välissä.

Työskentelytilan tulee olla riittävän suuri. Työskentelytason leveyden tulee olla vähintään mittausten vaatiman sondin pituinen, kun kanavan halkaisija on alle kaksi metriä (kaksi hiukkasnäytteenottoyhdetä + kaasunäytteenottoyhdet). Nyrkisääntönä voidaan arvioida, että tarvittavan tilan leveys on vähintään piipun halkaisija + yksi metri.

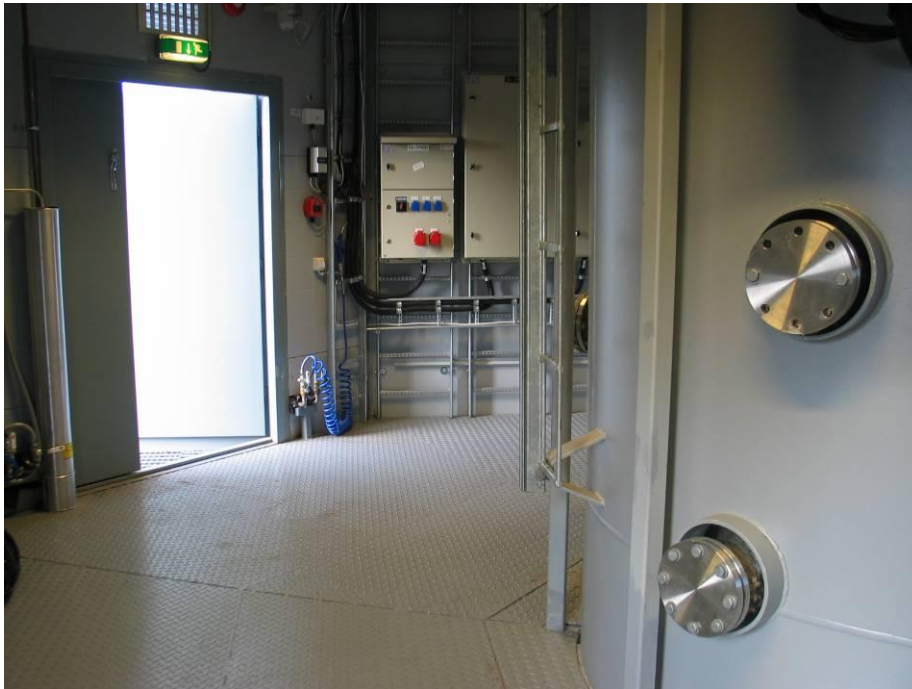
Mikäli pyöreän kanavan halkaisija on suurempi kuin kaksi metriä, jolloin tarvitaan yleensä neljä hiukkasnäytteenottoyhdetä + vastaavat kaasunäytteenottoyhdet, on työskentelyalustan ulotuttava ympäri piipun ja sen leveyden tulee olla vähintään 50 % kanavan halkaisijasta.

Toisin sanoen mittaussyhteen edessä olevan vapaan tilan tulee olla vähintään mittausten vaatiman näytteenottosondin pituinen, jotta sondien asentaminen ja poistaminen sujuu ongelmitta ja turvallisesti.

3.6 Mittauspaikan varustelu

Mittauspaikan varustuksiin vaikuttavat mittaustekniset seikat ja työturvallisuus. Kulkureiteillä ja mittauspaikalla tulee olla hyvä valaistus. Sähköä, paineilmaa ja virtaavaa vettä tulee olla riittävästi saatavilla riippuen käytettävistä mittauslaitteista ja mittausten laajuudesta. Mittauspaikalla täytyy olla myös lankapuhelin tai muu yhteydenpidon varmennuskeino silloin, kun on riski siitä, ettei langattomalla matkapuhelimella voida olla yhteydessä ulkopuolisiin.

Kuvassa 13 näkyy osa erään mittauspaikan suojarakennuksen sisätiloista, jossa mittauspaikka sijaitsee. Kuvassa näkyy myös oven vieressä instrumentti-ilmaa tuottava paineilmaparustus ja sähkötaulu.



Kuva 13. Mittauspaikka suojarakennuksen sisällä

Mittauspaikalla on myös vesipiste, joka näkyy kuvassa 14.



Kuva 14. Vesipiste

Kaikki piipputasot, mittauspaikkataso mukaan lukien, tulee peittää esineiden putoamisen estämiseksi. Myös piipun ja tasojen välinen rako on peitettävä siten, etteivät esineet pääse putoamaan alemmilla tasoilla olevien ihmisten päälle.

Kuvassa 15 näkyy piipun ja lattian välinen suljettu rako.



Kuva 15. Piipun ja lattian välinen suljettu rako

Useimmin betonisen piipun sisäpiiput on rakennettu siten, että ne pääsevät liikumaan poikittaissuunnassa ja sisäpiipun ja mittaustason välisen raon suuruus vaihtelee olosuhteiden mukaan. Tällainen rako voidaan peittää erillisellä piippuun rakennettavalla kauluksella. Mittaustasoon, kauluksen alle, rakennetaan kynnys, jolloin kauluksen alle mahdollisesti pyörineet esineet eivät pääse putoamaan alas.

Piipun alapäähän tulisi asentaa mittauksista tiedottava taulu.

Poistokaasut ohjataan mittauspaikalle sijoitetuista analysaattoreista poistoletkujen avulla ulkoilmaan, jotta mittaajille ei aiheudu myrkytysvaaraa. Tätä varten mittauspaikat tulisi varustaa seiniin tehdyillä läpivienneillä, joihin analysaattorien poistoletkut on vaivatonta laittaa.

3.7 Työturvallisuus

Merkittävimpiä mittauksen onnistumisen edellytyksiä on asianmukaisesti hoidettu työturvallisuus.

