

Välisõhu pideva heiteseire
aruandluse jaoks vajaliku
automaatse mõõtesüsteemi
(AMS) andmehõive tehnilise
spetsifikatsiooni koostamine

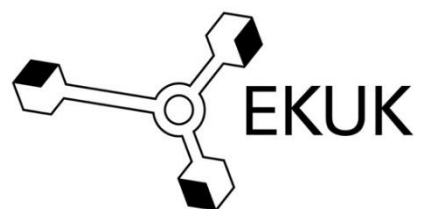
Versioon 1

Tallinn 2024



Välisõhu pideva heiteseire
aruandluse jaoks vajaliku
automaatse mõõtesüsteemi
(AMS) andmehõive tehnilise
spetsifikatsiooni koostamine

Tallinn 2024





Töö nimetus:

Välisõhu pideva heiteseire aruandluse jaoks vajaliku automaatse mõõtesüsteemi (AMS) andmehõive tehnilise spetsifikatsiooni koostamine

Töö autorid:

Keio Vainumäe, emissioonigrupi juhataja
Marina Kiisler, nõunik
Riina Titova, vanemspetsialist
Erik Teinemaa, õhukvaliteedi ja kliimaosakonna juhataja
Marek Maasikmets, andmeanalüüsi grupi juhataja

Töö tellija:

Kliimaministerium
Suur-Ameerika tn 1
10122 Tallinn
Eesti Vabariik

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D
10617 Tallinn
Tel. 6112 900
Fax. 6112 901
info@klab.ee
www.klab.ee
EAK poolt akrediteeritud katselabor L008.

Töövõtuleping nr 4-1/24/66

Töö valmimisaeg: 09.12.2024

Käesolev töö on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Töös ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda. Töö omandamine, trükkimine ja/või levitamine ärilistel eesmärkidel on ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku nõusolekuta keelatud. Töös toodud info kasutamine õppe- ja mitteärilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale. Labor ei vastuta kliendi esitatud teabe õigsuse eest.



Sisukord

1	Sissejuhatus.....	8
2	Mõisted ja terminid.....	8
3	Olulised standardid.....	9
4	AMS-i kvaliteedi tagamise rollide ja vastutuse jaotus.....	10
5	Üldine kvaliteedi tagamise skeem ja tagamise tasemed.....	11
6	AMS-i asukoha valik ja homogeensustest	11
7	Esimene kvaliteedi tagamise tase QAL 1 ja uue AMS valikukriteeriumid	13
7.1	QAL 1	15
7.1.1	AMS dokumentatsioon ja vastutav isik	15
7.1.2	Varu AMS.....	16
8	Kvaliteedi tagamise teine tase – QAL 2	17
8.1	QAL 2 teostamise ajad.....	17
8.2	Varu, parandatud või asendatud AMS	18
8.3	AMS funktsionaalsuse kontroll.....	19
8.4	QAL 2 võrdlusmõõtmised	20
8.5	QAL 2 katsete arv ja jagunemine.....	20
8.6	Kalibreerimisfunktsiooni saamise sammud ja varieeruvustest.....	21
8.6.1	Kui tulemused jäävad allapoole määramispiiri	24
8.6.2	Kõrvalekallete test.....	24
8.7	Varu AMS ristkalibreerimine	25
8.8	Nõuded QAL 2 aruandele	25
9	Aastane kontrollmõõtmine – AST	26
10	Kvaliteedi tagamise kolmas tase – QAL 3	28
10.1	QAL 3 teostamise ajad.....	28
10.2	Lubatud hajumispiiride (sAMS) määramine	29



10.3	Kontrollkaardid.....	29
10.4	Nullpunkti ja kalibreerimispunkti kontroll.....	30
10.5	QAL 3 aruanne	30
11	AMS-i andmehaldussüsteemid	31
11.1	Üldised nõuded AMS andmehaldussüsteemile EN 17255-2	31
11.1.1	Vajalikud andmehaldussüsteemi andmed	31
11.1.2	Nõuded sekkumiskindlale andmete edastamisele ja haldamisele.....	31
11.1.3	Nõuded andmehaldussüsteemi andmesalvestusele.....	32
11.1.4	Käsitsi sisestatavad andmed.....	32
11.1.5	Sisendandmete töötlemine	34
11.1.6	Alarmid ja hoiatused	34
11.1.7	Sündmuste logi sissekanded.....	34
11.1.8	Andmehaldussüsteemi aruanded.....	35
11.2	QAL 3 ja andmehaldussüsteem	35
11.3	Andmehaldussüsteemi dokumentatsioon	36
11.4	Andmehaldussüsteemi andmetasemed.....	36
11.4.1	Üldised andmehaldussüsteemi andmetasemed	36
11.4.2	Esimese tasandi andmed.....	37
11.4.3	Esmatasandi andmetega seotud AMS-i oleku parameetrid.....	38
12	AMS-i tulemuste arvutamise skeemid andmehaldussüsteemis	39
12.1	Tulemuste keskmistamisajad	42
12.2	Lühiajalise keskmise kontsentratsiooni kehtivus ja 2/3 reegel.....	42
12.3	Puudevate täiendavate parameetrite asendamine	43
12.4	Möötemääramatusega arvestamine	44
12.5	Hapnikusisalduse võrdlustasemed	45
13	Arvutusvalemid.....	46
13.1	Mahuosa teisendamine kontsentratsiooniks (ppm → mg/Nm ³)	46



13.2	Massikontsentratsiooni teisendamine normaaltingimustele kasutades täiendavaid parameetreid.....	46
13.2.1	Kontsentratsioonide keskmistamine.....	46
13.2.2	Temperatuuri parandustegur.....	47
13.2.3	Rõhu parandustegur.....	47
13.2.4	Massikontsentratsiooni teisendamine kuivale gaasile.....	47
13.2.5	Massikontsentratsiooni teisendamine võrdlustaseme (referents) hapniku kontsentratsioonile	48
13.2.6	Massikontsentratsiooni teisendamise kombineeritud valem.....	48
13.2.7	Normaaltingimustele teisendatud massikontsentratsiooni valideerimine.....	48
13.2.8	Gaasi mahtkulu arvutamine	48
13.2.9	Hetkelise heitkoguse arvutamine.....	49

Tabelid

Tabel 1	Osapoolte rollid ja vastutused.....	10
Tabel 2	Keskmistamisperioodid ja algusajad	42
Tabel 3	Maksimaalsed lubatud määramatused	45
Tabel 4	Hapnikusisalduse võrdlustasemed	45

Joonised

Joonis 1	QAL 2 üldine skeem (allikas EN 14181)	17
Joonis 2	AMS lineaarne kalibreerimine üle mõõtepiirkonna	22
Joonis 3	AMS tulemused esinevad kõrge kontsentratsiooni grupina	23
Joonis 4	AMS tulemused esinevad madala kontsentratsiooni grupina	24
Joonis 5	AST üldine skeem	26
Joonis 6	Esmatasandi andmete skeem (allikas EN 17255-1).....	39
Joonis 7	Kalibreeritud lühiajalise keskmise kontsentratsiooni arvutamise skeem (allikas EN 17255-1).....	40



Joonis 8	Valideeritud normaliseeritud lühiajalise keskmistatud tulemuse arvutamine (allikas EN 17255-1).....	41
Joonis 9	2/3 lühiajalise keskmise (STA) kehtivuse hindamine.....	44

Lisade loetelu

Lisa 1 AMS-i andmete arvutusnäide



1 Sissejuhatus

Pideva heiteseire andmete kvaliteedi tagamise süsteem põhineb mitmetel standarditel ja on vajalik keskkonnavalaste mõõtmiste usaldusväärsuse ja täpsuse tagamiseks. Käesoleva töö eesmärk on koondada erinevatest standarditest oluline info, kirjeldada ja anda protsessiga seotud osapooltele praktilised juhised automaatse mõõtesüsteemi andmete kvaliteedi tagamiseks ning tulemuste hindamiseks. Sealhulgas pakkuda lahendusi olukordadele, mis ei ole standardites või õigusaktides üheselt käsitletud. Andmekvaliteedi tagamine võimaldab teostada korrektset võrdlust kehtestatud heite piirväärtusega (HPV), saasteainete hetkeliste heitkoguste kasutamist keskkonnakasutuse aastaaruannetes, deklareerimistel ning vajadusel keskkonnakaitseloa taotlusmaterjalina. Töö põhisuund on suurte põletusseadmete ja jäätmepõletuse praktikal, kuid on kasutatavad ka teistes valdkondades, kus on vajalik teostada pidevat heiteseiret, võttes arvesse töös toodud erandeid mõõtemääramatuse ja QAL 1 osas. NB! Töö on mõeldud kasutamiseks koos nimetatud standarditega.

2 Mõisted ja terminid

AMS/CEMS – Automaatne mõõtesüsteem (ingl *automated measuring system*, AMS; *continuous emissions monitoring system*, CEMS)

Andmehaldussüsteem – Käesolevas töös on mõiste all mõeldud andmehaldus- ja analüüsisüsteemi.

QAL 1 – Protseduur mille abil mõõtesüsteem tunnistatakse sobivaks määratud mõõtmisülesande täitmiseks. Täpsustatud standardites: EN 15267–1, EN 15267–2, EN 15267–3 ja EN ISO 14956

QAL 2 – Automaatse mõõtmisüsteemi kalibreerimine ja valideerimine

QAL 3 – Pidev kvaliteedi tagamise protseduur automaatse mõõtmisüsteemi töötamise ajal

AST – Iga-aastased mõõtmised QAL 2 kalibreerimisfunktsioonide kontrollimiseks (ingl *annual surveillance test*)

HPV – Heite piirväärtus on heidet iseloomustava näitaja suhtes väljendatud heite mass, kontsentratsioon või tase, mida kindlaksmääratud ajavahemikus või ajavahemikes ei tohi ületada.

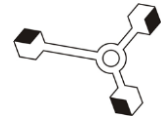
STA – Lühiajaline keskmine kontsentratsioon (ingl *short time average*)

SSTA – Normaliseeritud lühiajaline keskmine kontsentratsioon (ingl *standardized short-term average*)

SRM – Standard-referents meetod (ingl *standard reference method*), mõõtelabori poolt kasutatav akrediteeritud võrdlusmeetod

sAMS – Lubatud standardhälbe hajumispiirid (nii häirepiir kui ka tegevuspiir)

Normaaltingimused – Kontsentratsiooni võrdlustaseme tingimused: kuiv gaas, 101,325 kPa, 275,15 K



3 Olulised standardid

EVS-EN 14181:2014 Stationary source emissions – Quality assurance of automated measuring systems

EVS-EN 17255-2:2020 Stationary source emissions – Data acquisition and handling systems – Part 2: Specification of requirements on data acquisition and handling systems

EVS-EN 17255-1:2019 Stationary source emissions – Data acquisition and handling systems – Part 1: Specification of requirements for the handling and reporting of data

EVS-EN 15259-2007 Air Quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report

EVS-EN 15267-1:2023 Õhukvaliteet. Õhukvaliteedi seireseadmete hindamine. Osa 1: Sertifitseerimise üldpõhimõtted

EVS-EN 15267-2:2023 Õhukvaliteet. Õhukvaliteedi seireseadmete hindamine. Osa 2: Tootja kvaliteedijuhtimissüsteemi esmane hindamine ja tootmisprotsessi sertifitseerimise järgne järelevalve

EVS-EN 15267-3:2023 Air quality - Assessment of air quality monitoring equipment - Part 3: Performance criteria and test procedures for stationary automated measuring systems for continuous monitoring of emissions from stationary sources

Technical Guidance Note M20 – Quality assurance of continuous emissions monitoring systems – application of EN 14181

Ohjeistuksia päästömittausten laadunvarmistukseen Suomessa – SFS-EN 14181:n tulkinta ja raskasmetallien näytteenotto



4 AMS-i kvaliteedi tagamise rollide ja vastutuse jaotus

AMS-i käitaja vastutab pideva heiteseire toimimise ja andmete kvaliteedi tagamise eest. Osapoolte vastutuse ja rollide jaotus on esitatud järgnevas tabelis (vt Tabel 1).

Tabel 1 Osapoolte rollid ja vastutused

Osapool	Roll/vastutus
AMS-i tootja ja tarnija	<ul style="list-style-type: none"> - AMS-i sertifitseerimise saavutamine ja hoidmine läbi pädeva sertifitseerimisskeemi (MCERTS, TÜV). - Mõõteseadme korrektne paigaldamine mõõtekohta - Vajadusel koostöö käitaja ja laboriga võrdlusmõõtmiste teostamisel - Vajadusel AMS-i funktsionaalsustestide läbiviimine, kas osaliselt või täielikult
Mõõtelabor	<ul style="list-style-type: none"> - Akrediteerimine vastavalt standardile EVS-EN ISO/IEC 17025 ja vastavatele mõõtemetoditele - QAL 2 ja AST võrdlusmõõtmiste teostamine - AMS-i funktsionaalsustestide läbiviimine ja vajadusel teiste osapoolte teostatud kontrollide/testide auditeerimine
Käitaja	<ul style="list-style-type: none"> - Sertifitseeritud (MCERTS, TÜV) AMS kasutamine¹ - Süstemaatiliselt dokumenteerimine ja kogu informatsiooni säilitamine, mis mõjutab AMS-i ja andmehaldussüsteemi tööd - QAL 2, QAL 3 ja AST õigeaegne tellimine ja raportite esitamine Keskkonnaametile - Funktsionaalsuste kontrolli õigeaegse teostamise tagamine enne QAL 2 ja AST mõõtmisi - QAL 3 teostamine ja dokumenteerimine
Keskkonnaamet	<ul style="list-style-type: none"> - Käitajale heite piirväärtuste seire aruandlusprogrammi koostamine sh seire nõuete täpsustamine, kehtestatud nõuete ja tingimuste rakendamise jälgimine, esitatud aruannete kontrollimine ja vajalike lisameetmete rakendamine - Standardpraktikast erisuste kooskõlastamine koostöös käitise ja mõõtelaboriga - Järelevalve teostamine

¹ uue AMS-i valikul eelistada sertifitseeritud süsteemi



5 Üldine kvaliteedi tagamise skeem ja tagamise tasemed

Automaatsed mõõtesüsteemid (AMS) koosnevad kolmest osast:

- 1) Proovivõtu seadmestik;
- 2) Analüsaator/-id;
- 3) Andmehaldussüsteem.

