

Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften

Titel	Test af DAHS ved QAL2 og AST
Undertitel	Signalveje og beregninger af AMS data
Forfatter(e)	Lars K. Gram
Kvalitetssikring	Lars Piilman Brorholt
Arbejdet udført, år	2015
Udgivelsesdato	Januar 2016 (som notat)
Revideret, dato	08-2025 (som rapport) og 01-2026

Referencelaboratoriets rapporter og notater er udarbejdet som baggrundsinformation for Miljøstyrelsen eller som fagligt input til en problemstilling inden for Referencelaboratoriets fagområde.

Kun hvis det specifikt fremgår af rapporten, er indholdet udtryk for Miljøstyrelsens holdning.

Miljøstyrelsen beslutter på baggrund af rapportens indhold, om det er påkrævet med ændringer i vejledninger og bekendtgørelser.

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
1.1	Baggrund.....	2
1.2	Formål.....	3
1.3	Væsentlige ændringer i revisionen.....	3
2	Test af DAHS	3
2.1	Specielt vedr. QAL3 korrektioner	3
2.2	Test af DAHS ved funktionstest	4
2.2.1	Test af DAHS.....	4
2.2.2	Oversigt over data og korrektioner, funktionstest	5
2.3	Test af DAHS ved parallelmålinger i forbindelse med QAL2 og AST	5
2.3.1	Opsamling og beregning baseret på AMS rådata.....	5
2.3.2	Opsamling af DAHS beregnede data	7
2.3.3	Test af DAHS.....	7
2.3.4	Oversigt over data og korrektioner, QAL2 og AST	8
3	Konklusion	9

1 Indledning

Denne rapport er udarbejdet af Referencelaboratoriet som baggrundsrapport for Miljøstyrelsen eller som fagligt input til en problemstilling inden for Referencelaboratoriets fagområde. Kun hvis det specifikt fremgår af rapporten, er indholdet udtryk for Miljøstyrelsens holdning. Miljøstyrelsen beslutter på baggrund af rapportens indhold, om det er påkrævet med ændringer i vejledninger og bekendtgørelser.

CEN TC-264 WG9 har udarbejdet en standard¹ (EN-17255) i fire dele vedr. DAHS².

Del 1: Krav til grunddata og rapporterede data

Del 2: Krav til DAHS

Del 3: Test og certificering af DAHS

Del 4: Test af DAHS

Del 4 indeholder bl.a. information om funktionstest af DAHS, der skal udføres årligt. Del 4 tager udgangspunkt i DAHS der er certificeret i henhold til standardens andre dele.

Som supplement til ovenstående test er der en billig og nem måde at sikre, at data med stor sandsynlighed bevæger sig korrekt gennem systemet og korrigeres korrekt inden rapportering. Når der alligevel udføres funktionstest og parallelmålinger ved QAL2 og AST er der mulighed for at supplere de indsamlede rådata med de sammenhørende rapporteringsdata. Når disse data foreligger i parallel, er det relativt simpelt at kontrollere om der er sammenhæng mellem rådata og rapporterede data i DAHS'en.

Testen vil kunne benyttes til alle DAHS, men da det forventes at DAHS-standarden vil indeholde omfattende test af nye DAHS ved installering, vil testen kun være relevant for eksisterende DAHS som ikke er testet i henhold til DAHS-standarden.

1.1 Baggrund

I januar 2016 udgav Referencelaboratoriet notat "Test af DAHS ved QAL2 og AST - Signalveje og beregninger af AMS-data", som har været benyttet til test af DAHS i Danmark.

I maj 2023 udkom standarden EN-17255-4, som omhandler test af DAHS.

MEL-16: 06-2025 anfører følgende om test af DAHS:

DS/EN 17255-4:2023 (DAHS-standarden) indeholder specifikation af krav til installation samt til løbende kvalitetssikring og kvalitetskontrol af dataindsamlings- og datahåndteringssystemer (DAHS). CEN har i marts 2024 besluttet at igangsætte arbejde med det formål at udarbejde eksempler på, hvordan test af DAHS efter standarden kan gennemføres i praksis.