Työturvallisuuden tulee täyttää kaikki lain säätämät ehdot. Tässä kappaleessa käsitellään muutamia tärkeimpiä päästömittauksiin liittyviä työturvallisuuskysymyksiä.

Sisäpiipuissa ja muuallakin, missä on tarpeellista, tulee olla turvalliset välineet piipusta poistumiseksi kaikille piipussa työskenteleville. Joissain paikoissa tulee olla muun muassa paineilmahengitysvälineitä, joiden avulla on mahdollista päästä paikalta pois, jos ympäröivä ilma on hengityskelvotonta.

Turvavälineiden käyttöä on harjoitettava niin hyvin, että hätätilanteessa niitä osataan myös käyttää. Päästömittauspaikalla tulee olla kirjalliset ohjeet, kuinka tulee toimia hätätilanteessa.

Mittauspaikka tulee myös varustaa tarvittaessa asianmukaisin hälyttimin. Yleisimmin hälytystarve aiheutuu hiilimonoksidivaarasta. Myös monet muut savukaasukomponentit ovat hengenvaarallisia ja niistä aiheutuva terveysriski on huomiotava, minkä takia mittaajien on usein käytettävä henkilökohtaisia hälyttimiä. Erityisesti silloin, kun kaasun paine on kanavassa suurempi kuin mittauspaikan ilmanpaine, voi savukaasua päästä purkautumaan mittauspaikalle. Kaasumyrkytysriskin mahdollisuus on aina otettava huomioon.

On myös varmistettava siitä, että itse laitokselta tulevat hälytykset kuuluvat piipussa työskenteleville. Kuvassa 16 on mittauksen suojarakennus varustettu kovaäänisellä hälytysten kuulemisen varmistamiseksi. Hälytyksessä kerrotaan, mitä laitoksella on tapahtunut ja missä. Hälytys tarkoittaa, että piipussa työskentelevä henkilö, aina hälytyksen kuultuaan keskeyttää työnsä ja poistuu välittömästi laitoksen hänelle osoittamalle kokoontumisalueelle.



Kuva 16. Mittaussuojarakenuksen hälytin toteutettu kovaäänisellä

Mittauspaikka voidaan myös varustaa samalla tasolla olevalla erillisellä pelastusparvekkeella. Mikäli olosuhteet piipussa muodostuvat hengenvaarallisiksi, pääsee kunnossapito- ja päästömittaushenkilöstö siirtymään miesluukun kautta nopeasti turvaan pelastusparvekkeelle. Tästä väliaikaisesta turvapaikasta voi henkilöstö siirtyä turvaan esimerkiksi piipun ulkoseinään kiinnitettyjen portaiden avulla.

Useimmissa laitoksissa mittauspaikalle kuljetaan kierreportaita pitkin. Näiden portaiden ylin kaide on usein niin matala, että on olemassa putoamisriski portaissa kaiteen yli. Näissä tapauksissa kierreporras tulee varustaa riittävän korkealla ja tukevalla tukikaiteella putoamisriskin välttämiseksi.

Päästömittauksiin ryhdyttäessä voidaan tarvittaessa tehdä riskianalyysi, jos sitä ei ole ennen kohteessa tehty. Tällöin mittajien edustaja kartoittaa yhdessä laitoksen edustajan kanssa etukäteen työturvallisuusriskit ja siitä saadun analyysin perusteella tehdään riskejä vähentäviä toimenpiteitä. Päästömittaajien vastaavan työnjohtajan tulee käydä aina läpi yhdessä laitoksen edustajan kanssa mittauspaikkaan liittyvät työturvallisuusasiat ja – käytännöt sekä toimet mahdollisessa hätätilanteessa.

4 Vaatimuksia muissa kansallisissa ja kansainvälisissä standardeissa ja dokumenteissa

4.1 Technical Guidance Note, M1

4.1.1 Yleisesittely

Iso-Britannian Ympäristövirasto (Environment Agency) on julkaissut heinäkuussa vuonna 2006 teknillisen oppaan (TGN = Technical Guidance Note, M1), jossa esitetään vaatimuksia päästömittausten monitoroinnille.

Oppaan tarkoituksena on opastaa päästöjen monitoroinnin toteuttajia toimimaan eurooppalaisten ja kansainvälisten standardien vaatimusten mukaisesti.

Oppaassa käsitellään manuaalista päästöjen mittaamista sekä kuvaillaan kiinteiden jatkuvatoimisten päästömittalaitteiden mittauspaikka.

Oppaan pääteemat ovat:

- mittauspaikan, mittaustason ja näytteenottopisteiden sijainti
- mittauspaikalle kulkeminen, varustus ja huoltovaatimukset
- turvallisuusnäkökohdat

4.1.2 Näytteenottoaikan ja mittaustason vaatimuksia: kertamittaukset

Hiukkasten kertanäytteenotto

TGN esittää hiukkasnäytteenoton vaatimukset BS EN 13284-1:2002 mukaisesti:

§ määritellään mahdollinen sopiva näytteenottoaika, jossa savukaasuvirtaus kanavassa on mahdollisimman häiriötöntä täyttäen sille asetetut vaatimukset (taulukko 1)

§ määritetään näytteenottotasoa ja näytteenottopisteet

§ mitataan kaasuvirran nopeusprofiili, jonka perusteella päätetään mittauspaikan soveltuvuus näytteenottoon (kts. taulukko 1)

§ jos asetetut kriteerit sopivalle näytteenottotasolle eivät täyty, voi olla aiheellista valita toinen näytteenottoaika ja -taso.