AMS proovivõtu- ja analüüsi kvaliteedi tagamine lähtub standardist EN 14181 ja jaguneb neljaks osaks:

- 1) QAL 1 – AMS-i sertifitseerimine;
- 2) QAL 2 – AMS-i kalibreerimine ja valideerimine võrdlusmõõtmistega;
- 3) AST – AMS-i kalibreerimisfunktsioonide kontroll QAL 2 vahepealsetel aastatel;
- 4) QAL 3 – AMS-i pidev kvaliteedi tagamine töö ajal.

6 AMS-i asukoha valik ja homogeensustest

Pideva heiteseire mõõtetulemuste täpsuse tagamiseks on oluline AMS-i asukoha valik. Asukoha valikukriteeriumid ja nõuded mõõtekohale sh mõõteplatvormile on esitatud standardis EVS-EN 15259:2007. AMS tuleb paigutada selliselt, et mõõtmistulemused oleksid esinduslikud kogu gaasikäigu ristlõikes. AMS-i nõuetekohase asukoha valiku eest vastutab käitaja. AMS-i asukohavaliku tegemisel on soovitatav konsulteerida mõõtelaboriga ning vajaduse korral teostada valitud mõõtekohale AMS-i paigaldusele eelnevalt homogeensustest. Lisaks tuleb tagada:

- Lihtne ja ohutu ligipääs mõõteseadmetele ja mõõteplatvormile;
- Ligipääs peab võimaldama teostada kõiki vajalikke hooldus-, kontrolli- ja remonditoiminguid, mida AMS võib töö käigus vajada;
- Võrdlusmõõtmistel mõõtmiskohale seatud nõudeid. Eriti oluline on see tahkete osakeste AMS-i puhul.

AMS-i mõõtekoha kriteeriumid:

- Mõõtekoht peab asuma gaasikäigul kohas, kus mõõtekohale eelnevalt on vähemalt 5 hüdraulilist diameetrit ning peale mõõtekohta vähemalt 2 hüdraulilist diameetrit (gaasikäigu suudme lähedal peab olema vähemalt 5 hüdraulilist diameetrit) gaasikäigu häirevaba osa. Häirekohaks loetakse igasugust käänakut, pöörangut, gaasikäigu kuju või suuruse muutust, diafragmat jne;



- Võimalusel tuleks eelistada vertikaalseid mõõtesektsioone horisontaalsete ees, pidades silmas tahkete osakeste sadenemise võimalust horisontaalses gaasivoolus;
- Võimalusel teostada homogeensustest enne AMS-i asukoha ja mõõtepunkti valikut;
- Mõõtekoht peab olema ohutult ligipääsetav, võimaldades teostada käitajal, tehnikul ja mõõtelaboril AMS-i hooldust, funktsionaalsustesti ning viia läbi QAL 2/AST raames võrdlusmõõtmisi;
- Mõõteplatvorm peab olema piisavalt suur ja tugev, mahutamaks olenevalt mõõtmiste iseloomust vähemalt kaks inimest ja mõõteseadmeid kaaluga 50 kuni 300 kg;
- Külmal perioodil on vajalik mõõteplatvorm isoleerida ilmastikutingimustest näiteks ajutise varjualuse abil;
- Mõõteplatvorm ja selle ümbrus peavad võimaldama vaba ligipääsu mõõteavadele;
- Ettevalmistatud mõõteavad (arvu ja paigutuse valikul lähtuda EVS-EN 15259:2007 nõuetest);
- Mõõteavad tuleb teha selliselt, et nende kaudu oleks võimalik ligi pääseda kõigile mõõtepunktidele ja teha vajadusel samaaegselt erinevaid mõõtmisi sh võrdlusmõõtmisi;
- Võrdlusmõõtmiste mõõteavad tuleb paigaldada AMS-i asukohale võimalikult lähedale, võttes arvesse, et mõõteavade paigutus oleks valitud selliselt, et võrdlusmõõtmisi oleks võimalik teostada häirimata AMS-i tööd.

Homogeensustest peaks olema teostatud minimaalselt 1 kord aastas enne QAL 2 või AST teostamist.

Homogeensustest on täpsemalt kirjeldatud standardis EVS-EN 15259.



7 Esimene kvaliteedi tagamise tase QAL 1 ja uue AMS valikukriteeriumid

QAL 1 AMS-i sertifitseerimine

Eesmärk on hinnata AMS-i sobivust ja suutlikkust mõõta erinevate proovimatriksitega põletusseadmete/protsesside emissioonigaaside koostist läbi sertifitseerimise, mida teostatakse pädevate sertifitseerimisasutuste poolt (TÜV, MCERTS) vastavalt standarditele EN 15267-1, EN 15267-2 ja EN 15267-3. Sertifitseeritud seadme kasutamine annab käitajale mõõteseadme sobivuse ja suutlikkuse osas täiendava kinnituse. AMS-i sertifitseerimise läbimise eest vastutab seadme tootja.

Olemasolevate AMS-ide puhul, millel ei ole teostatud QAL 1 sertifitseerimist, aga mis läbivad QAL 2 kalibreerimised ja QAL 3 kontrollid, ei pea teostama tagantjärele QAL 1 sertifitseerimist. Sertifitseerimata AMS-i QAL 3 kontrollide teostamise vahemik on toodud käesoleva töö peatükis 2810.

Valdkondades, kus on pideva heiteseire nõue saasteainetele, mis ei ole esitatud käesoleva töö Tabel 3 ja mille osas ei ole saadaval QAL 1 sertifitseeritud automaatset mõõtesüsteemi, tuleks põhjalikult hinnata pideva heiteseire nõude asjakohasust ja teostatavust. Seejuures tuleb võtta arvesse, et AMS-ide osas ei ole tõendatud töökindlus ja stabiilsus. Samuti tuleb sellistel juhtudel teostada uuringud standard-referents meetodi ja maksimaalse lubatud mõõtemääramatuse leidmiseks. Samuti ei pruugi olla kehtivad Tabel 3 esitatud maksimaalsed lubatud mõõtemääramatused protsesside mõõtmisel, mille emissioonigaasi koostis erineb oluliselt suurte põletusseadmete ja jäätmepõletuse protsessidest.

Sertifitseerimise käigus hinnatakse:

- AMS-i reageerimisaega;
- korratavuse standardhälvet;
- lineaarsust, triivi;
- välisõhu temperatuuri, toitevoolu stabiilsuse, vibratsiooni, proovigaasi rõhu ning proovi mahtkulu mõju;
- risttundlikkust teiste komponentide mõju osas määratavale komponendile;
- ristkiire mõju korstnasiseste AMS-ide korral;
- konverteri efektiivust NO_x ja Hg analüsaatoritel;
- TOC analüsaatorite reageerimistegureid;
- suutlikkust ja täpsust, võrreldes standard-referents meetoditega või alternatiivmeetoditega;
- hooldusintervalli, käsitletavust ja korratavust.



Sertifitseerimisstandardites mainitakse kolme erinevat mõõtepiirkonda:

- Sertifitseeritud mõõtepiirkond
 - Kontsentratsioonivahemik, mille osas on AMS läbinud tüübikinnituse katsed. Tavapäraselt tuleb lähtuda sertifitseeritud mõõtepiirkonna valikul mõõdetava protsessi heite piirväärtusest;
 - Jäätme põletustehastel peab olema sertifitseeritud mõõtepiirkond väiksem, kui 1,5 kordne ööpäeva keskmine heite piirväärtus (päevane HPV);
 - Suurtel põletusseadmetel peab olema sertifitseeritud mõõtepiirkond väiksem, kui 2,5 kordne ööpäeva keskmine heite piirväärtus (päevane HPV).
- Kalibreeritud mõõtepiirkond
 - Kalibreeritud mõõtepiirkond on vahemik, mille jaoks on defineeritud QAL 2 aruandes kehtiv kalibreerimisfunktsioon.
- Analüsaatori mõõtepiirkond
 - Mõõtepiirkond, milles analüsaator on võimeline mõõtma ning mis võib olla suurem, kui sertifitseeritud mõõtepiirkond;
 - Analüsaatori mõõtepiirkond peab olema valitud selline, et see hõlmaks suurimat lühiajalist heite piirväärtust ja suurimat tavapärasest tööprotsessist tulenevat kontsentratsiooni.

AMS-i olulisemad valikukriteeriumid:

- 1) AMS peab olema sertifitseeritud ja võimalusel testitud sarnase põletusseadme mõõtmistel;
- 2) Sertifitseeritud mõõtepiirkond peaks olema kõrgem, kui kehtestatud piirväärtus;
- 3) Iga mõõdetava saasteaine mõõtemääramatus peab olema soovitatavalt vähemalt 25% madalam, kui maksimaalselt lubatud mõõtemääramatus;
- 4) Sertifitseeritud peavad olema ka täiendavad parameetrid, mida kasutatakse tulemuste arvutamisel (O_2 , H_2O);
- 5) AMS peab kasutama sama proovivõtusüsteemi, mida kasutati sertifitseerimise käigus;
- 6) AMS peab võimaldama tootjal, käitise operaatoril või laboril läbi viia nulli- ja kalibreerimispunkti kontrolli;
- 7) AMS peab võimaldama teostada lekkekонтроlli kogu mõõtesüsteemile.



QAL 1 sertifikaat peab olema iga mõõdetava saasteaine kohta ja peab sisaldama vähemalt järgnevat:

- 1) Sertifitseeritud mõõtepiirkonda;
- 2) AMS-iga mõõdetava parameetri mõõtemääramatust;
- 3) AMS-i hooldusintervalli;
- 4) Hooldusintervalli põhjal määratud minimaalset QAL 3 teostamise sagedust ja vajadusel nõudeid QAL 3 teostamiseks kasutatavatele referentsmaterjalidele;
- 5) Sertifitseerimise käigus reaalses käitistes mõõdetud erinevate protsesside loetelu võimaldades käitajatel valida sobiv AMS, mida on mõõdetava protsessi osas sertifitseerimise käigus testitud.

7.1 QAL 1

7.1.1 AMS dokumentatsioon ja vastutav isik

AMS-i käitaja on kohustatud süstemaatiliselt dokumenteerima ja säilitama kogu olulise informatsiooni, mis mõjutab AMS-i tööd. Selleks tuleb käitajal sisse seada seadme kaart. Standardi EN 14181 lisas D on esitatud andmed, mida AMS-i dokumentatsioon peab minimaalselt sisaldama. AMS-ile peab olema määratud vastutav isik, kes on saanud vastava väljaõppe ja seeläbi omab kvalifikatsiooni selle töö teostamiseks. Vastutav isik peab tagama, et AMS-i seadmekaart on ajakohane ning seadmete kalibreerimine, hooldus ja kontroll teostatakse vastavalt kavale.

AMS-i üldised andmed ja dokumendid:

- Tüüp ja nimetus;
- Unikaalne identifitseerimisnumber või seerianumber;
- Tootja ja tarnija andmed;
- Kalibreerimise ja verifitseerimise protseduur, mis võib tuleneda tootjapoolsest juhendmaterjalist või käitaja sisemine protseduur;
- Kõik tunnistused ja sertifikaadid, mis on seotud AMS-i kalibreerimise, vastavaks tunnistamise ja muudatustega;
- QAL 1 sertifikaat (olemasolul);
- Tarne ja paigalduse dokumentatsioon;
- Kasutus- ja hooldusjuhend;
- Asukoht;



- Garantiiaeg;
- Tarne, paigalduse ja töösse võtmise kuupäevad;
- Viited kasutuse, kalibreerimise ja ennetava hoolduse juhenditele.

Pidevalt tuleb käitajal dokumenteerida kõik olukorrad ja tegevused, mis mõjutavad AMS-i tööd.

Andmed peavad sisaldama:

- Teostamise aeg;
- Teostaja identifitseeringut;
- Olukorra/tegevuse või vaatluse kirjeldust;
- Teostatud muudatused, kontrollid, hooldused (sh ennetavad hooldused) ja kalibreerimised, sh kui asjakohane rakendatud parandid/koefitsiendid;
- Seadmete rikked, kasutusele võetud korrigeerivad meetmed;
- QAL 2, AST ja QAL 3 aruanded.

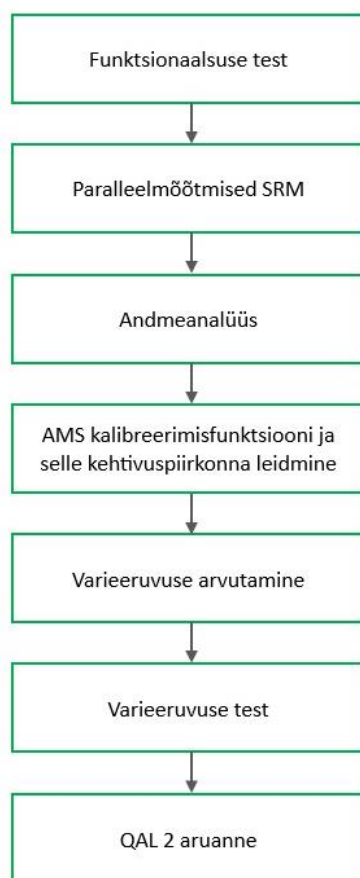
7.1.2 Varu AMS

- Vastavalt tööstusheite seaduse §-le 82 tuleb käitajal võtta täiendavaid meetmeid, kui AMS-i töörežiimivälise olukorra või hoolduste tõttu on enam kui 10 ööpäeva andmed kalendriaastas kehtetud. Sellistest olukordadest tulenevalt võib olla nõutud varu AMS-i kasutamist. Varu AMS võib olla nii portatiivne kui ka püsivalt gaasikäigule paigaldatud ning peab olema läbinud iga mõõdetava protsessi osas QAL 2.