¹ Stationary source Emissions — Data acquisition and handling systems — Part 1: Specification of requirements for the handling and reporting of data. Part 1: Specification of requirements on basic and reported data - Part 2: Specification of DAHS requirements - Part 3: Specification of DAHS testing and certification – Part 4: Specification of requirements for the installation and on-going quality assurance and quality control of data acquisition and handling systems

² Data Acquisition and Handling Systems. Datahåndtering, datalagring, beregning og rapportering af AMS-data. DAHS kan være en del af SRO-systemet eller fungere som en selvstændig enhed (der bla. henter data fra SRO-systemet).

Referencelaboratoriet har i 2016 udarbejdet notat om test af DAHS ved QAL2 og AST - signalveje og beregninger af AMS-data.

Rapport nr. 105 erstatter Referencelaboratoriets notat fra 2016.

Nærværende rapport kan anvendes til test af DAHS, indtil der foreligger en vejledning i hvordan EN 17255-4 kan følges.

1.2 Formål

Formålet med denne rapport er at give vejledning i, hvordan en alternativ test af DAHS kan udføres samtidig med at der udføres funktionstest og parallelmålinger under QAL2.

1.3 Væsentlige ændringer i revisionen

Notatet er med udgivelsen af denne rapport blevet revideret og opdateret.

Væsentlige ændringer i denne udgave:

- Har fået et rapportnummer, så der kan refereres til den.
- Generel opdatering af notatet til nyeste version af MEL-16 og udgivelsen af EN 17255-4.
- Vejledning og anbefalinger vedr. anlæg med mulighed for afskæring er indført i afsnit 2.3.1.
- Ny test vedr. validering og valideringsværdi er tilføjet, herunder test af om valideringsværdien er i overensstemmelse med miljøgodkendelsen. Vejledning og anbefalinger til håndtering af DAHS, hvor det kun er muligt at modtage validerede middelværdier samt anlæg med varierende ELV og dermed varierende valideringsværdi

2 Test af DAHS

Den foreslåede test er i 2 dele:

I del 1 (Test af DAHS ved funktionstest se afsnit 2.2) testes udelukkende signalveje og evt. skaleringer. Her testes at et signal på AMS også lander det rigtige sted i DAHS'en.

I del 2 (Test af DAHS ved parallelmålinger i forbindelse med QAL2 og AST, se afsnit 2.3) testes om beregninger (normalisering og midling) er udført korrekt og med de korrekte perifere parametre.

Når begge test er OK, er der stor sandsynlighed for, at DAHS vil rapportere korrekt i alle situationer, men da testen ikke er fuldkommen, kan det ikke udelukkes at fejl kan eksistere efter en bestået test. For parametre, der under parallelmålingerne ligger på et lavt niveau vil fejl ikke kunne observeres ved testen.

2.1 Specielt vedr. QAL3 korrektioner

QAL3 korrektioner kan udføres i AMS eller i DAHS. Når QAL3 korrektioner udføres i AMS er de ikke relevante for test af DAHS, da de signaler der aflæses eller datalogges fra AMS (AMS rådata), allerede er korrigeret for QAL3.

Ligger QAL3 korrektionen derimod i selve DAHS'en er de nødt til at indgå i beregningerne.

I nærværende rapport omtales kun QAL3 korrektioner, der er indeholdt i DAHS'en.

2.2 Test af DAHS ved funktionstest

Ved funktionstesten gennemføres bl.a. linearitetstest af AMS. Denne indebærer at der vha. referencematerialer testes signal aflæst på AMS i mindst 5 forskellige niveauer. Visningen på AMS bør kunne genfindes i datasystemet enten som lagrede data eller ved samtidig aflæsning på en skærm. Disse data må ikke være normaliseret og korrigeret for QAL2 og QAL3 i DAHS. Data må maksimalt være midlet til 1 minut (for at sikre samhörighed).

Testen kan i praksis udføres ved, at de relevante data med tilhørende tidsstempling udleveres til funktionstest operatøren, som efterfølgende udfører kontrol af datapar.

Alternativt kan der ved kommunikation mellem funktionstestoperatøren og en person der har adgang til at se de relevante data på en skærm, noteres sammenhørende værdier.

Det er vigtigt at visningen holdes konstant på AMS så længe, at en midling over fx et minut ikke påvirker aflæsningen i DAHS. Det anbefales at holde visningen i mindst 5 minutter efter, at der er fuldt udslag på AMS og at aflæsningen foretages efter ca. 4 minutter. Det kan ved grafisk visning sikres visuelt at den korrekte værdi aflæses.