Taulukossa 1 esitetään vaatimukset virtauksen tasaisuudelle manuaalisessa hiukkasnäytteenotossa

Taulukko 1. Kaasuvirtauksen kriteerit manuaalisessa hiukkasnäytteenotossa (TGN, M1, 2006)

Kaasun virtaussuunta kanavan pituusakseliin nähden	$\leq \pm 15^\circ$ kanavan pituusakselista
Kaasun virtaussuunta	Ei paikallista negatiivista virtausta
Miniminopeus	Riippuu mittausmenetelmästä (Pitotputken paine-eron oltava suurempi kuin 5 Pa)
Nopeuden vaihtelut	Suurimman ja pienimmän paikallisten nopeuksien suhde oltava pienempi kuin 3:1

Jos mittaustason olosuhteet eivät täytä vaadittuja kriteerejä, eikä toista mittausta paikkaa ole käytettävissä, on mahdollista parantaa näytteenoton edustavuutta lisäämällä mittaustason näytteenottopisteitä.

Kaasujen kerta­näytteenotto

Näytteenottotason kaasuvirtauksen homogeenisuus tarkistetaan verkkomittauksen avulla jatkuvatoimisella analysaattorilla. Kaasupitoisuudet ovat homogeenisia, jos eri mittauspisteiden kaasupitoisuuksien keskiarvot poikkeavat vähemmän kuin $\pm 10\%$. Tässä tapauksessa kaasunäyte voidaan ottaa yhdestä näytteenottopisteestä.

Jos kaasupitoisuudet eivät ole homogeenisia, täytyy kaasunäyte kerätä verkkomittauksena useasta näytteenottopisteestä periaatteessa hiukkasmittauksen mukaisesti. Jatkuvatoimisessa mittauksessa, jossa näytemäärää eri pisteissä ei voida säätää nopeuksien suhteessa, valitaan näytteenottoajat nopeuksien suhteessa.

4.1.3 Näytteenotto­paikan ja mittaustason vaatimuksia: jatkuvatoimiset kiinteästi asennetut mittaukset (AMS)

Jatkuvatoimiset *hiukkas- ja kaasuanalysointilaitteet* (AMS-mittalaitteet) kalibroidaan usein standardireferenssimenetelmien avulla (SRM) ja sen vuoksi AMS:n ja SRM:n mittaustasojen tulee olla mahdollisimman lähellä toisiaan. Näitä asioita käsitellään tarkemmin standardeissa BS EN 14181:2004, BS EN 13284-1:2002, ISO10396 ja Environment Agency:n julkaisussa TGN M20.

Jatkuvatoiminen kiinteästi asennetun *kaasun tilavuusvirran* mittaaminen on spesifioitu standardissa BS ISO 14164. Vaatimukset esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Jatkuvatoimisen tilavuusvirtamittauksen sijoittaminen (BS ISO 14164)

Mittauksen sijainti mittaustasossa	Edustava kokonaistilavuusvirran määrittäminen
Kanavan suoran osan pituus	Vähintään kymmenen hydraulista halkaisijaa ¹⁾
Häiriöttömät virtausetäisyydet	Vähintään viisi hydraulista halkaisijaa ¹⁾ ennen ja jälkeen mittausyhteen

¹⁾ Hydraulinen halkaisija:

Pyöreä kanava: hydraulinen halkaisija d_h = kanavan halkaisija

Suorakulmainen kanava: $d_h = 4 \times$ kanavan pinta-ala / kanavan piirillä

Taulukossa 3 esitetään virtauksen tasaisuusvaatimukset jatkuvassa kaasuvirtamittauksessa.

Taulukko 3. Virtauksen tasaisuusvaatimukset jatkuvassa tilavuusvirtamittauksessa (BS ISO 14164)

Kaasun virtauskulma	$\leq \pm 10^\circ$ kanavan akselin suunta
Virtauksen suunta	Ei paikallista negatiivista virtausta
Miniminopeus	Laitevalmistajan ohjeiden mukaan
Kaasun virtausvaihtelut	$\leq 10\%$ eri mittauspisteissä

4.1.4 Mittauspaikan varustus ja turvallisuusvaatimukset

Päästömittauspaikan rakenteet:

Päästömittauspaikan rakenteille on asetettu lukuisia vaatimuksia. Kaikki pakolliset rakenne- ja turvallisuusvaatimukset tulee täyttyä ja niiden toteutumista on säännöllisesti valvottava. Valvonnan raporttien tulee olla mittajien saatavilla ennen kuin he menevät päästömittausalueelle.

Esimerkiksi liikuteltavan mittausalustan, nostokorin tai tikkaiden käyttö ei ole päästömittauksissa sallittua. Lisäksi sellaisissa paikoissa, jotka eivät täytä tämän ohjeen (TGN, M1) tai ”Work at Height ” (WAH) Regulations 2005 vaatimuksia ei päästömittauksia voida tehdä.

Yleensä on käytettävä pysyvästi asennettuja mittauspaikkoja. Jos mittauksia on tehtävä väliaikaisia rakenteita käyttäen, pitää niillä olla päästömittausryhmän johtajan hyväksyntä.

Laite- ja henkilötilat:

Työskentelyalustan koon tulee olla vähintään 5 m^2 . Mikään tila ei saa olla 2 m kaapeampi. Lisäksi mittausyhteen edessä tulee olla vapaata tilaa vähintään 2 m tai mittaussondin pituus + 1 m . Työskentelyalustan tulee myös olla niin suuri, ettei mikään mittauslaite (mittaussondi) ulotu alustan ulkopuolelle.

Mittausyhteet:

Mittausyhteiden tulee olla tarpeeksi suuria. BS EN 13281-1:2002 ehdottaa, että yhteiden minimisisähalkaisija on 125 mm.

Laitoksen on huolehdittava siitä, että mittausyhteet pysyvät hyvässä kunnossa ja että ne ovat aukaistavissa normaalisti mittauksissa.

Mittauspaikasta, -tasosta ja -yhteistä esitetään TGN:ssä useita kuvia.