8 Kvaliteedi tagamise teine tase – QAL 2

Kvaliteedi tagamise teise taseme käigus teostatakse võrdluspõõtmiste kaudu standard-referents meetoditega AMS kalibreerimine ja valideerimine. Kalibreerimine ja valideerimine on olulised mõõtmiste usaldusväärsuse ja täpsuse tagamiseks. QAL 2 protseduuri on kirjeldatud detailselt standardis EVS-EN 14181 ja see tuleb teostada kõigi mõõdetavate parameetrite, sh täiendavate parameetrite (O₂, H₂O, temperatuur, rõhk, mahtkulu) osas. QAL 2 üldine skeem on esitatud Joonis 1.



Joonis 1 QAL 2 üldine skeem (allikas EN 14181)

8.1 QAL 2 teostamise ajad

Võrdluspõõtmised tuleb teostada:

- Vähemalt iga viie aasta tagant ± 2 kuud (± 2 kuud kehtib ka AST mõõtmistele, mida tuleb teostada iga 12 kuu tagant) või sagedamini, kui see on nõutud seaduses või keskkonnakaitselooas;
- Kui QAL 3 või AST tulemused näitavad, et on vaja teostada uus QAL 2;



- Kui põletusseadme töös toimuvad olulised muudatused, nt kütuse vahetus, uue puhastusseadme paigaldamine;

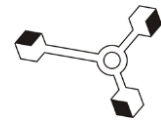
Kütuse vahetusega seotud oluliseks muudatuseks loetakse järgmisi olukordi:

- kütuse vahetusega muutuvad emissioonigaaside saasteainete kontsentratsioonid;
- kütuse vahetus toob kaasa muudatused keskkonnakaitseloas;
- kütuse tüüp muutub (nt tahkelt gaaskütuseks);
- ühe kütuse kasutamine läheb üle mitme kütuse kasutamisele.
- Kui rohkem kui 5%, kahe AST vahelisel ajaperioodil, viie nädala vältel mõõdetud AMS-i tulemustest, mis on arvatud, kasutades kalibreerimisfunktsiooni, ületavad kalibreeritud mõõtepiirkonna;
- Kui rohkem kui 40% AMS mõõtetulemustest, mis on arvatud, kasutades kalibreerimisfunktsiooni, ületavad ühe nädala jooksul kalibreerimisvahemikku;
- Kui mõõteseadet remonditakse või asendatakse selliselt, et sellel on oluline mõju mõõtmiste tulemustele.

8.2 Varu, parandatud või asendatud AMS

Standard EN 14181 ei täpsusta, mida pidada suuremaks AMS-i remondiks, seega võetakse aluseks sama lähenemine, mis on esitatud juhendmaterjalides „P2003005_EK-02JK-2_Labor“ ja „Technical guidance note M20“.

- Peale mõõteseadme hooldust jätkatakse QAL 3 kontrollidega, mille käigus käitaja perioodiliselt kontrollib nullpunkti ja kalibreerimispunkti. Kui mõõteseadme läbib QAL 3 kontrolli, siis ei ole vaja korrata AST-d ja QAL 2. Kui mõõteseadme asendatakse hoolduse käigus identse seadmega, siis on piisav, kui AMS läbib QAL 3 ja AST kontrolli, mida saab vajadusel pikendada täiemahuliseks QAL 2-ks.
 - Käitaja peab teavitama Keskkonnaametit varuseadme kasutamisest ja Keskkonnaamet peab määrama kindla ajaperioodi, mille jooksul on varuseadet lubatud kasutada.
- Kui AMS asendatakse teise mõõteseadmega, mis on algsest seadmest erineva mõõteprintsibiiga (nt FID asendatakse FTIR meetodiga), siis tuleb uuesti läbida QAL 2. Kui käitajal on paralleelselt põhi ja varu AMS ja nad mõõdavad samast kohast, siis piisab asendatud AMS funktsionaalsuse kontrollist ja ristkalibreerimisest QAL 2 läbinud AMS-iga.



- Kui käitaja kasutab portatiivset varu AMS-i, siis peab see olema läbinud QAL 2 iga mõõdetava põletusseadme/korstna kohta. Varu AMS on lubatud ka rist kalibreerida vastavalt QAL 2 protseduurile põhi AMS-iga eeldusel, et peamine AMS on vastavaks tunnistatud ja kalibreeritud läbi QAL 2.

Kui käitaja tõestab läbi AST mõõtmiste, et kalibreerimisfunktsioon on kehtiv, siis ei ole vaja teostada uut QAL 2, välja arvatud nimetatud olukorrad, mille käigus peab igal juhul teostama uue QAL 2.

8.3 AMS funktsionaalsuse kontroll

QAL 2 mõõtmistele peab AMS eelnevalt läbima funktsionaalsuse kontrolli. Praktilistel kaalutlustel võib lisaks akrediteeritud mõõtelaborile teostada funktsionaalsuse kontrolli ka AMS-i tootja või hooldaja ning käitaja esindaja eeldusel, et neil on olemas selleks vajalikud vahendid ja pädevus. Käitaja vastutab, et funktsionaalsuse kontroll oleks teostatud enne iga QAL 2 või AST mõõtmiste teostamist. Näiteks on erinevatel tahketel osakestel AMS-i referentsfiltrid, mida üldjuhul ei ole mõõtelaboritel ning seetõttu on mõistlik funktsionaalsuse testi teostada kas AMS-i tootjapoolsel esindajal või käitajal endal.

Funktsionaalsuse kontroll koosneb järgnevatest sammudest:

- AMS-i visuaalne kontroll;
- Proovivõtusüsteemi ja analüsaatori lekkekontroll;
- Nullpunkti kontroll;
- Reageerimisaja leidmine, mis teostatakse üldjuhul järgnevate etappidena: AMS-i sisestatakse nullgaasi, peale mida lülitatakse ümber sertifitseeritud etalongaasile. Seejärel mõõdetakse aega, mis kulub 90% saavutamiseni mõõdetavast kontsentratsioonist;
- Lineaarsuse kontroll, mis teostatakse üle AMS-i mõõtepiirkonna, kasutades sertifitseeritud etalone. Orienteeruvad kontrollpunktid peaksid olema mõõtepiirkonnast 0, 20%, 40%, 60% ja 80% ning katma kontrolli ka piirväärtusele (HPV) lähedastel kontsentratsioonidel.

Kui AMS ei läbi funktsionaalsuse kontrolli, näiteks avastatakse leke, siis tuleb probleem identifitseerida, teostada vajalikud parandused ning korrata funktsionaalsuse kontrolli.

Funktsionaalsuse kontroll tuleb teostada mitte kauem, kui üks kuu enne QAL 2 mõõtmiste teostamist.



8.4 QAL 2 võrdlusmõõtmised

QAL 2 eesmärk on võrdlusmõõtmiste kaudu saada igale saasteainele ja täiendavale parameetrile kalibreerimisfunktsioonid. Selle edukaks teostamiseks on vajalik, et mõõtmiste ajal oleks käitaja poolt tagatud võimalikult suur kontsentratsioonide varieerumine põletusseadme tavapärase töörežiimide piires. Põletusseadmega ei ole lubatud töötada režiimivälistes tingimustes eesmärgiga suurendada mõõdetavate saasteainete varieeruvust. Erandiks on tahkete osakeste AMS (vastavalt standardile EN 13284-2), mille kohaselt võib suurema tahkete osakeste kontsentratsioonide saamiseks vähendada lühiajaliselt puhastusseadme efektiivsust. Selline olukord tuleb kooskõlastada Keskkonnaametiga enne QAL 2 mõõtmiste teostamist ning seda aega ei tohiks lugeda 120 tunni sisse, mille kohaselt ei tohi suured põletusseadmed töötada ilma puhastusseadmeta 12 kuu jooksul kauem, kui 120 tunni. QAL 2 mõõtmisteks tuleks koostada käitaja ja labori poolt plaan, mille käigus lepitakse kokku erinevad põletusseadme koormused ja/või kütusesegud mõõtepäevade lõikes. Mõõtepäevade planeerimisel peab arvestama tööohutusega vältides liigset kokkupuudet töökeskkonnas esinevate füüsikaliste ja keemiliste ohuteguritega ja ebamõistlikult pikki mõõtepäevi. Võimalusel peaksid mõõtmistulemused katma erinevaid olukordi. Need peaksid hõlmama kontsentratsioonide taset, mis on nulli lähedal, keskmistel kontsentratsioonidel ja piirväärtuse (HPV) lähedastel kontsentratsioonidel, et tagada ühtlane katvus ehk kogu mõõtepiirkonnas. Alati ei ole eelpool kirjeldatud tingimusi võimalik tagada ning on levinud olukorrad, kus kontsentratsioonid esinevad rühmadena kas kõrgetel/piirväärtuse lähedastel või madalatel mõõtepiirkonna määramispiiri lähedastel tasemetel. Mõõtetulemused loetakse grupiks, kui tulemused jäävad maksimaalse mõõtemääramatuse piiresse.

8.5 QAL 2 katsete arv ja jagunemine

- Minimaalselt 15 valideeritud katset jaotatuna võrdselt kolme erineva mõõtepäeva peale;
- Mõõtepäevad peavad jääma maksimaalselt nelja nädalase perioodi sisse (praktiliselt teostatakse mõõtmised kolmel järjestikkusel päeval);
- Iga eelneva ja järgneva katse alguse vahe peab olema minimaalselt 1 tund;
- Gaasiliste saasteainete puhul, mida on võimalik mõõta pidevalt, on soovitatav teostada mõõtmised kolme päeva vältel pidevmõõtmisena;
- Soovituslik on teostada minimaalselt 18–19 katset, kuna mõned võrdluspaarid tuleb kõrvalekallete testi tõttu lugeda mittekehtivaks tulemuseks. Sellest tulenevalt võib tekkida olukord, kus ei saada nõutud 15 valideeritud katsetulemust ning seetõttu tuleb QAL 2 kas osaliselt või täielikult korrata.



8.6 Kalibreerimisfunktsiooni saamise sammud ja varieeruvustest

Mõõtmistulemuste analüüs koosneb järgnevatest sammudest (arvutusvalemid on esitatud standardis EN 14181):

- Koostada SRM-i ja AMS-i tulemuste võrdluspaaride tabel;
 - SRM-i tulemused tuleks esitada samal kujul, mis on AMS-i toorandmed (nt kuiv või märg gaas, samal temperatuuril ja rõhul);
- Koostada SRM-i ja AMS-i andmetest graafik;
- Hinnata, kas tulemustes on kõrvalekalduvaid võrdluspaare (nt aegadel, kui AMS-i tulemused sisaldavad seadme nullkontrolli ja kalibreerimispunkti kontrolli andmeid). Kõrvalekallete testi on täpsemalt käsitletud peatükis 8.6.1;
- Arvutada kalibreerimisfunktsioon vastavalt meetodile a, b või c (mis on asjakohane):
 - Variant a: Maksimaalse ja minimaalse SRM mõõtetulemuse vahe on \geq maksimaalsest mõõtemääramatusest, mis on arvutatud piirväärtusest (HPV);
 - Variant b: Kasutatakse kõrgete ja stabiilsete kontsentratsioonide korral. Maksimaalse ja minimaalse SRM mõõtetulemuse vahe on $<$ maksimaalsest mõõtemääramatusest, mis on arvutatud piirväärtusest (HPV) ja madalaim mõõdetud SRM tulemus on $\geq 15\%$ piirväärtusest (HPV);
 - Variant c: Kasutatakse madalate ja stabiilsete kontsentratsioonide korral. Maksimaalse ja minimaalse SRM mõõtetulemuse vahe on $<$ maksimaalsest mõõtemääramatusest, mis on arvutatud piirväärtusest (HPV) ja madalaim mõõdetud SRM tulemus on $< 15\%$ piirväärtusest (HPV);
 - NB! Kui kasutatav variant annab mittekehtiva funktsiooni (nt funktsiooni tõus on negatiivne), siis võib kasutada ka varianti b või c. Vastav põhjendus peab olema esitatud QAL 2 aruandes;
 - Eduka kalibreerimisfunktsiooni indikaatoriks on regressioonikõvera R^2 suurem või võrdne 0,9 protseduuri a korral. See ei kehti madalate kontsentratsioonide korral, kus mõõtemääramatusest võib olla suurem hajumine ja ei tähenda, et QAL 2 oleks ebaõnnestunud. Lõplikult määrab funktsiooni kehtivuse varieeruvustest;
- Tuvastada kehtiv kalibreerimispiirkond, mis ideaaljuhul peaks katma ka piirväärtuse kontsentratsiooni;
- Arvutada AMS-i andmetest kalibreeritud ja normaliseeritud tulemused;
- Teostada varieeruvuse test;

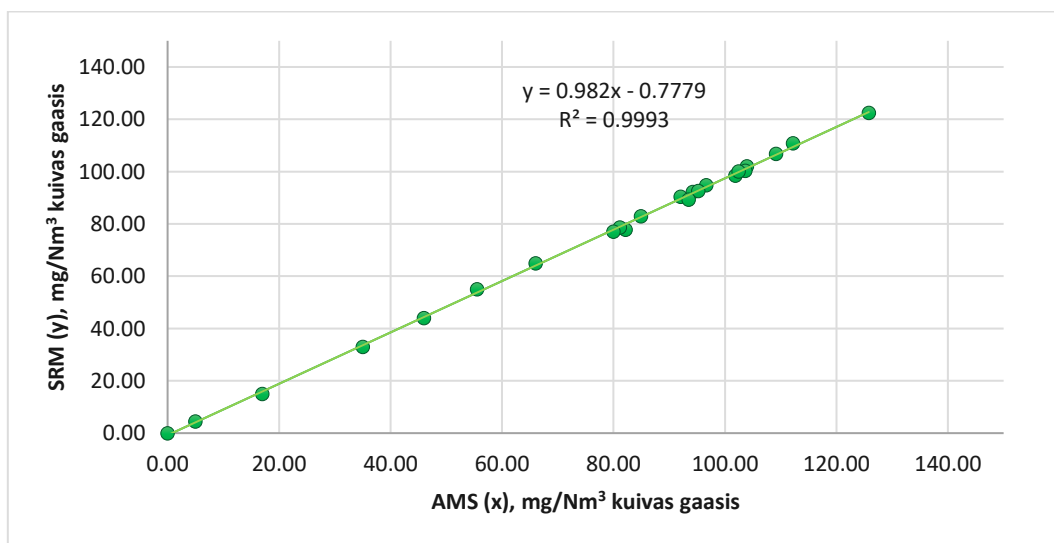


QAL 2 tulemusena saadakse igale saasteainele ja täiendavale parameetrile kalibreerimisfunktsioon, mis esitatakse kujul: $y_i = a + bx_i$

- y_i – AMS kalibreeritud tulemus
- a – funktsiooni konstant (nullitriiv)
- b – funktsiooni tõus (kalibreerimiskoefitsient)
- x_i – AMS tulemus
- Kalibreerimisfunktsioon on kehtiv vahemikus 0 kuni maksimaalne mõõdetud kontsentratsioon, mida saab laiendada 10% võrra või 20% võrra piirväärtusest sõltuvalt kumb on suurem;
- Vajadusel, kui uus funktsioon erineb oluliselt eelmisest funktsioonist, võib tulemused ekstrapoleerida eelmisest funktsioonist.