Alle værdier bør være aflæst med mindst 3 betydende cifre, idet 2 betydende cifre er for lidt i forhold til testkriteriet.

2.2.1 Test af DAHS

Som testkriterium³ foreslås følgende:

- Forskellen mellem de to visninger skal være mindre end 5% af visningen på AMS.
 - Testen udføres for tre forskellige værdier ved nulpunktet og fx ved ca. 50% og 100% af døgngrenseværdien.
 - Kriteriet skal være opfyldt ved 50 og 100% af døgngrenseværdien.
 - Ved nulpunktet anføres ikke et kriterium, men visningen i DAHS bør være nul.

Hvis kriteriet ikke er opfyldt, kan årsagen være, at signalvejen fra AMS til DAHS er forkert.

Testen bør gennemføres for alle primære og perifere parametre, der udføres funktionstest for. Det er især vigtigt, at de perifere parametre O₂, H₂O og temperatur testes. Hvis der ikke udføres funktionstest for temperatur, bør denne kontrolleres ved en aflæsning af røggastemperaturen på AMS og samtidig aflæsning af temperaturen i DAHS. Testkriteriet for temperatur er 5°C. Hvis røggastemperaturen varierer meget på kort tid, kan det være umuligt at gennemføre testen. Hvis tryk indgår i funktionstesten, bør denne også kontrolleres. Test kriteriet for tryk er 0,5 kPa (5 mbar).

³ I Flanderen i Belgien er denne test et krav og de benytter det foreslåede testkriterium. Vær opmærksom på at der ikke er tale om måleusikkerhed og lign.; sammenhørende værdier er i princippet helt ens, bortset fra elektriske forstyrrelser i signalveje og logningen.

2.2.2 Oversigt over data og korrektioner, funktionstest

	AMS-data	DAHS
Rådata (maks 1 minut)	Aflæs på AMS eller datalog direkte fra AMS	Aflæs i DAHS eller eksporter fra DAHS
Midlingstid	Maksimum 1 minut	
Tidspunkt	Det skal sikres at værdien på AMS holdes tilstrækkelig længe til at den indgår 100% i den aflæste middelværdi i DAHS. Samtidig skal AMS have fuld respons i hele DAHS'ens midlingsperiode.	
Enhed for data	Skal være ens	
QAL3 eller QAL2 korrektion	Nej	
Skalering fx fra mA til mg/m ³ eller ppm til mg/m ³ (n)	Ja	
Test ved nulpunkt og fx ca. 50% og 100% af døgngrænseværdi.	Testkriterium: maksimal afvigelse på 5% af AMS-værdi. Ved nulpunktet anføres ikke et kriterium, men visningen i DAHS bør være nul.	

Tabel 1 Oversigt over data og korrektioner, funktionstest

2.3 Test af DAHS ved parallelmålinger i forbindelse med QAL2 og AST

Når der gennemføres parallelmålinger i forbindelse med QAL2 og AST, kan relevante data til en simpel og billig test af DAHS genereres uden betydelige ekstraomkostninger. Data og test kan i princippet gennemføres uden relation til QAL2 og AST parallelmålinger, men da mange af arbejdsgangene og beregningsmetoderne er de samme, vil det formodentlig være billigere at udføre testen samtidig med parallelmålingerne.

2.3.1 Opsamling og beregning baseret på AMS rådata

Ved parallelmålingerne indsamles AMS rådata⁴ med henblik på at sammenholde AMS rådata med SRM måleresultaterne. For at kunne gennemføre variabilitetstesten beregnes AMS rådata ved grænseværdiens referencetilstand (fx mg/m³(n,t,ref O₂), idet de normaliseres vha. AMS perifere data. Disse data er IKKE korrigeret for QAL2 funktionen eller eventuelle QAL3 korrektioner i DAHS⁵.

Målefirmaet der udfører QAL2 eller AST har således allerede tilgængelige AMS rådata fra både primær og perifer AMS, som kan benyttes til at kontrollere beregningerne i DAHS.

Visse anlæg har mulighed til at foretage afskæring af måleværdier, som beskrevet i MEL-16. Denne afskæring påvirker ikke rådata, men har derimod indflydelse på DAHS'ens beregnede middelværdier. Ved test af

⁴ Rådata kan i dette notat betyde data opsamlet analogt eller data der er midlet til maksimalt 1 minut (de såkaldte FLD (First Level Data) i DAHS-standarden.