Mittausolosuhteet:

Mittauspaikalla täytyy olla riittävä valaistus ja ilmanvaihto. Sähköä, vettä ja paineilmaa on oltava riittävästi saatavilla.

Kaikki mittauksiin liittyvien rakenteiden ja tavaroiden nostolaitteiden täytyy olla pätevän henkilön asentamia, tarkastamia ja ylläpitämiä ennen mittauksia.

Riskinhallinta:

Turvallisuuskysymykset ovat ensisijaisia ja ne on ratkaistava ennen kuin mittauksia tehdään. Mittausteknisiä parannustoimenpiteitä, esimerkiksi näytteenottopaikan vaihtoa, ei saa tehdä, jos ne johtavat sellaisiin turvallisuusriskeihin, jotka eivät ole hyväksyttäviä.

Erityinen riskien arviointi on tehtävä ennen mittauksia lainsäädännön vaatimusten mukaisesti. Riskien arviointi on dokumentoitava. Mm. Source Testing Association (STA) käsittelee riskien hallintaa julkaisussaan Risk Assessment Guide: Industrial- emission Monitoring.

Riskien arviointi on perusta turvalliselle työlle piipuissa.

Termejä vahinkovaara (hazard) ja vahinkoriski (risk) käytetään TGN- julkaisussa kuvaamaan erilaisia vaaratilanteita. (Vahinkovaara tarkoittaa esimerkiksi liukastumisvaaraa jäätyneellä mittaustasanteella ja riski sitä, että vaara liukastua on suurempi talvella kuin kesällä).

Vastuut:

Vastuita on käsitelty "The Management of Health and Safety at Work Regulations 1999" julkaisussa ja niitä referoidaan TGN M1:ssä.

Kun laitoksen omat työntekijät tekevät mittauksia, on vastuu riskien hallinnasta ja työturvallisuudesta laitoksen linjaorganisaatiolla.

Laitoksen vastuulla on teettää työt pätevällä konsultilla ja konsultilla on vastuu siitä, että sen työntekijöillä on pätevyys tehdä työt turvallisesti.

Käytännössä mittauskonsultilla on usein parhaat edellytykset tehdä kattava riskiarviointi työstään. Konsultin pitäisi tehdä oma riskienarviointi huolimatta siitä, onko laitos sitä tehnyt.

Mittauskonsultin ensimmäinen työ laitoksella on käsitellä riskien arviointia. Laitoksen kanssa selvitetään mm. prosessiolosuhteet, poistumisreitit jne.

Laitoksen on otettava huomioon konsultin kommentit riskeihin liittyen.

Onnettomuuksien ja läheltäpiti-tapausten raportointi:

Tietyistä onnettomuuksista on lakisääteisesti raportoitava ns. RIDDOR-säännösten mukaisesti (Reporting of Injuries Diseases and Dangerous Occurrences Regulations, RIDDOR, 1995). Kaikki RIDDOR- kategoriaan kuuluvat tapaukset on raportoitava Health and Safety Executive-virastoon. Lisäksi on hyötyä informoida erilaisista onnettomuuksista ja läheltäpiti-tilanteista, niiden vakavuudesta riippumatta, virastoille STA ja / tai Environment Agency. Tietämyksen lisääntyminen auttaa kehittämään toimintatapoja ja ohjeita, joilla vältetään onnettomuudet tulevaisuudessa. STA ylläpitää ja päivittää päästömittausten työturvallisuusohjetta. STA pyytää laitoksia ja mittauskonsultteja esittämään yksityiskohtia tapahtumista ja läheltäpiti-tilanteista. Ilmoituksia käsitellään luottamuksellisina ja niitä voi myös jättää nimettömänä.

4.2 Standardi EN 15259; Air quality – Measurement of stationary source emissions – Measurement strategy, measurement planning, reporting and design of measurement sites

Tämä EN- standardi määrittelee minimivaatimukset.

- a) mittausstrategia, mittausten suunnittelu ja raportointi
- b) mittauspaikan suunnittelu laitoksen piippuun

4.2.1 Suunnittelu ja rakenteet

Sopivat mittauspaikat ovat välttämättömiä luotettavien ja vertailukelpoisten tulosten saamiseksi. Sen vuoksi jo laitoksen suunnitteluvaiheessa on tärkeää varautua asianmukaisten mittauspaikkojen rakentamiseen

Standardissa EN 15259 esitetään yksityiskohtaisesti, minkälaisia mittauspaikan, mittaustason ja mittausyhteiden tulee olla. Vaatimukset ovat samankaltaisia kuin TGN, M 1:ssä esitetyt vaatimukset. Eräs merkittävä ero on se, että EN 15259-standardissa mm. suositellaan työturvallisuuteen vedoten, ettei näytteenottoaika valittaisi alueelta, jossa kanavistossa on ylipaine.

4.2.2 Mittaussuunnitelma

Mittaussuunnitelman tulee sisältää vähintään seuraavat asiat:

- § mittauspaikan kuvaus
- § prosessin toiminta mittauksissa
- § mitattavat suureet
- § mittausepävarmuus
- § mittausmenetelmät
- § mittausten aikataulu
- § mittauslaboratorion pätevyys
- § laitoksen yhteyshenkilö (työnjohtaja) ja välttämätön mittauksia avustava henkilöstö

§ raportointi

4.2.3 Näytteenoton strategia

Peruslähtökohtana on näytteenoton edustavuus ja siihen vaikuttavien yksittäisten tekijöiden huomioiminen. Esimerkiksi verkkomittauksen näytteenottopisteet valitaan huomioiden hiukkasnäytteenoton ja kaasunäytteenoton vaatimukset (mm. mitattavan savukaasun homogeenisuus ajan ja mittauspisteiden suhteen).

Standardissa EN 15259 esitetään keinot kaasun homogeenisuuden tarkastelemiseksi.