NB! Kalibreerimisfunktsioon tuleb sisestada käitajal või tootja esindajal AMS-i QAL 2 teostamisest 6 kuu jooksul. Uutel seadmetel loetakse QAL 2 perioodi alguseks AMS-i installeerimise ja töösse võtmise kuupäeva, kui alustatakse QAL 3 andmete kogumist. Kui põletusseadmel on olemasolev AMS, siis tuleb QAL 2 funktsioon rakendada hiljemalt 14 kuud peale viimase AST teostamist. Kui AMS-ile on vaja teostada QAL 2 olukorras, kus ei läbita AST, hakkab 6 kuud kehtima AST aruande valmimise kuupäevast.

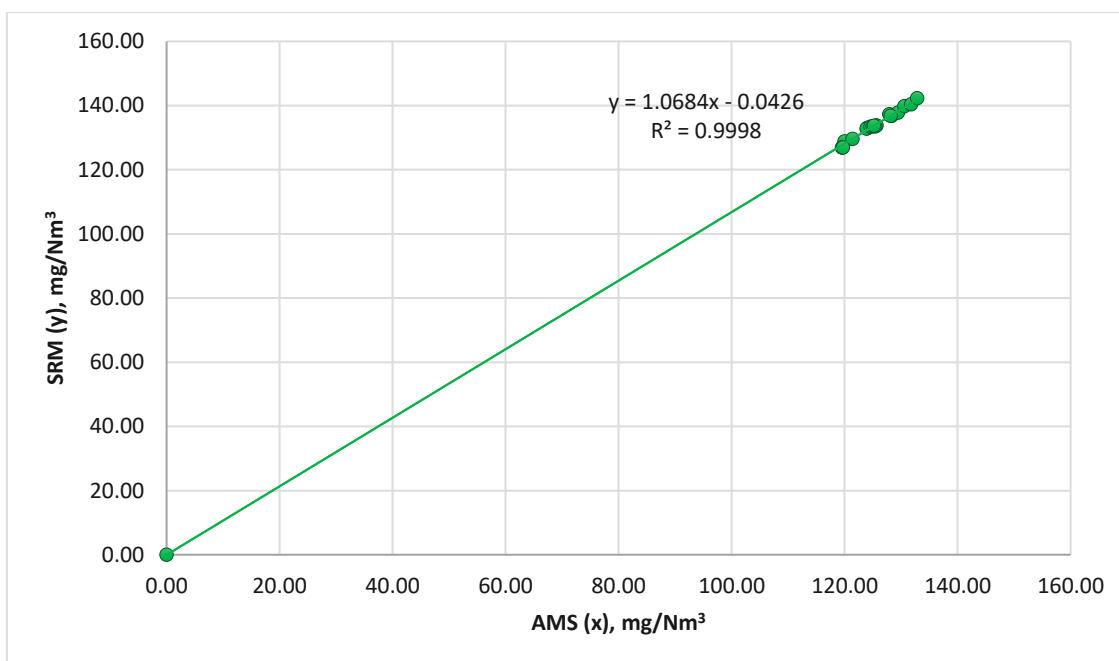
1) Tulemused katavad ühtlaselt kogu mõõtepiirkonna nullilähedastest kontsentratsioonidest kuni piirväärtuse lähedaste kontsentratsioonideni ja minimaalse ja maksimaalse SRM kontsentratsiooni vahe on suurem, kui maksimaalne lubatud määramatus. Funktsiooni leidmiseks tuleks kasutada standardi EN 14181 varianti a. Näide on esitatud Joonis 2.



Joonis 2 AMS lineaarne kalibreerimine üle mõõtepiirkonna

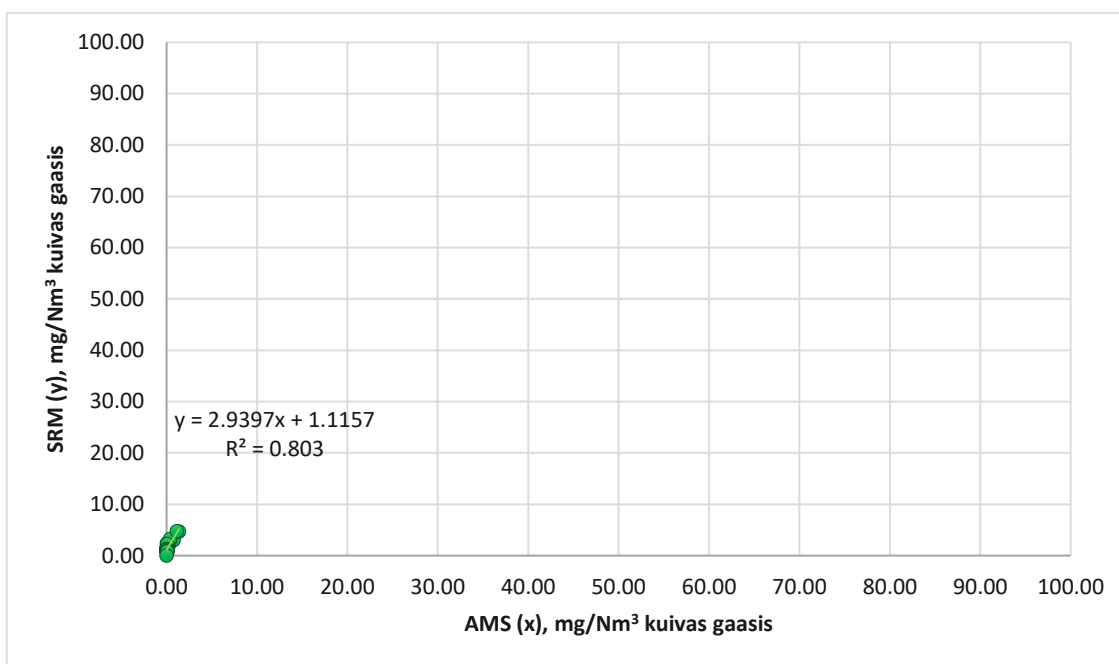


2) Tulemused esinevad kõrge kontsentratsiooni grupina. Minimaalse ja maksimaalse SRM kontsentratsiooni vahe on väiksem, kui maksimaalne lubatud määramatus ning minimaalne normaliseeritud SRM tulemus on suurem, kui 15% päevasest piirväärtusest (HPV), siis tuleks funktsiooni leidmiseks kasutada standardi EN 14181 varianti b. Standard näeb ette, et kontsentratsioone tuleks mõõta ka nulli lähedasel tasemel. Kui mõõdetav põletusseade ei anna tulemusi madalamatel kontsentratsioonidel, siis võib kasutada nullpunkti surrogaattulemust funktsionaalsustestist. Näide on esitatud Joonis 3.



Joonis 3 AMS tulemused esinevad kõrge kontsentratsiooni grupina

3) Tulemused esinevad madala kontsentratsiooni grupina. Madala kontsentratsiooniga grupp on juhul, kui maksimaalne lubatud määramatus ja minimaalne normaliseeritud SRM tulemus on väiksem, kui 15% päevasest piirväärtusest (HPV) Selline olukord esineb üldjuhul siis, kui põletusseadmel on kõrge efektiivsusega puhastusseadmed või põlemisprotsessid on hästi kontrollitud. Saadav kalibreerimisfunktsioon on kehtiv ainult juhul, kui regressiooni $R^2 > 0,9$ gaasiliste ühendite mõõtmisel või $R^2 > 0,5$ tahkete osakeste mõõtmisel. Kalibreerimisfunktsiooni saamiseks tuleks kasutada standardi EN 14181 varianti c. Näide on esitatud Joonis 4.



Joonis 4 AMS tulemused esinevad madala kontsentratsiooni grupina

8.6.1 Kui tulemused jäävad allapoole määramispiiri

Standard EN 14181 ei käsitle olukordi, kui AMS-i ja SRM-i tulemused jäävad allapoole määramispiiri. Üldiselt tekib see tahkete osakeste puhul protsessidel, millel on efektiivsed puhastusseadmed. Sellise olukorra tekkimisel ei ole võimalik AMS-ile leida kalibreerimisfunktsiooni ja kehtima jääb AMS-i sisemine kalibreerimisfunktsioon või -kordaja. AMS-i tulemused on seetõttu indikatiivsed ja kvalitatiivse väärtusega ning näitavad pigem puhastusseadme või protsessi stabiilsust. Saadavaid tulemusi, isegi kui need ületavad piirväärtust (HPV), ei tohi kasutada vastavushindamisel. Tulemuste muutumise jälgimiseks tuleb määrata häirepiir, mis võimaldab AMS-i nulljoone lähedast kontsentratsioonide hajumist, kuid annab märku kui puhastusseadmes või tööprotsessis on tekkinud muudatus. Piiriks võiks olla 7,5% piirväärtusest (HPV) või SRM-i meetodi määramispiir (sõltuvalt kumb on suurem.) Kui kontsentratsioonid hakkavad püsivalt ületama häirepiiri, siis tuleb käitajal tuvastada põhjus ja kui tegemist on püsiva olukorraga, siis tuleb teostada antud parameetri osas uus QAL 2.

8.6.2 Kõrvalekallete test

Võrdlusmõõtmiste käigus saadud SRM-i ja AMS-i katsepaarid, mida tuntakse kui hälbija ja mille kõrvalekalle ülejäänud andmejadast on oluliselt suurem, võivad mõjutada oluliselt kalibreerimisfunktsiooni kvaliteeti. Selliste tulemuste tuvastamiseks ei ole standardis EN 14181 välja toodud konkreetset meetodit. Järgnevalt kirjeldatakse ühte võimalikku meetodit. Labor võib kasutada



ka teisi meetodeid ja kasutatud meetod peab olema kirjeldatud ning põhjendatud vastavalt QAL 2 või AST aruandes.

NB! Kõrvalekallete testi käigus kõrvaldatud tulemusi ei arvestata minimaalse päevase katsete arvu sisse (5 tk). Kui ei ole tagatud minimaalne katsete arv päeva jooksul, siis tuleb mõõtepäeva korrata, kuni on saadud minimaalselt 5 kehtivat tulemust.

Kõrvalekallete test:

- Koostada SRM-i ja AMS-i toorandmete tabel;
- Koostada SRM-i ja AMS-i toorandmetest graafik, et visuaalselt hinnata võimalikke kõrvalekaldeid;
- Arvutada iga võrdluspaari tulemuste vahe D_i ;
- Arvutada saadud vahe keskmine D_{keskmine} ja D_i standardhälve;
- Kui ükskõik millise võrdluspaari vahe D_i on suurem või väiksem D_{keskmine} rohkem, kui kahekordse standardhälbe D_{std} võrra, siis loetakse see võrdluspaar hälbivaks ja seda funktsiooni arvutamisel ei kasutata.

8.7 Varu AMS ristkalibreerimine

Kui käitaja kasutab varu AMS-i ja see mõõdab samas mõõtekohas ja on identne peamise AMS-ga, siis võib rakendada sellele sama kalibreerimisfunktsiooni, mis peamisele AMS-ile. Sellisel juhul tuleb funktsiooni kehtivust kontrollida mõlema AMS-ga võrdlusmõõtmiste kaudu ja saadud tulemused ei tohi erineda rohkem, kui poole lubatud maksimaalse mõõtemääramatuse osas, mis on kehtestatud vastavale saasteainele või täiendavale parameetrile.

Kui tulemused erinevad rohkem, kui lubatud maksimaalse mõõtemääramatuse osas, mis on kehtestatud vastavale saasteainele või täiendavale parameetrile, siis võib varu AMS-i rist kalibreerida peamise AMS-iga kasutades protseduure, mis on kirjeldatud alapeatükkides 8.5 ja 8.6.

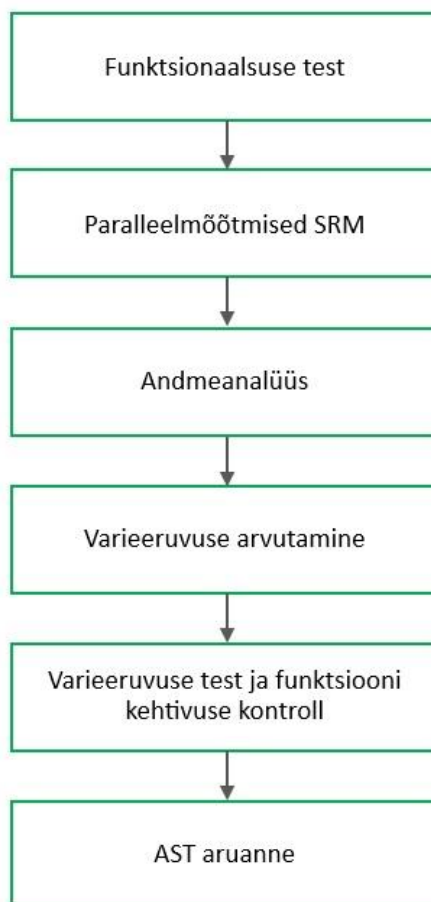
8.8 Nõuded QAL 2 aruandele

QAL 2 aruandele esitatud nõuded on esitatud standardis EN 14181. Oluline on, et laborid esitaksid tulemused standardi lisa B järgi tagades tulemuste esituse võrreldavuse.