⁵ QAL3 bør nulstilles ved funktionstesten.

DAHS bør perioder med afskæring så vidt mulig undgås på samme måde som det anbefales i MEL-16 infoboks 10: *Hvis anlægget har afskæring af måleværdier for en parameter, bør anlægsdriften under parallelmålinger sikre at afskæring er på et minimum. Hvis kalibreringsfunktionen dannes på baggrund af AMS-data med hyppig afskæring, vil den ikke være retvisende.*

Hvis afskæringsniveauet kendes, kan rådata tilpasses således at alle værdier over afskæringsniveauet erstattes med afskæringsniveauets værdi. Vær opmærksom på, at enheder og konditioner for henholdsvis rådata og afskæringsniveau skal være ens.

For at kunne kontrollere beregningen i DAHS skal de opsamlede AMS rådata derfor beregnes og midles på samme måde som DAHS'en foretager beregningen. Af historiske årsager er der to måder at beregne middelværdier på, idet ældre DAHS-systemer ikke nødvendigvis følger standardens beregningsmetode (beregning 1):

Beregning 1: DAHS der midler før normalisering og QAL2 (som foreskrevet i EN 17255.):

1. Primære og perifere data midles over korttidsmiddelperioden (fx ½ time)
 - DAHS'ens middelværdiperioder benyttes (fx fra 10:00 til 10:30)⁶
2. Korttidsmiddelværdierne korrigeres med QAL2 kalibreringsfunktion (og evt. QAL3 i DAHS)
3. Korttidsmiddelværdierne normaliseres (omregning til grænseværditilstand) ved anvendelse af korttidsmiddelværdier af AMS perifere data.

Negative værdier skal medregnes i alle tre niveauer af beregningen.

Beregning 2: DAHS der normaliserer før midling (beregningemetoden forekommer i ældre DAHS-systemer):

1. Korttidsmiddelværdierne korrigeres med QAL2 kalibreringsfunktion (og evt. QAL3 i DAHS)
2. Korttidsmiddelværdierne normaliseres (omregning til grænseværditilstand) ved anvendelse af korttidsmiddelværdier af AMS perifere data.
3. Primære og perifere data midles over korttidsmiddelperioden (fx ½ time)
 - DAHS'ens middelværdiperioder benyttes (fx fra 10:00 til 10:30)⁶

Negative værdier skal medregnes i alle tre niveauer af beregningen.

Det kan være vanskeligt at afgøre om en DAHS regner på den ene eller den anden måde, men som udgangspunkt kan det antages at ældre DAHS-systemer anvender Beregning 2, hvor nyere (efter 2015) DAHS-systemer sandsynligvis anvender Beregning 1. Alle certificerede DAHS-systemer anvender Beregning 1. Når det ikke kan verificeres hvilken beregningsmetode DAHS'en anvender, bør begge beregningsmetoder testes, og den metode der giver de mindste afvigelser benyttes i forhold til testkriterierne. Ved test af begge metoder, bør rapporten indeholde en bemærkning om at begge metoder er testet og hvilken metode, der giver de mindste afvigelser. Kun ved betydelige svingninger i fx både den primære parameter (fx NO_x) og en eller flere af de perifere parametre over korttidsmiddelperioden vil forskellen i regnemetoder have væsentlig betydning for resultatet.

Korrektioner for QAL2 og QAL3 i DAHS skal indgå i kontrolberegningen.

⁶ Bemærk at DAHS'en altid regner i hele midlingsperioder, som altid starter kl 00:00.

2.3.2 Opsamling af DAHS beregnede data

Fra DAHS'en udleveres korttidsmiddelverdier (normalt ½-1 time) ved grænseværdiens referencetilstand (fx $\text{mg/m}^3(\text{n,t,ref O}_2)$). Disse skal være korrigeret for QAL2 kalibreringsfunktion og normaliseret, men de må ikke være valideret (dvs. fratrukket usikkerheden). Valideringsværdien for det pågældende anlæg og parameter skal oplyses. Ved blandede brændsler skal værdien oplyses pr. midlingsperiode.