4.2.4 Parhaan mittauspisteen valinta kiinteästi asennetulle mittalaitteelle

AMS:n mittauspisteen tulee olla edustava mitattavan pitoisuuden suhteen. Edustavuustarkastelu tehdään kahdella toisistaan riippumattomalla mittauksella. Toisen mittauksen näytteenotto tehdään yhdestä pisteestä (referenssipiste) ja toisen mittauksen näytteenotto tehdään verkkomittauksena. Näin saadaan selville pitoisuuksien ajallinen ja paikallinen vaihtelu. Standardi esittää laskennallisen tavan parhaan AMS- mittauspisteen valitsemiseksi.

4.3 **Standardi Statens naturvårdsverk; Riktlinjer för luftvård: 1973 : 8**

Standardi käsittelee pääasiassa mittauspaikan, -tason ja – pisteiden valintaa hiukkas- ja kaasumittauksissa. Vaatimukset ovat periaatteessa samat kuin muissakin esitetyissä standardeissa.

4.4 **Standardi SFS 5625; Ilmansuojelu. Päästöt. Mittausyhteiden asentaminen kanavaan: 1990**

Standardi keskittyy pääasiassa mittaustason ja mittausyhteiden valintaan.

5 Yhteenveto

Yhteisölainsäädännön tiukentumisen myötä päästömittaukset ovat merkittävästi lisääntyneet energiatuotantolaitoksissa ja muissa eri prosesseissa. Laitosten kiinteiden päästömittausten näytteenottolaitteisto on asennettu usein korkealle piippuun päästömittauspaikalle, jossa mittauslaboratorioiden päästömittaajat tekevät toistuvasti mittauksia useiden päivien ajan vuodessa. Lisäksi laitoksen henkilökunta käy päästömittauspaikalla säännöllisesti tarkastamassa kiinteästi asennettujen päästömittalaitteiden kuntoa.

Mittaustulosten luotettavuus sekä päästömittaajien ja laitoksen henkilökunnan turvallisuus asettavat päästömittauspaikoille vaatimuksia, joita käsitellään tässä raportissa. Mittauspaikalle asetettavat vaatimukset on jaoteltu seuraaviin kokonaisuuksiin:

- mittauspaikalle pääsy
- mittauspaikan- ja tason valinta
- mittausyhteiden koko
- mittauspaikan työskentelytila ja olosuhteet
- mittauspaikan työturvallisuus

Päästömittauspaikalle on päästävä kohtuullisin ponnisteluin ja sen vuoksi raportissa suositellaan rakennettavaksi korkealla sijaitseville mittauspaikoille piipuihin henkilöhissit. Hissi voidaan rakentaa sisäpiippuja kannattelevan betonipiipun sisä- tai ulkovaippaan. Päästömittauspaikalle nousemisen helpottaminen hissiä hyväksi käyttäen vaikuttaa päästömittausten luotettavuuteen AMS -mittauksien osalta. Mitä helpommin päästömittauspaikalle päästään, sitä varmemmin laitoksen henkilökunta kykenee valvomaan ja huoltamaan myös laitoksen kiinteästi asennettuja päästömittalaitteita. Näin voidaan varmistua myös siitä, että apu mittauspaikalle tai potilaan poiskuljetus piipusta onnistuu huomattavasti helpommin kuin hissitörmässä piipussa.

Mittaustason ja mittausyhteiden sijoittelun valinnassa tulee huomioida mittausten vaatima tilan tarve. Usein on ongelmana se, ettei kanavassa mittaustasolla pystytä tekemään standardin vaatimaa verkkomittausta. Tämä johtuu yleensä siitä, että mittausten kohteena oleva betonipiipun sisäpiippu sijaitsee lähellä betonipiipun ulkoseinää, eikä tarvittavia yhteitä ole voitu sijoittaa symmetrisesti piipun ympäri.

Asiaan voidaan vaikuttaa huolellisella mittauspaikan, mittaustason ja mittausyhteiden sijoituspaikkojen suunnittelulla. Esimerkiksi lentovalojen huoltoluukkuja voidaan hyödyntää mittausten tarpeisiin siten, että piipun mittausyhteet sijoitetaan lentovalojen huoltoluukkujen eteen. Huoltoluukkujen kohdalla oleviin mittausyhteisiin voidaan silloin asettaa tarvittavan pitkä sondi verkkomittausten onnistumiseksi.

Tarvittaessa on myös mahdollista tehdä betonipiippuun erikseen aukkoja päästömittauksia varten.

Mittausyhteiksi suositellaan laipallisia yhteitä, joissa tulisi olla riittävästi tilaa muttereiden ja pulttien käsittelemiseksi. Suositeltava nimelliskoko yhteille on 125

mm (5 tuumaa). Pienissä kanavissa voivat yhteen olla luonnollisesti pienempiä, mutta niiden koon tulee olla kuitenkin riittävän suuri mittaussondeja varten. Sisä- tai ulkokierteellisiä muhviyhteitä voidaan myös käyttää. Niiden materiaalin tulisi olla ruostumatonta terästä, sillä muuten niiden aukaiseminen ruostumisen vuoksi on usein lähes mahdotonta.

Mittauspaikan varusteet ja olosuhteet tulee olla mittausten tarpeen mukaisia. Mittauspaikalla tulee olla riittävästi sähköä, tarvittaessa paineilmaa ja juoksevaa vettä. Mittauspaikan olosuhteiden tulee täyttää muun muassa akkreditoitujen mittausmenetelmien vaatimukset. Sen vuoksi mittauspaikkana tulisi mahdollisuuksiensa mukaan olla katettu tila, jonka ympäristöolosuhteet hallitaan. Lisäksi mittauspaikalla tulee olla varmennettu yhteydenpitomahdollisuus laitoksen edustajaan.