9 Aastane kontrollmõõtmine – AST

QAL 2 vahepealsetel aastatel teostatakse funktsiooni kehtivuse kontrollmõõtmised ehk AST. AST üldine skeem on esitatud Joonis 5.



Joonis 5 AST üldine skeem

QAL 2 võib asendada AST-ga olukordades, kui on täidetud järgnevad tingimused:

- Tegemist ei ole esimese AMS-i QAL 2-ga;
- Põletusseadmel kütuse ja põlemistingimuste osas ei ole olulisi muutusi võrreldes eelneva AST ja QAL 2-ga;
- Kui vähemalt 95% AMS mõõdetud kontsentratsioonidest normaaltingimustel, mis on saadud pärast viimast AST-d ning SRM kontsentratsioonid normaaltingimustel, mis on mõõdetud AST käigus jäävad alla maksimaalse lubatud määramatuse piirväärtusest. Maksimaalsed lubatud määramatused on esitatud tabelis (vt Tabel 3).



AST protseduuri üldine skeem:

- Teostada samas mahus funktsionaalsuse kontroll, mis QAL 2 puhul;
- Teostada vähemalt 5 paralleelmõõtmist referentsmeetodiga;
- Vajadusel teostada tulemustele kõrvalekallede test;
- Tulemuste põhjal teostada kalibreerimisfunktsiooni kehtivuse kontroll;
- Kui AST katsete tulemused on kõrgemad, kui QAL 2 käigus saadud kehtiv kalibreerimispiirkond ja AMS läbib funktsiooni kehtivuse kontrolli, siis võib kalibreeritud vahemikku suurendada 10% võrra suuremaks, kui AST käigus mõõdetud maksimaalne AMS kalibreeritud kontsentratsioon.



10 Kvaliteedi tagamise kolmas tase – QAL 3

Käitaja vastutab automaatse mõõtesüsteemi toimimise ja andmekvaliteedi eest võrdlusmõõtmiste ajal ja nende vahelisel perioodil. Selle tegevuse eesmärgiks on tagada AMS mõõtemääramatus allpool lubatud maksimaalset määramatust. QAL 3 raames kontrollitakse perioodiliselt AMS nulli ja kalibreerimispunkti ning tulemustest koostatakse kontrollkaart. Kontrollkaardi eesmärgiks on tagada pideva töötamise ajal sama olukord, mis oli QAL 2 ajal ning tuvastada nullpunkti ja kalibreerimispunkti suurem, kui lubatud hajumine referentsväärtuse suhtes ning vajadusel võtta kasutusele korrigeerivad meetmed.

Lubatud hajumise piirid (sAMS) saadakse kas tüübikinnituse andmetest (QAL 1 vastavalt standardile EN 15267-3), tuletades osana maksimaalsest lubatud määramatusest või kasutades referentsmaterjale (nt kalibreerimisgaase).

QAL 3 tuleks alustada koheselt peale AMS installeerimist ja soovituslik on koguda vähemalt 3 kuud QAL 3 andmeid enne QAL 2 teostamist veendumaks, et AMS töötab korrektselt.

QAL 3 tulemused tuleb esitada QAL 2 või AST teostavale laborile koos funktsionaalsustesti tulemustega mõõtmiste planeerimise etapis.

Standardi kohaselt tuleb käitajal QAL 3 tulemusi säilitada vähemalt viis aastat.

10.1 QAL 3 teostamise ajad

- Standardi EN 14181 kohaselt tuleb nulli ja kalibreerimispunkti kontrolli teostada vähemalt üks kord hooldusintervalli jooksul. Tüübikinnitusega sertifitseeritud AMS on minimaalne hooldusintervall määratud QAL 1 dokumentatsioonis. AMS, millel on hooldusintervalliks üks aasta, tuleks QAL 3 kontroll teostada orienteeruvalt kuus kuud peale QAL 2 või AST mõõtmist vastavalt kumb protseduur viimati teostati. Lubatud on teostada QAL 3 ka sagedamini, kui minimaalne hooldusintervalli periood.
- AMS, mille osas ei ole teostatud standardi EN 15267-3 kohast sertifitseerimist, on minimaalne QAL 3 teostamise aeg kord nelja nädala jooksul. Perioodi võib pikendada, kui tõendatakse jooksvate QAL 3 raames, et AMS töötab stabiilselt.
- Põlevkiviõli tootmise protsesside AMS-i puhul tuleks QAL 3 teostada kord 4 nädala jooksul võttes arvesse unikaalset emissioonide maatriksit, mille osas ei ole AMS läbinud sertifitseerimise käigus katsetusi.



10.2 Lubatud hajumiskiiride (sAMS) määramine

Lubatud standardhälbe hajumiskiiridele (sAMS) kehtestatakse kaks piiri - häirepiir ja tegevuspiir. Häirepiir annab märku AMS-i suurenenud hajumisest ja tegevuspiir määrab olukorra, kui tuleb võtta kasutusele korrigeerivad meetmed.

Lubatud standardhälbe hajumiskiirid (sAMS) tuleb tuvastada nii nullpunktidele kui ka kalibreerimispunktile. Neid saab arvutada järgnevatel meetoditel:

1. Kasutades tüübikinnituse andmeid (QAL 1 aruandest);
2. Tuletades osana maksimaalsest lubatud määramatusest;
3. Tuletades standardhälbena referentsmaterjalist (nt kalibreerimisgaasist).

Kasutades meetodit nr 1 tuleb lisaks AMS-i sertifitseerimise käigus saadud andmetele kasutada ka mõõtekohaspetsiifilisi tingimusi, mis peaksid sisaldama vähemalt järgnevaid tegureid:

- Välisõhu temperatuuri mõju;
- Emissioonigaasi rõhu mõju *in-situ* analüsaatori korral;
- Pinge stabiilsusest tulenev mõju;
- Risttundlikkuse mõju teiste ühendite osas;
- Määramiskiiri mõju.

Praktikas on kõige lihtsam kasutada meetodit nr 2, kuna meetod nr 1 mõjude hindamisel tuleb koguda palju kohaspetsiifilisi andmeid ja teha mitmeid eelduseid. Standardis EN 14181 on selle kohta toodud mitmeid juhiseid, kuidas sellisel juhul määrata lubatud hajumiskiire. Näiteks Shewharti kaartide puhul võib häirepiiriks lugeda $\pm 25\%$ maksimaalsest lubatud määramatusest ja tegevuspiiriks $\pm 50\%$ maksimaalsest lubatud määramatusest.

Meetodi nr 3 korral teostatakse mitu järjestikkust kordusmõõtmist referentsmaterjaliga ja leitakse nende standardhälve. Kui see tegevus satub olukorrale, kus välised mõjutegurid on väga stabiilsed ja sellest tulenevalt saadakse ka madal hajuvus, siis võib olla oht, et sellest tuletatud lubatud hajuvuspiirid on liiga väikesed, mistõttu tuleb ka AMS sagedalt korrigeerida, mis ei ole soovitatav.

10.3 Kontrollkaardid

Standard EN 14181 lisa C käsitleb kolme erinevat kontrollkaardi varianti (Shewhart, CUSUM ja ENWA). Kontrollkaardi baasjooneks tuleks võtta QAL 2 läbimise järgne tase, mis tähendab, et baasjoone



tuvastamiseks tuleks QAL 3 teostada vahetult pärast QAL 2 teostamist. Standardis toodud variantidest on lihtsamalt rakendatav Shewhart.

10.4 Nullpunkti ja kalibreerimispunkti kontroll

- Gaasiliste ühendite puhul kasutatakse reeglina sertifitseeritud gaasisegusid, erandiks võivad olla *in-situ* seadmed (nii gaasianalüsaatorid kui ka tahkete osakeste analüsaatorid), mille korrelatsioonifiltrid võivad olla AMS-i tootjapoolsed. Sellisel juhul peavad referentsmaterjalid olema QAL 1 sertifitseerimise käigus valideeritud;
- Tulenevalt tahkete osakeste suurtes piirides varieeruvast suurusest, keerulisest kujust ja käitumisest emissioonigaasides, ei ole tahketel osakestel referentsmaterjale, mis täielikult vastaks reaalemissioonide tingimustele ning seetõttu kasutatakse praktikas referentsfiltreid;
 - Tahkete osakeste puhul on seetõttu lubatud kasutada referentsmaterjale, mis on stabiilsed ja mis võimaldavad hinnata analüsaatori signaali stabiilsust ja muutust ajas;
- Kui vahetatakse QAL 3 teostamiseks kasutatavat kalibreerimisgaasi, siis võib gaasi kontsentratsiooni muutuse tõttu olla vajalik määrata uus baasjoon;
- AMS-id võivad teostada ka QAL 3 seiret automaatselt. Selliste süsteemide kasutamine on lubatud, kui see on valideeritud QAL 1 sertifitseerimise käigus vastavalt standardile EN 15267-3;
 - Käitajale peab olema kättesaadav automaatselt teostatud QAL 3 tulemused. Kui AMS ületab hajuvuse tegevuspiiri, siis peab AMS ka edastama sellekohase häiresignaali.

10.5 QAL 3 aruanne

QAL 3 aruanne peab sisaldama järgnevat:

- 1) AMS-i üldandmeid – tüüp, mudel, seerianumber, mõõteprintsip, mõõtepiirkond;
- 2) AMS-i tüübi, seerianumbri muutused;
- 3) Teostatud AMS-i tootja/tarnijapoolse plaaniliste hoolduse andmeid sh. hoolduse sisu;
- 4) Teostatud AMS-i tootja/tarnijapoolse plaaniväliste hoolduse andmeid sh. hoolduse sisu ja korrigeerivad tegevused sh. rakendatud kalibreerimiskoeffitsiendid;
- 5) Andmed käitajapoolsete hoolduste ja korrigeerivate tegevuste kohta;
- 6) QAL 3 baasjoone korrigeerimise kokkuvõtet;
- 7) Nulli ja kontrollpunkti tulemuste kontrollkaarte;
- 8) Nulli ja kontrollpunkti tulemusi tabeli kujul.



11 AMS-i andmehaldussüsteemid

Kui standard EN 14181 esitab nõuded AMS analüsaatoritele ja proovivõtusüsteemidele, siis standardid EN 17255-1 ja EN 17255-2 käsitlevad nõudeid AMS andmehaldussüsteemile. Käesoleva töö valmimisajal ei ole Euroopas AMS andmehaldussüsteemid läbinud tüübikinnituskatseid ja sellest tulenevalt ei pruugi olla praktikas rakendatavad kõik standarditest tulenevad nõuded. Järgnevad peatükid käsitlevad üldiseid nõudeid AMS andmehaldussüsteemidele ja minimaalsele infole, tulemuste arvutamist raporteeritavale kujule kasutades QAL 2 käigus saadud kalibreerimisfunktsiooni ja täiendavaid parameetreid ning hetkeliste heitkoguste leidmist.

11.1 Üldised nõuded AMS andmehaldussüsteemile EN 17255-2

Andmehaldussüsteemid peavad olema disainitud selliselt, et oleks tagatud vähemalt 99% ulatuses pidev andmete terviklik kättesaadavus kalendriaasta jooksul. Sealhulgas on kriitilise tähtsusega, et andmehaldussüsteemid oleksid kaitstud autoriseerimata muudatuste eest ja kõik tehtud muudatused oleksid jälgitavalt dokumenteeritud.

11.1.1 Vajalikud andmehaldussüsteemi andmed

Andmehaldussüsteemid peavad võimaldama koguda ja salvestada järgnevaid andmeid:

- Mõõdetud saasteainete kontsentratsioonid;
- Mõõdetud täiendavad parameetrid (O₂, H₂O, temperatuur, rõhk);
- Väljuva gaasi mahtkulu andmeid sh mis tingimustel on andmed (mõõtepunkti tingimustel, normaaltingimustel, märg või kuiv gaas);
- Põletusseadme tööparameetreid (töörežiim, koormus jne);
- Käsitsi sisestatud andmeid (nt täiendavad parameetrid, mida pidevalt ei mõõdata).

11.1.2 Nõuded sekkumiskindlale andmete edastamisele ja haldamisele

- Andmeedastus läbi avatud võrgu peab olema krüpteeritud;
- Kõik andmed ja konfiguratsiooniparameetrid peavad olema salvestatud selliselt, et see on kaitstud volitamata modifitseerimiste eest;
- Andmehaldussüsteemile ligipääs peab olema teostatud läbi isikustatud sisselogimise sh. peab sisselogimine olema parooliga kaitstud. Lisaks peab andmehaldussüsteem võimaldama eritasandilist sisselogimist (nt 1. tase andmete vaatamine, 2. tase luba sisestada käsitsi andmeid ja 3. tase luba sisestada QAL 2 funktsioone, kalibreerimistegureid jne);



- Andmete terviklikkuse tagamiseks ja andmekao minimeerimiseks peab olema andmehaldussüsteemis tagatud järgnev:
 - Andmehaldussüsteem peab olema suuteline vältima andmekadu eriti voolukatkestuse korral;
 - Andmehaldussüsteem peab käivituma ja minema töörežiimi automaatselt peale vooluühenduse taastumist;
 - Andmehaldussüsteem peab võimaldama kiiret süsteemi häire või seiskumise tuvastamist sh. peab süsteem sellest operaatorile teavitama ja tekkinud olukorra peab registreerima logis.