Työturvallisuuskysymykset ovat keskeisessä asemassa luotettavien päästömittausten tekemisessä. Piipun ritilätasot ja piipun ja ritilätasojen välit tulee peittää esineiden putoamisen estämiseksi. Mittauspaikalla tulee olla riittävä pelastautumiseksi sekä kaasuhälytysvarustus esimerkiksi kaasuvuotojen varalta.

Jos sisäpiippuun vapautuu jostain syystä savukaasuja tai siellä syttyy tulipalo, eivät korkealla päästömittauspaikalle olevat henkilöt ehdi turvallisesti poistumaan piipusta, vaikka käytössä olisikin turvavarusteita. Sen vuoksi piippuihin tulisi rakentaa erillinen pelastautumisparveke, jonne päästömittaajat pääsevät tilapäiseen turvaan piipun ulkopuolelle.

Olemassa oleviin laitoksiin mittausolosuhteiden parantaminen on mahdollista ja uusia laitoksia tehtäessä päästömittauspaikan vaatimukset voidaan ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa.

Mittauspaikoilla, joissa sekä mittaustekniset että turvallisuuteen liittyvät seikat on riittävästi huomioitu, on keskeinen merkitys päästömittaustulosten luotettavuuteen. Luotettavien päästömittaustulosten avulla laitoksen on mahdollista tuottaa oikeaa mittaustietoa velvoitteiden toteutumisen seuraamiseksi.

6 Lähdeluettelo

EN 14181: Stationary source emissions- Quality assurance of automated measuring systems: 2004

Technical Guidance Note (Monitoring) M1: 2006

EN 15259: Air quality- Measurement of stationary source emissions – Measurement strategy, measurement planning, reporting and design of measurement sites: 2007

Statens Naturvårdsverk. Publikationer 1973 : 8. Riktlinier för luftvård

SFS 5625: Ilmansuojelu. Päästöt. Mittausyhteiden asentaminen kanavaan: 1990

Liitteet

Liitteissä 1-2 kuvataan laitosten menettelyjä ulkopuolisten työntekijöiden/päästömittaajien turvallisuusasioissa ja liitteessä 3 on esitetty ns. tarkastuslista päästömittauksia varten.

Liite 1: Stora Enso Oyj, Veitsiluodon tehtaat

Liite 2: Helsingin Energia

Liite 3: Päästömittausten ”tarkastuslista”

Stora Enso, Veitsiluodon tehtaat

1. Kaikilta ulkopuolisilta työntekijöiltä/mittaajilta edellytetään turvallisuuskortti.
2. Kun henkilö tulee ensimmäisen kerran tehtaalle töihin/mittaamaan hän osallistuu ennen töiden aloittamista tehtaan turvallisuuskoulutukseen. Ko. koulutuksessa esitetään video (45 min), jossa käydään läpi tehtaiden Turvallisuusoppaan sisältö. Ko. koulutus uusitaan kaikille kahden vuoden välein. Videon jälkeen vielä keskustellaan mahdollisista avoimista tai epäselvistä asioista.
3. Työntekijä/mittaaja käy läpi osaston/tehtaan, jossa tulee työskentelemään, edustajan kanssa työkohteeseen liittyvät turvallisuusnäkökohdat. Tämän jälkeen tehtaan edustaja antaa työntekijälle/mittaajalle työluvan.

Kaikissa mittauspisteissä on mittauskoppi ja ko. tasolle pääsee tavarahissillä eli nostoja ei tarvitse tehdä, eikä siten tarvitse kiivetä portaita ylös tai alas. Lisäksi kaikissa mittauspisteissä on sähköt ja paineilma. Mittausyhteitä on useamman kokoisia.

Helsingin Energia

7 PÄÄSTÖMITTAAJAN TYÖTURVALLISUUSOHJE

1. Yleistä

Päästömittauksia suorittavien tai töissä avustavien henkilöiden täytyy tuntea päästömittauksiin liittyvät työturvallisuusriskit sekä työtä ja työympäristöä koskevat turvallisuussäännökset. Työntekijöiden on perehdyttävä tässä ohjeessa lueteltuihin turvallisuussäännöksiin ja noudatettava sähkölaitteista, telinetöistä, kaasupulloista, terveydelle vaarallisista aineista, koneista ja laitteista ja vastaavista annettuja erityisiä turvallisuus- ja käyttöohjeita.

Käytössä olevissa työvälineissä ja suojavälineissä ilmenevistä vioista tai puutteellisuuksista, joista saattaa aiheutua tapaturman tai sairastumisen vaaraa on ilmoitettava viipymättä esimiehelle tai muulle vastuuhenkilölle.

Mikäli mittauspaikassa havaitaan turvallisuutta vaarantavia tekijöitä, on niistä välittömästi ilmoitettava ko. laitoksen vastuuhenkilöille sekä esimiehelle, ja harkittava tapauskohtaisesti mittauksen keskeyttämistä tai peruuttamista.

Tässä ohjeessa on lueteltu päästömittauksissa huomioitavat Helsingin Energian yleiset turvallisuussäännökset sekä erityisesti päästömittauksia ja voimalaitosten savupiipuissa käyntiä koskevat turvallisuussäännökset.

Yleiset turvallisuusohjeet: (erillisissä dokumenteissa)

1.1 Yleinen järjestys ja turvallisuus

1.3 Palontorjunta

1.4 Kemikaalien käsittely

1.5 Yleiset sähköohjeet ja -määräykset/

1.6 Kielto- ja ohjekilvet

2. Toimenpiteet ennen työn aloittamista ja mittauspaikkaan siirtymistä

Savupiipuissa ei saa käydä yksin, joten mittauskaluston siirtämisessä ja mittauksen suorittamisessa tulisi olla aina kaksi henkilöä paikalla. Laitosten sisätiloissa mittauksia voi tehdä yksinkin, edellyttäen että paikalla on laitoksen käyttöhenkilökuntaa, joilta saa tarvittaessa apua.

Päästömittausten ajankohta sovitaan etukäteen voimalaitoksen tai lämpökeskuksen yhteyshenkilön kanssa. Voimalaitoksilla ilmoitaudutaan aina ensin valvomoon ennen kuin nouseaan savupiippuun tai kattotasolle. Valvomoon ilmoitetaan myös kun piipusta tai kattotasolta on poistuttu. Lämpökeskuksissa mittauksen aloittamisesta ilmoitetaan paikalla olevalle käyttöhenkilökunnalle tai lämpövalvomoon. Salmisaaren ja Hanasaaren voimalaitoksilla on omat ohjeensa savupiipussa käynnistä, joita on noudatettava. (erillisissä dokumenteissa)

5.05 HaB piipussa käynti

5.06 Sa piipussa käynti

Omassa työyksikössä on jollain myös hyvä olla tieto mittausten suorittamisesta. Tiedottamisen voi hoitaa suullisesti, sähköpostitse, puhelimitse tai merkittävillä mittauksilla Outlook-kalenteriin.

Mittauspaikan työturvallisuusriskit on arvioitava ennen mittausten suorittamista. Parasta on käydä etukäteen mittauspaikalla ja varmistaa, että mittauspaikka on asianmukainen. Tässä vaiheessa voidaan arvioida myös täytyykö mittausta varten rakentaa telineet. Tyypillisiä turvallisuusriskejä päästömittaajan työssä ovat korkeisiin paikkoihin liittyvät riskit sekä savukaasun haitallisille aineille altistumiseen liittyvät riskit. Näitä riskejä on selvitetty kahdessa erillisessä dokumentissa:

Korkeissa paikoissa työskentelyyn liittyvät riskit

Savukaasun sisältämille haitallisille aineille altistuminen päästömittauksissa

Päästömittaajien täytyy olla selvillä mittauspaikan turvallisuusjärjestelyistä, kuten ulospääsysteistä, valaistuksen ohjauksesta, lähimpien palo- ja pelastushälyttimien sijainnista ja kokoontumispaikoista ulkona. Voimalaitosten turvallisuusjärjestelyt käyvät ilmi Helsingin Energian turvallisuussäännöksistä, mutta etenkin uusissa mittauspaikoissa turvallisuusjärjestelyt täytyy selvittää etukäteen mittausten tilaajalta.

Vaaratilanneohjeet eri laitoksilla: (erillisissä dokumenteissa)

2.6 Kattilalaitokset/

2.9 Vaaratilanneohje Hanasaaren voimalaitoksen alueella/

2.11 Vaaratilanneohje Salmisaaren voimalaitoksen alueella/

2.18 Vaaratilanneohje Vuosaaren voimalaitoksen alueella/

2.18 liite 1 Maakaasun turvaohjeet Vuosaaren voimalaitosalueella/

2.18 liite 2 Maakaasun aiheuttamien hätätilanteiden toimintaohje Vuosaaren voimalaitosalueella/

2.18 liite 3a Vuosaaren A-voimalaitoksen maakaasujohtojen pääsulkuventtiilit/

2.18 liite 3b Vuosaaren B-voimalaitoksen maakaasujohtojen pääsulkuventtiilit/

3.15 Työskentely CO₂ sammutuslaitteilla varustetuissa tiloissa/

3.16 Hiilipölylaitokset/

Mittauspaikalla mukana tulee olla kannettavat happi-, rikkidioksidi-, ja häkäanalysaattorit. Kannettavien kaasuhälyttimien toiminta tulee varmistaa ennen mittauspaikkaan siirtymistä.

Savupiipussa mittaajilla tulee olla toimiva puhelin tai radiopuhelin, jolla saa yhteyden valvomoon. Matkapuhelimien toimivuus mittauspaikassa täytyy varmistaa.

3. Toimenpiteet mittauspaikalla

Mittauspaikalla on käytettävä suojakenkiä, suojakypärää sekä joissain tilanteissa myös suojalaseja. Mittaajilla tulee olla mukanaan myös toimiva taskulamppu, jotta mittauspaikalta voidaan poistua turvallisesti pimeässä. Helsingin Energiassa on yleinen ohje henkilökohtaisten suojavälineiden käytöstä, lisäksi Salmisaaren voimalaitoksilla on oma ohje suojavälineiden käytöstä, joita täytyy noudattaa. (erillisissä dokumenteissa)

5.12 Suojalasi ja kypärän käyttö

1.7 Henkilökohtaiset suojeluvälineet

Kaasuhälyttimiä tulee tarkkailla mittausten aikana. Mikäli laite hälyttää korkeasta pitoisuudesta, on paikalta poistuttava välittömästi. Mikäli savupiipussa tai muussa mittaustilassa tuntuu rikkidioksidin tai muiden savukaasukomponenttien hajua, on ennen työskentelyn jatkamista pitoisuudet selvitettävä. Mikäli se ei ole mahdollista, niin varmuuden vuoksi mittaus on keskeytettävä ja paikalta on poistuttava.

Mitattaessa ja työskenneltäessä tiloissa, joissa on olemassa kaasuvaara, tulee pitää kannettavien kaasuhälyttimien lisäksi mukana pelastautumiseen tarkoitettuja hupullisia paineilmapulloja.