Andmehaldussüsteem peab olema varustatud kas analoog- ja/või digitaalse sideliidesega. Täpsemad nõuded analoog- ja digitaalsele sideliidesele on esitatud standardi EN 17255-2 punktides 6.2.2.2 ja 6.2.2.3. Minimaalne andmesalvestuse intervall on 10 sekundit iga mõõdetava parameetri kohta.

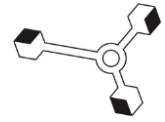
11.1.3 Nõuded andmehaldussüsteemi andmesalvestusele

- Andmehaldussüsteemil peab olema püsiv andmesalvestus;
- Kõik andmed peavad olema salvestatud koos ajaga antud kas UTC või UTC+2;
- Keskmistatud andmed peavad sisaldama ajavahemikku, mille osas keskmistamine on tehtud;
- Kõik andmed peavad olema varundatud eraldi andmekandjale, mis on eraldiseisev andmehaldussüsteem vähemalt 5 aastat, varundamise sagedus peab olema vähemalt 1 kord päevas;
- Andmehaldussüsteem peab võimaldama taastada varundatud andmed sh peab olema tagatud, et tarkvara versiooni muutusega säiliks võimalus taastada varasema tarkvara versiooniga varundatud andmeid nende esialgselt kujul vältides andmekadu.

11.1.4 Käsitsi sisestatavad andmed

Andmehaldussüsteemid peavad võimaldama käsitsi sisestada järgnevaid andmeid:

- Täiendavaid parameetreid nt gaaside niiskuse sisaldust eeldusel, et on tõendatud emissioonigaaside stabiilne kontsentratsioon, võimaldades arvutada gaaside mahtkulu kuiva gaasi kohta;
- QAL 3 käigus saadud parandustegureid või tegevuse/olukorra logi;



- Ükskõik, milline sissekanne tehakse, ei tohi see üle kirjutada automaatselt salvestatud andmeid;
- Kõikide sissekannete puhul peab olema identifitseeritav teostaja ja tehtud muudatused.



11.1.5 Sisendandmete töötlemine

Kõik salvestatud andmed peavad olema verifitseeritud ja tähistatud järgnevalt:

- Andmehaldussüsteem peab olema võimeline tuvastama andmeside ühenduse kadumist või tõrkeid nii analoog kui ka digitaalse signaali puhul. Andmed, mis on salvestatud sellisel ajaperioodil, peavad olema tähistatud kui kehtetud andmed;
- Andmehaldussüsteem peab tuvastama olukorrad, kus tulemused on väljaspool kalibreerimis- või mõõtepiirkonda ja vastavad tulemused peavad olema tähistatud, kui väljaspool piirkonda tulemused. Tulemusi võib vastavushindamise arvutustes kasutada;
- AMS toorandmed loetakse kehtivaks, kui AMS-i sisendandmed on kehtivad ja AMS on mõõterežiimis (mittekehtivad andmed on näiteks olukordades, kui AMS on testimis- või hooldusrežiimis, läbimas funktsionaalsuse kontrolli, veateatega jm).

11.1.6 Alarmid ja hoiatused

Andmehaldussüsteem peab olema võimeline andmeid analüüsima, võrdlema etteantud piiride või seadetega ja edastama sellega seoses vastavaid hoiatussignaale.

- Kõik sellised olukorrad peavad olema tähistatud ajatempli või ajaperioodiga;
- Hoiatussignaaliga peavad olema tähistatud ka olukorrad, kui AMS ei ole raporteeritavas seisus nt protsessi käivituse või seiskamise ajal;
- Kõik korrad, kui AMS-i tulemus ületab kehtivat kalibreerimispiirkonda, peavad olema vastavalt tähistatud ja loendatud, et hinnata vastavust standardi EN 14181 p 6.5 nõuetele;
- Kõik hoiatussignaalid peavad olema püsivalt salvestatud vastavalt alapeatükile 11.1.3.

11.1.7 Sündmuste logi sissekanded

Kõik tegevused, mis on tehtud seoses andmehaldussüsteemiga, peavad olema salvestatud logi sissekandes, mis peab sisaldama järgnevat infot:

- Toimingu kirjeldust (ebaõnnestunud sisselogimine, ühenduse tõrge AMS-iga, muudatused kellaajas rohkem, kui 5 sekundit jne);
- Olukorra/sündmuse kirjeldust;
- Olukorra kategooriat (nt vajab kohest sekkumist, teavitust jne);
- Kasutaja identifitseeringut;
- Sissekande ajatemplit.



11.1.8 Andmehaldussüsteemi aruanded

Andmehaldussüsteem peab olema võimeline koostama aruandeid automaatselt või nõude esitamisel. Aruanded peavad olema esitatud elektroonilisel kujul. Andmehaldussüsteemi tarkvara versioon peab olema esitatud igal aruandes. Aruandes peab olema tuvastatav, mis ajaperioodi kohta see kehtib.

Andmehaldussüsteem peab võimaldama esitada järgnevaid aruandeid:

- Emissioonide aruanded, mis on mõeldud võrdluseks kehtivate piirväärtustega;
- Nimekirja ajavahemikest, kui andmehaldussüsteem ei ole olnud töös;
- Tundide arvu, kui andmehaldussüsteem ei ole olnud töös;
- AMS-i esimese tasandi andmeid;
- QAL 2/AST andmeid (kalibreerimisfunktsioonid, kehtiv kalibreerimispiirkond, viimase QAL 2/AST teostamise kuupäev, funktsiooni rakendamise kuupäev);
- QAL 3 parandid koos kuupäevaga, millal on need rakendatud;
- Sündmuste logi sissekanded;
- Nimekiri hoiatustest ja alarmidest ning kõrvalekalletest koos kuupäeva ja kellaajaga;
- Andmehaldussüsteemi konfiguratsiooni parameetrid koos viimase uuenduse/ülevaatuse kuupäevaga;
- Kõikide kasutatavate tarkvarade versioonide numbrid;
- Andmehaldussüsteem kättesaadavuse andmeid aasta jooksul.

11.2 QAL 3 ja andmehaldussüsteem

Andmehaldussüsteemis on vastavalt standardi EN 17255-2 p.7.6 võimalik QAL 3 rakendada kolmel erineval viisil. NB! Kui QAL 3 kontrollkaart tuvastab olukorra, kus AMS on väljaspool lubatud piire, siis edasised tulemused tuleb tähistada, kui mittekehtivad, kuni AMS on parandatud või rakendatud parandustegurid, vastavalt milline tegevus on asjakohane.

- 1) Andmehaldussüsteem saab andmed AMS-ilt, millel on sisemine QAL 3 protseduur või käitaja kogub, kontrollib ja rakendab QAL 3 kontrollkaarte andmehaldussüsteemi väliselt. Sellisel juhul ei rakendata andmehaldussüsteemis täiendavalt QAL 3 parandustegureid;
- 2) Andmehaldussüsteemile edastatakse AMS-i QAL 3 nullpunkti ja kalibreerimispunkti andmed ja nende põhjal koostatakse kontrollkaardid. QAL 3 andmed võib andmehaldussüsteemi sisestada ka käsitsi ja sellisel juhul peab andmehaldussüsteem teavitama käitajat olukorrast,



kui kontrollkaardi tulemused ületavad kehtestatud piire. Andmehaldussüsteem ei rakenda automaatselt parandustegureid;

- 3) Andmehaldussüsteemil on sisemine QAL 3 protseduur, mille käigus saadakse nullpunkti ja kalibreerimispunkti andmed ning andmehaldussüsteem rakendab vajadusel vastavalt kontrollkaardi piiridele parandustegurit. Sellisel juhul peavad kontrollprotseduurid vastama standardi EN 14181 QAL 3 nõuetele ja kõik parandustegurid peavad olema kontrolli kättesaadavad.

11.3 Andmehaldussüsteemi dokumentatsioon

Andmehaldussüsteemi parameetreid ja versioone tuleb dokumenteerida sarnaselt AMS-i dokumentatsioonile. Järgnevalt on loetletud info, mis peab käitajal olema dokumenteeritud (EN 17255-2 p.6.9.):

- Riistvara konfiguratsioon koos asjakohaste liideste kirjeldusega
- Kasutusjuhendit ja nõudeid andmehaldussüsteemi väljaõppele
- Sisendite ja väljundite nimekirja
- Andmevoo diagramme (sh. arvutusalgoritme koos ühikutega)
- Arvutustehete, parandustegurite sisestamise ja teiste asjakohaste algoritmide loetelu
- Nimekirja kõikidest hoiatustest ja alarmidest, sh rakendamise kriteeriumid ja keskmistamise ajad
- Tarkvara uuenduse protseduurid
- Protseduure, kuidas taastada andmeid riistvara tõrke või seiskumise korral
- Protseduure andmete varundamiseks, valideerimiseks ja taastamiseks
- Protseduure kontrollimaks andmete kogumise terviklikkust ja vajadusel paranduste teostamiseks

Näide andmehaldussüsteem konfiguratsiooni parameetritest on esitatud standardi EN 17255-2 lisas A.

11.4 Andmehaldussüsteemi andmetasemed

11.4.1 Üldised andmehaldussüsteemi andmetasemed

Standard EN 17255-1 käsitleb nõudeid andmehaldussüsteemide poolt kogutud andmete põhjal teostatavatele arvutustele ja süsteemidele võimaldades esitada nõutud kujul mõõtmistulemusi ja teisi andmeid. Andmehaldussüsteemi põhiülesanne on andmete kogumine, salvestamine ja tulemuste



töötlemine kujule, mis on nõutud vastava valdkonna regulatsioonides (seadusandluses, keskkonnakaitseloas, PVT-s jm). Standardi järgi jagunevad andmed järgnevalt:

- Esmatasandi andmed:
 - Esmatasandi andmete puhul on tegemist kõige algsemate tulemustega, mis on arvutatud ja salvestatud andmehaldussüsteemi. Need tulemused võimaldavad alati uuesti arvutada tulemusi raporteeritaval kujul.
- Raporteeritavad emissiooni andmed:
 - Valideeritud emissioonide andmed võrdluseks kehtivate lühiajaliste ja pikaajaliste piirväärtustega (nt 24h keskmine -, kuu keskmine -ja/või aasta keskmine piirväärtus).
- Raporteeritavad kirjeldavad andmed:
 - Kvaliteedi tagamise eesmärgil esitatavad andmed. Selle alla kuuluvad näiteks piirväärtuse ületamiste kordade arv, AMS-i sh andmehaldussüsteem i töökorrast olemiste päevade loend jne.

11.4.2 Esimese tasandi andmed

Esimese tasandi andmed kogutakse andmehaldussüsteemi ühel järgnevatest viisidest:

- 1) Töötlemata toorandmed, mis on kogutud andmehaldussüsteemi intervalliga < 10 sekundit;
- 2) Töötlemata toorandmed, mis on kogutud andmehaldussüsteemi intervalliga < 10 sekundit ja mis on teisendatud kontsentratsiooniks või täiendavaks parameetriks (nt temperatuur);
- 3) Keskmistatud toorandmed, mille keskmistamise aeg ei ületa 1 minutit;
- 4) Keskmistatud toorandmed, mis on teisendatud kontsentratsiooniks või täiendavaks parameetriks ja mille keskmistamise aeg ei ületa 1 minutit.

Lisaks peavad olema täidetud järgnevad tingimused:

- Kõik negatiivse väärtusega mõõtmistulemused tuleb samuti salvestada esimese tasandi andmetes.
- Kui QAL 3 viiakse läbi andmehaldussüsteemis, siis tuleb kõik parandustegurid rakendada enne esimese tasandi andmete moodustamist.
- Kui tulemused ületavad mõõtepiirkonda, siis kasutatakse AMS maksimaalset kontsentratsiooni ja saadud tulemused peavad olema vastavalt tähistatud. Samuti peavad olema tähistatud need tulemused, mille saamiseks on kasutatud tulemusi, mis jäävad väljaspoole mõõtepiirkonda.



11.4.3 Esmatasandi andmetega seotud AMS-i oleku parameetrid

AMS-i oleku parameetrid on olulised, et otsustada milliseid andmeid saab kasutada edasistes tulemuste arvutustes. Vastavalt standardi EN 17255-2 alapeatükile 7.4 peab iga esmatasandi andmerida sisaldama järgnevat infot:

- Põletusseadme/protsessi oleku andmeid (nt käivitus, tavapärase töörežiim, seiskamine);
- Kui esmatasandi tulem on väljaspool mõõtepiirkonda. NB! Mõõtmistulemused, mis ületavad mõõtepiirkonda, ei muuda kehtetuks esmatasandi tulemust ja tulemust kasutatakse edasistes arvutustes;
- Kui AMS läbib funktsionaalsuskontrolli;
- AMS läbib sisekontrolli või QAL 3;
- AMS-il on tuvastatud rike või on läbimas hooldust.

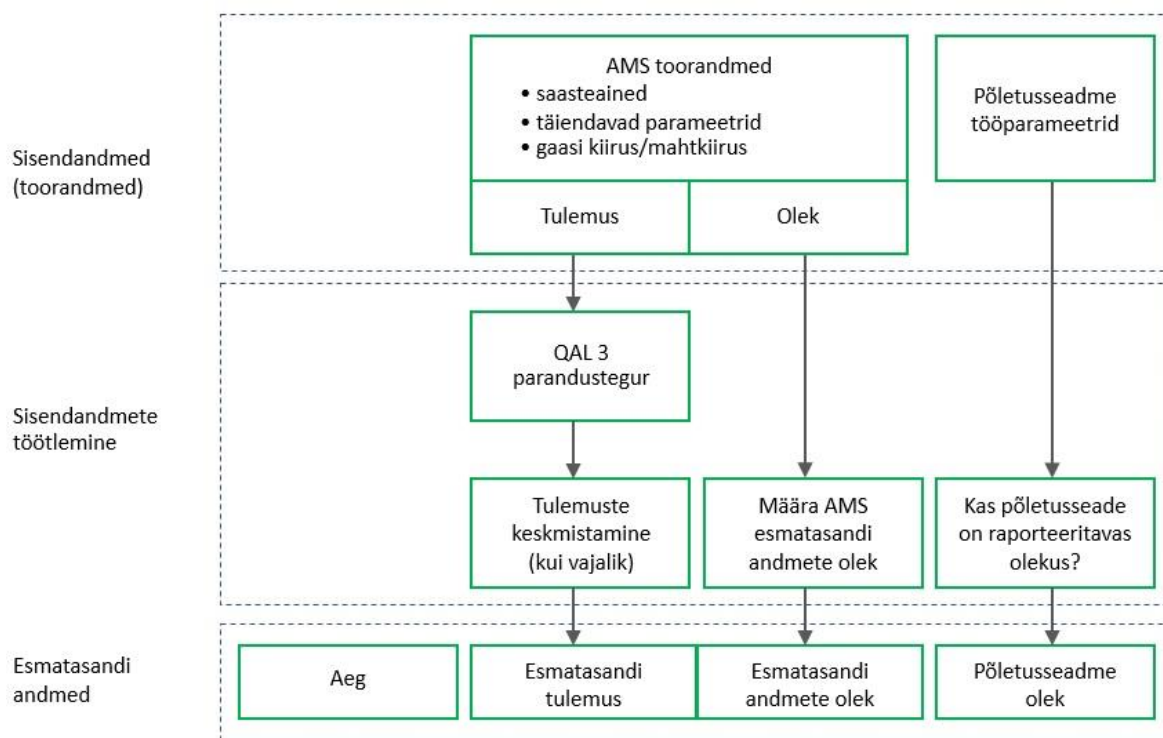
Järgnevad olukorrad muudavad kehtetuks esmatasandi andmed. See kehtib ka kõikidele täiendavatele parameetritele.

- AMS läbib funktsionaalsuse kontrolli;
- AMS läbib sisekontrolli või QAL 3;
- AMS-il on tuvastatud rike või see on läbimas hooldust.



12 AMS-i tulemuste arvutamise skeemid andmehaldussüsteemis

- 1) AMS-i mõõtmistulemused (mõõdetud kontsentratsioonide algandmed normaliseerimata kujul ning täiendavate parameetrite andmed nagu O₂, H₂O, temperatuur, rõhk ja mahtkulu; samuti põletusseadme tööparameetrid (nt koormus või režiim (seiskamine või käivitamine) ning käsitsi sisestatud andmed kogutakse andmehaldussüsteemi (vt Joonis 6).
- 2) Kogutud andmetest saadakse esmatasandi andmed, sealhulgas tuleb algsed mõõtmistulemused vajadusel keskmistada ja valideerida ning rakendada sisemised kalibreerimistegurid, sh QAL 3 käigus saadud parandustegurid (vt Joonis 6).

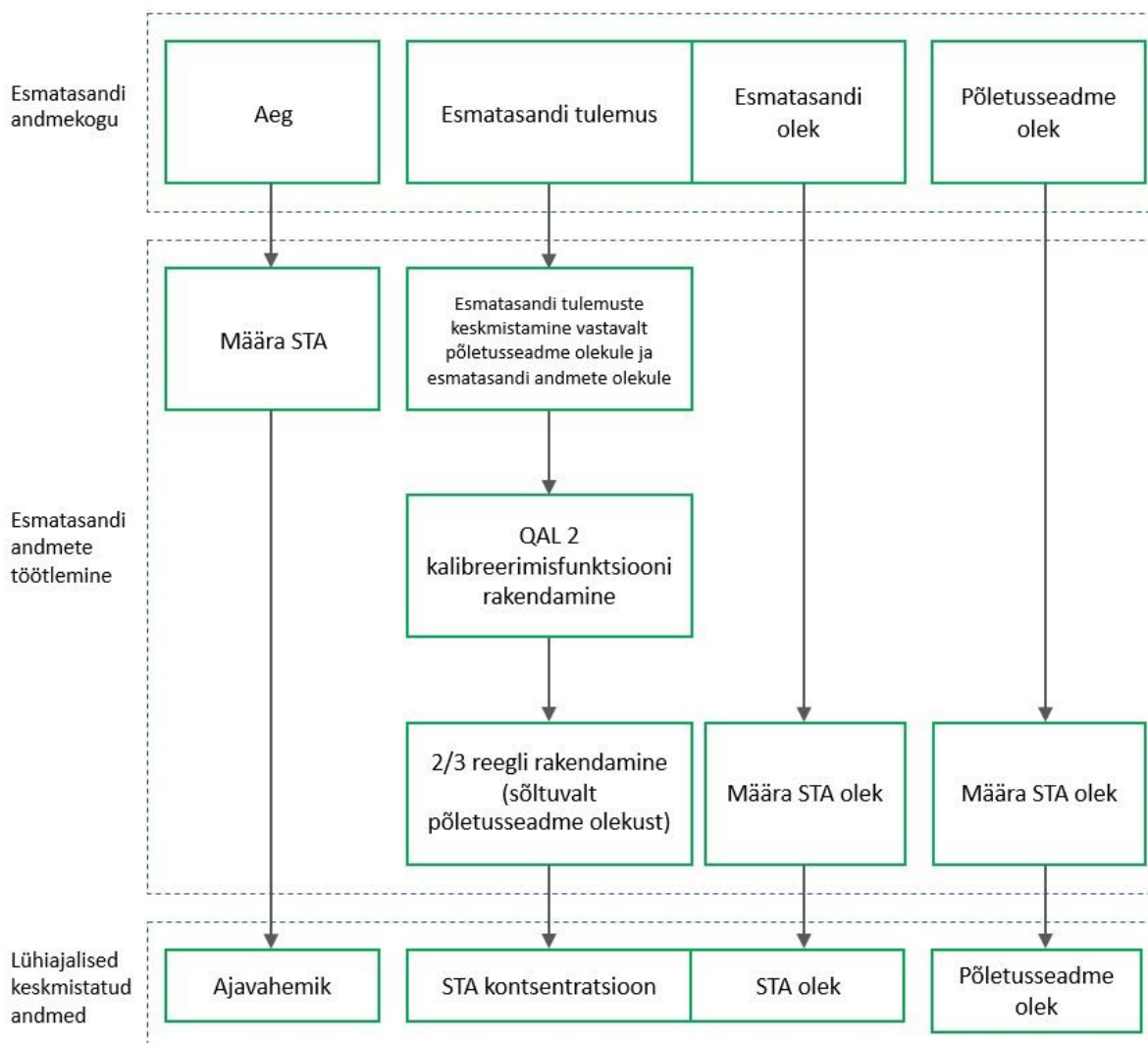


Joonis 6 Esmatasandi andmete skeem (allikas EN 17255-1)

- 3) Kalibreeritud lühiajalise keskmise kontsentratsiooni arvutamise skeem (vt Joonis 7):
 - Keskmistatakse tulemused vastavalt kehtivale lühiajalise piirväärtuse (HPV või mõne teise nt ühe tunni) perioodile;
 - Keskmistatud esimese tasandi tulemustele rakendatakse QAL 2 käigus saadud kalibreerimisfunktsiooni ning saadakse kalibreeritud lühiajalised keskmistatud (STA) tulemused;
 - Kalibreeritud lühiajalise keskmistatud tulemuste kehtivuse hindamine;

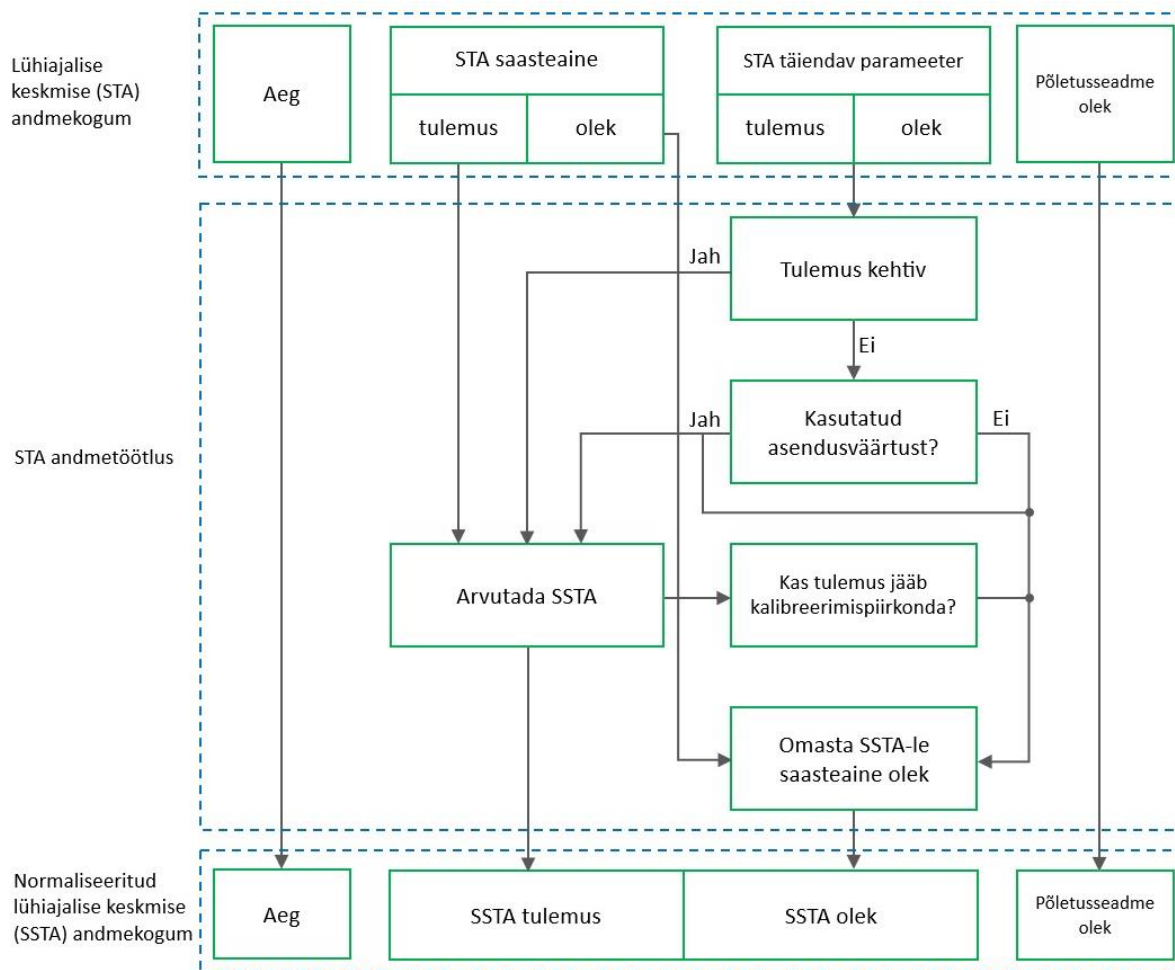


- Kalibreeritud lühiajalise keskmistatud tulemuse normaliseerimine, kasutades täiendavaid parameetreid, sh ettenähtud hapniku kontsentratsioonile normaliseerimine.



Joonis 7 Kalibreeritud lühiajalise keskmise kontsentratsiooni arvutamise skeem (allikas EN 17255-1)

- 4) Valideeritud normaliseeritud lühiajalise keskmistatud tulemuse arvutamine, kasutades täiendavaid parameetreid ja mõõtemääramatust (vt Joonis 8). Mõõtemääramatuse kasutamine on selgitatud alapeatükis 12.4). Saadud tulemust kasutatakse võrdlemisel piirväärtusega (HPV).



Joonis 8 Valideeritud normaliseeritud lühiajalise keskmistatud tulemuse arvutamine (allikas EN 17255-1)

- 5) Pikaajalise valideeritud normaliseeritud tulemuse arvutamine. Saadud tulemust kasutatakse piirväärtusega võrdlemisel (HPV-ga).
- 6) Vajadusel hetkelise heitkoguse arvutamine.



12.1 Tulemuste keskmistamisajad

Tulemuste keskmistamise periood sõltub õigusaktis või keskkonnakaitseloas kehtestatud HPV kehtivuse perioodist. Vajadusel tuleb teostada erinevale perioodile keskmistamisi, eesmärgiga hinnata hetkelisi heitkoguseid, arvutada saastetasusid või kasutada välisõhu saastamisega seotud aastaaruannete koostamiseks. Lisaks tuleb käitisel teostada täiendavaid keskmistamisi, eesmärgiga hinnata, kas tulemuse saamiseks on olemas piisava ajalise katvusega andmekogum. Eristatakse lühiajalist ja pikaajalist keskmistamise perioodi, kus lühiajaliseks loetakse kõiki keskmistamisaegasid peale aasta keskmise. Tavapärased mõõtmistulemuste keskmistamisajad on esitatud Tabel 2.