Päästömittauksissa käytetään sähkölaitteita. Sähkölaitteiden kunto on tarkastettava ennen verkkovirtaan kytkemistä. Sähkölaitteiden käyttöolosuhteet jaetaan tapaturman kannalta kolmeen ryhmään: erittäin vaarallisiin, vaarallisiin ja vaarattomiin. Yleisesti voidaan katsoa, että tilat, joissa mittauksia suoritetaan, voidaan luokitella vaarallisiksi tiloiksi. Tällaisia tiloja ovat mm. piippujen suojarakennukset, kattilahallit ja ritilätasot. Tällaisissa tiloissa kaikkien laitteiden tulee olla suojamaadoitettuja. Lisäksi sähkölaitteissa tulee käyttää vikavirtasuojaa turvallisuuden lisäämiseksi. Erittäin vaarallisiksi luokitellaan tilat, joihin mennään miesluukun kautta tai jotka ovat erityisen ahtaita ja johtavia. Näissä tiloissa on käytettävä suojaerotusmuuntajia, joita saa työkaluvarastolta.

3.19 Sähkölaitteiden käyttö ahtaissa ja johtavissa tiloissa/

Päästömittauslaitteet joudutaan kuljettamaan piippuun joko kantamalla tai tavaranoimella nostamalla. Joskus mittausyhteet sijaitsevat sellaisessa paikassa, että mittausten suorittaminen edellyttää telinoiden rakentamista. Näissä tapauksissa täytyy noudattaa Helsingin Energian yleisiä ohjeita nosto- ja telinetoista. (erillisissä dokumenteissa)

3.8 Nostotyö ja laitteet /

3.12 Telinetyöt /

Tehtäessä mittauksia laitosten prosessitiloissa, voi lämpötila mittaustaikalla olla huomattavan korkea. Tällöin on syytä huolehtia riittävästä nesteestä saannista ja pitää riittävästi taukoja. (erillisessä dokumentissa)

3.22 Kuumatyöohjeet /

4. Toimenpiteet mittauksen jälkeen

Mittaustaikalta poistuttaessa ilmoitetaan voimalaitoksilla valvomoon ja lämpökeskuksessa käyttöhenkilökunnalle mittauksen lopettamisesta ja piipusta poistumisesta.

5. Kaasupullot

Päästömittauslaitteiden kalibroinnissa käytetään kalibrointikaasuja, minkä takia päästömittaustilassa säilytetään kaasupulloja. Lista käytössä olevista kaasupulloista löytyy U-aseimalta ryhmän 1672 tiedostoista Turvallisuus-kansiosta. Kaasupulloja on käsiteltävä varovasti ja estettävä niiden putoaminen, kaatuminen tai kuumentuminen. Pullon kuumentumisesta aiheutuu kaasun paineen nousu ja räjähdysvaara, joten kaasupulloja ei saa asettaa avonaisen tulen eikä muun kuuman paikan läheisyyteen eikä suoraan auringonpaisteeseen.

Säilytykseen ja kuljetukseen liittyvän kolhiintumisvaaran takia pullojen venttiilit on peitettävä suojahatuilla. Kaasupullojen venttiilit on aina käytön päätyttyä suljettava ja letkuista laskettava paine pois. Työn päättyessä on kaasupullot aina siirrettävä niille osoitetuihin säilytyspaikkoihin. Kaasupulloja saa laitoksen tiloissa säilyttää vain erikseen sovitussa, merkityissä paikoissa. pullot on tuettava niin, etteivät ne pääse kaatumaan. Säilytyspaikan ja varaston ovelle on asennettava taulu "KAASUPULLOT". Kun kaasupulloja kuljetetaan yleisellä tiellä, on kyseessä "VAARALLINEN KULJETUS". Kuorman tulee olla kiinnitetty siten, että sen siirtyminen tai kaatuminen ei aiheuta kaasupullon venttiilikaulan katkeamista.

Kun kaasupulloja kuljetetaan työkohteessa, letkut voivat olla kiinni kaasupulloissa ja venttiilin kuljetussuojaa ei tarvita, jos kaasupullot ja muu kuorma on kiinnitetty siten, että ne eivät voi siirtymisen tai kaatumisen seurauksena aiheuttaa kaasupullon venttiilikaulan katkeamista tai jos kaasupullon venttiilit ovat kiinni ja letkut paineettomat. Muissa tapauksissa letkut on irrotettava ja venttiilin kuljetussuoja on laitettava paikoilleen.

Päästömittausten ”tarkastuslista”

1. Tietoja mitattavasta prosessista
 - a) laitostyyppi (toimintaperiaate, kapasiteetti ym.)
 - b) jatkuva vai panosprosessi
 - c) savukaasujen puhdistuslaitteet
 - d) yhteyshenkilö
 - e) mitattava kohde (mm. AMS – mittalaitetiedot)
 - f) muu olennainen tieto

2. Mittauspaikka, -taso ja -yhteet
 - a) mittauspaikan sijainti
 - b) mittaustason sijainti ja mahdolliset virtauksen häiriötekijät
 - c) mittausyhteiden lukumäärä ja piipun sisähalkaisija
-onko mittausyhteitä riittävästi verkkomittauksen tarpeisiin standardien EN 13284-1 ja ISO 9096 / 2003 vaatimusten mukaisesti
 - d) mittausyhteiden mallit ja mitat (laippayhde, muhviyhde sisäkiertein / ulkokiertein, yhteen pituus, eristeen etäisyys yhteestä jne.)
 - e) piipun sisähalkaisijan mitat (pyöreä- / suorakaidepiippu)
 - f) mittauspaikan mitat (työalueen mitat sondi huomioiden)
 - g) mittauspaikalle pääsy / tarvikkeiden kuljetus (raput, hissi)
 - h) sähkön saanti ja sähkötehon riittävyys, paineilma, vesi jne...
 - i) muu olennainen tieto

3. Savukaasujen olosuhteet
 - a) lämpötila
 - b) kosteus
 - c) paine
 - d) pitoisuuksien oletusarvot
 - e) muu olennainen tieto (vaihtelut)

4. Turvallisuustekijät
 - a) poistumisreitit
 - b) muu olennainen tieto (mahdollisuus myrkyllisten kaasujen vapautumiseen)

5. Valokuvat mittauspaikoista ja yhteistä