Tabel 2 Keskmistamisperioodid ja algusajad

Keskmistamise periood	Algusaeg
≤ 1h STA	Tunni aja keskmise arvutust alustatakse iga algava tunni esimesest minutist. Keskmistamisperioodi, mis on lühem kui üks tund, alustatakse arvutust iga algava tunni esimesest minutist ja jätkatakse vastavalt ettenähtud intervallile (nt 10 minuti keskmised andmed, mis on nõutud jäätme põletuse AMS CO puhul, intervalliga 0 min, 10 min, 20 min, 30 min jne).
30 min	Poole tunni keskmise arvutamist alustatakse iga tunni esimesest minutist ja kolmekümne esimesest minutist (nt 0 min, 30 min)
24 h	Päeva keskmiste arvutamist alustatakse iga algava päeva 00h:00min:00s
1 kuu	Kuu keskmiste arvutamist alustatakse iga algava kalendrikuu 00h:00min:00s
aasta	Aasta keskmiste arvutamist alustatakse iga algava kalendrikuu 00h:00min:00s

12.2 Lühiajalise keskmise kontsentratsiooni kehtivus ja 2/3 reegel

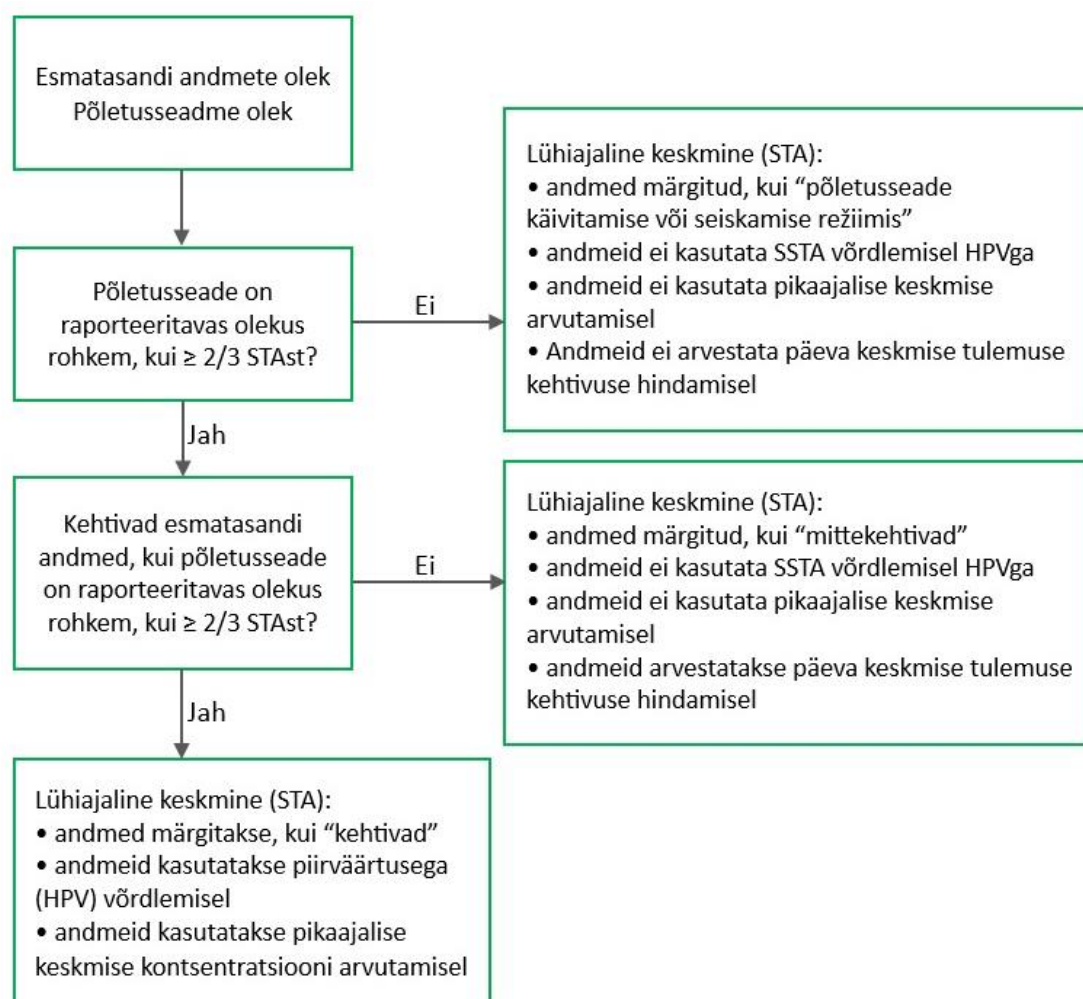
Tulenevalt tööstusheite seadusest loetakse suurte põletusseadmete puhul (LCP) kehtetuks ööpäeva keskmised andmed, mille rohkem kui kolme tunnise perioodi ja jäätme põletustehaste puhul kahe ja poole tunnise perioodi keskmised näitajad ei ole kasutatavad AMS töörežiimi välise olukorra või hoolduse tõttu. Sellised päevad tuleb loendada ning selliseid päevi ei tohi olla rohkem kui kümme päeva kalendriaasta jooksul. Standard EN 17255-1 võimaldab kasutada ka varianti, kus kehtivust hinnatakse ööpäeva keskmiste andmete põhjal ja kehtivaks tunnistatakse olukorrad, kui kehtivaid andmeid on vähemalt 2/3 ulatuses. Lisaks võetakse arvesse olukorrad, kus ööpäeva keskmise kontsentratsiooni saamisel on põletusseade olnud käivituse või seiskamise režiimis. Sellisel juhul peab



standardi kohaselt olema kehtivaid andmeid vähemalt 2/3 ulatuses ööpäevast. Joonis 9 on esitatud skeem, kuidas hinnata lühiajalise keskmise kontsentratsiooni kehtivust.

12.3 Puuduvate täiendavate parameetrite asendamine

Täiendavate parameetrite andmed võivad puududa AMS-i rikke, hoolduse või remondi tõttu. Kui täiendavate parameetrite kehtivad esmatasandi andmed puuduvad lühiajaliselt, siis võib olla vajalik kasutada edasiste arvutuste teostamiseks asendusväärtust. Asendusväärtus võib olla fikseeritud nt viimase QAL 2/AST käigus saadud SRM tulemus samade põletusseadme/protsessi tingimuste juures või viimane kehtiv keskmine lühiajalise perioodi tulemus. Asendusväärtuse kasutamine ei muuda kehtetuks valideeritud normaliseeritud lühiajalist keskmist tulemust.



Joonis 9 2/3 lühiajalise keskmise (STA) kehtivuse hindamine

12.4 Mõõtemääramatusega arvestamine

Suurte põletusseadmete ja jäätmepõletuse heite piirväärtusega võrdlemiseks tuleb pideva heiteseire tulemused valideerida, kasutades selleks mõõtemääramatust (vt Tabel 3). Kehtiva praktika kohaselt tuleb selleks standardiseeritud ning vastavale hapniku võrdlustasemele taandatud lühiajalisest ja pikaajalisest keskmisest kontsentratsioonist lahutada usaldusvahemiku 95% väärtus ehk maksimaalne lubatud mõõtemääramatus, mis on esitatud Tabel 3. Arvutusvalem on esitatud alapeatükis 13.2.7.

Tööstusheite direktiivi 2.0 artikli 15a (heite piirväärtustele vastavuse tingimused) rakendusakti koostamise käigus täpsustatakse mõõtetulemuse valideerimise ja selleks kasutatava mõõtemääramatuse leidmise meetodikat. Meetodika käesolevas seisus oleva versiooni kohaselt tuleb standardiseeritud ja vastavale hapniku tasemele taandatud pikaajalise või lühiajalise keskmise tulemuse valideerimiseks kasutada mõõtemääramatust, mis on saadud viimase QAL 2 varieeruvustesti



andmetest. Täpsemate reeglite kehtestamisel tuleks käesolevat tööd uuendada ning rakendada viimane kehtiv praktika.

Tabel 3 Maksimaalsed lubatud määramatused

Saasteaine	Määramatus
NO _x	20%
SO ₂	20%
CO	10%
HCl	40%
Osakesed	30%
TOC	30%

12.5 Hapnikusisalduse võrdlustasemed

Selleks, et valideeritud kontsentratsioonid oleksid võrreldavad HPV-ga on igal valdkonnal kehtestatud hapnikusisalduse võrdlustasemed, millele peavad tulemused olema taandatud. Hapnikusisalduse võrdlustasemed on esitatud tabelis (vt Tabel 4).

Tabel 4 Hapnikusisalduse võrdlustasemed

Tegevus	Hapnikusisalduse võrdlustase (O _R)
Vedel- ja/või gaasikütuste põletamine (mis ei toimu gaasiturbiinis ega mootoris)	3 mahuprotsenti
Tahkekütuste põletamine	6 mahuprotsenti
Tahkekütuste põletamine koos vedel- ja/või gaasikütusega	
Jäätmete koospõletamine	
Jäätmepõletus	11 mahuprotsenti
Vedel- ja/või gaasikütuste põletamine gaasiturbiinis või mootoris	15 mahuprotsenti
Põletamine integreeritud gaasistusseadme ja kombineeritud tsükliga (IGCC) jaamades	



13 Arvutusvalemid

Mõõtmistulemuste keskmistamise ja normaaltingimustele arvutamise valemid on esitatud standardis EN 15259 lisa C ja standardi EN 17255 lisa B. Järgnevalt tuuakse välja olulisemad valemid.

13.1 Mahuosa teisendamine kontsentratsiooniks (ppm → mg/Nm³)

Mahuosa (nt ppm) teisendatakse massikontsentratsiooniks mg/Nm³ järgneva valemi abil:

$$C = ppm \times \frac{M_{mol}}{V_{mol}}$$

kus

M_{mol} – mõõdetava ühendi molaarmass (kg/m³)

V_{mol} – molaarruumala (m³/mol)

Kuna massikontsentratsioon esitatakse normaaltingimustel (273,15K, 101,325 kPa). Sellistes tingimustes on molaarruumala $V_{mol} = 22,41 \text{ m}^3/\text{kmol}$

13.2 Massikontsentratsiooni teisendamine normaaltingimustele kasutades täiendavaid parameetreid

Standardi EN 17255-1 lisa B punktis 3. on esitatud gaasi mahu normaliseerimisvalemid. Kuna AMS kontsentratsioonid esitatakse mahukontsentratsioonina, mis teisendatakse massikontsentratsiooniks või massikontsentratsiooni kujul, siis tuuakse välja valemid massikontsentratsiooni teisendamiseks normaaltingimustele.

13.2.1 Kontsentratsioonide keskmistamine

Keskmine \bar{C} tulemus saadakse liites kõik saadaolevad kehtivad tulemused ja jagades need kehtivate tulemuste arvuga. Valem:

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i$$

kus

C_i – üksiktulemus ≤1 min

n – katsete, tulemuste arv



13.2.2 Temperatuuri parandustegur

Mõõdetud massikontsentratsioon \bar{C} temperatuuril T_m teisendatakse normaaltingimustel kontsentratsiooniks $C (T_{norm})$ temperatuurile T_{norm} valemiga:

$$\bar{C} (T_{norm}) = \bar{C} \times \frac{T_m}{T_{norm}}$$

kus

T_m – gaasi temperatuur mõõtekohas, K

T_{norm} – gaasi temperatuur normaaltingimustel (273,15 K)

13.2.3 Rõhu parandustegur

Mõõdetud massikontsentratsioon \bar{C} rõhul P_m teisendatakse normaaltingimustel kontsentratsiooniks $C (P_{norm})$ rõhule P_{norm} valemiga:

$$C (P_{norm}) = \bar{C} \times \frac{P_{norm}}{P_m}$$

kus

P_m – gaasi rõhk mõõtekohas, kPa

P_{norm} – gaasi rõhk normaaltingimustel (101,325kPa)

13.2.4 Massikontsentratsiooni teisendamine kuivale gaasile

Mõõdetud massikontsentratsioon \bar{C} veeauru sisaldusega h_m teisendatakse normaaltingimustel kontsentratsiooniks $C (h_{kuiv})$ veeauru sisaldusele h_{kuiv} valemiga:

$$\bar{C} (h_{kuiv}) = \bar{C} \times \frac{100\%}{100 - h_m}$$

kus

h_m – gaasi veeauru mõõtekohas mahuprotsentides %

h_{kuiv} – gaasi veeauru sisaldus kuiva gaasi kohta (mahuprotsent = 0%)



13.2.5 Massikontsentratsiooni teisendamine võrdlustaseme (referents) hapniku kontsentratsioonile

Mõõdetud massikontsentratsioon C hapniku sisaldusega O_m teisendatakse referents hapniku kontsentratsioonile (Tabel 4) massikontsentratsiooniks $\bar{C}(O_{ref})$ referents hapniku kontsentratsiooniga O_{ref} valemiga:

$$\bar{C}(O_{ref}) = \bar{C} \times \frac{21\% - O_{ref}}{21\% - O_m}$$

kus

O_m – gaasi hapniku sisaldus mõõtekohas mahuprotsentides % (kuiv gaas)

O_{ref} – gaasi hapniku sisaldus referents hapniku tingimustel mahuprotsentides % (kuiv gaas)

13.2.6 Massikontsentratsiooni teisendamise kombineeritud valem

Mõõdetud massikontsentratsiooni teisendamiseks normaaltingimustele saab kasutada ka järgnevat eelnevatest valemitest kombineeritud valemit:

$$\bar{C}_{norm,kuiv} = \bar{C} \times \frac{T_m}{T_{norm}} \times \frac{P_{norm}}{P_m} \times \frac{100\%}{100 - h_m} \times \frac{21\% - O_{ref}}{21\% - O_m}$$

13.2.7 Normaaltingimustele teisendatud massikontsentratsiooni valideerimine

Mõõdetud ja normaaltingimustele teisendatud massikontsentratsioon $C_{norm,kuiv}$ valideeritakse kasutades mõõtemääramatust järgmise valemiga:

$$\bar{C}_{valideeritud} = \bar{C}_{norm,kuiv} - \left(\bar{C}_{norm,kuiv} \times \frac{\text{mõõtemääramatus, \%}}{100} \right)$$

13.2.8 Gaasi mahtkulu arvutamine

Kui AMS mõõdab gaasi kiirust v_m m/s siis arvutatakse gaasi mahtkulu V_m valemiga:

$$V_m = v_m \times A$$

kus

v_m – Gaasi joonkiirus gaasikäigu tingimustel (T_m, P_m, h_m, O_m)

A – Gaasikäigu ristlõikepindala mõõtekohas m²



Gaasi mahtkulu teisendatakse kuivale tasemele ning võrdlustaseme hapniku kontsentratsioonile kasutades valemit:

$$V_{norm,kuiv} = V_m \times \frac{T_{norm}}{T_m} \times \frac{P_m}{P_{norm}} \times \frac{100\% - h_m}{100\%} \times \frac{21\% - O_m}{21\% - O_{ref}}$$

13.2.9 Hetkelise heitkoguse arvutamine

Hetkeline heitkogus q_e leitakse valemiga:

$$q_e = \bar{C}_{norm,kuiv} \times V_{norm,kuiv}$$

NB! Hetkelise heitkoguse arvutamisel ei lahutata kontsentratsioonist mõõtemääramatust.