Hvis det ikke er muligt at få udleveret ikke-validerede data, så skal valideringsværdien oplyses og de beregnede middelverdier fra rådata skal valideres på samme måde som DAHS'en validerer data. Vær opmærksom på at værdier der er negative efter validering sættes til værdien nul (0). Ved beregning på validerede resultater fra AMS der i forvejen måler lavt, er der risiko for kun at have nul-værdier til rådighed ved testen, som derfor bliver af mindre værdi. OBS: man kan ikke i stedet lægge valideringsværdien til DAHS'ens beregnede værdier, da negative værdier sættes til nul (0) i DAHS'en.

Anlæg med blandede brændsler giver en variabel ELV og dermed også en variabel usikkerhed, der kan fratækkes ved valideringen. Ved blandede brændsler skal valideringsværdien derfor oplyses pr. middelperiode.

Fra DAHS'en udleveres desuden den anvendte kalibreringsfunktion og eventuelle QAL3 korrektioner som foretages i DAHS'en.

2.3.3 Test af DAHS

Som testkriterium foreslås følgende:

- Forskellen mellem de to værdier (beregnet af målefirmaet ud fra indsamlede AMS rådata og beregnet af DAHS) skal være mindre end 5% af målefirmaets beregnede værdi.
- Testen skal gennemføres for alle primære parametre
 - det anbefales at de perifere parametre også testes, da eventuelle fejl i systemet lettere kan fejlfindes, når de perifere parametre også er testet.
- Testen gennemføres for alle parallelmålinger under QAL2 eller AST.
- Ved måleresultater nær ved nul (fx mindre end kvalitetskravet) benyttes testkriteriet: maks. 2 % af døgngrenseværdien.
- Det testes om valideringen er foretaget korrekt og om valideringsværdien er i overensstemmelse med miljøgodkendelsen.

Når testkriteriet ikke er opfyldt bør det undersøges hvad der er årsagen til fejlen. Hvis alle AMS (primære som perifere) er testet OK under funktionstesten er der sandsynligvis ikke tale om signalvejsproblemer, men derimod om fejlkorrektioner i DAHS.

I princippet skulle de to parallelberegninger give nøjagtigt det samme resultat, men i praksis kan der være små forskelle pga. fx:

- DAHS anvender en anden beregningsmetode end forventet (beregning 1 eller 2)
- Data logges af målefirmaet og urene er ikke fuldstændig synkroniserede
 - Hvis data udleveres fra DAHS'en elimineres denne forskel
- Konstanter med forskelligt antal betydende cifre (fx 21 eller 20,95)
- Den ene beregning korrigerer for tryk, den anden ikke.
- DAHS medtager ikke negative værdier i beregningen

Eksempler på fejl, der er set i DAHS-systemer:

- Dobbelt O₂ korrektion
- Forkerte konstanter er anvendt (fx ved omregning mellem ppm og mg/m³(n,t))
- Korrektion med forkerte signaler for perifere parametre (fx at en temperaturmåling et andet sted i systemet benyttes som røggastemperatur)
- Korrektionsformler der er vendt på hovedet (fx O₂ korrektion)

Disse fejl kan sagtens leve i systemet uden at blive opdaget. Fx vil fejl i O₂ korrektionen ikke betyde det store, hvis anlægget drives tæt på reference O₂ koncentrationen.

For parametre der generelt ligger på et lavt niveau, vil fejlen ofte ikke kunne observeres, og den vil sandsynligvis ikke afsløres ved denne test, medmindre der er målbare koncentrationer under parallelmålingerne.

2.3.4 Oversigt over data og korrektioner, QAL2 og AST

	AMS-data	DAHS
Rådata (maks 1 minut)	Fra QAL2 og AST indsamlede rådata.	Eksporter første niveau data (FLD) fra DAHS
Midlingstid	Så kort som mulig.	
Tidspunkt, periode	DAHS'ens middelværdiperioder til rapportering af korttidsmiddelværdier. Undgå perioder med evt. afskæring. Se evt. afsnit 2.3.1 for vejledning vedr. korrektion ved afskæring.	
Enhed for data	AMS-kondition og enhed	Grænseværditilstand (fx mg/m ³ (n,t, ref O ₂ %)
QAL3 korrektion	Nej	Ja
QAL2 korrektion	Nej	Ja
Udlevering af QAL3 korrektionsdata	Ja hvis relevant (dvs. hvis QAL3 korrektion udføres i DAHS)	
Udlevering af QAL2 korrektionsdata	Ja altid	
Skalering fx fra mA til mg/m ³ eller ppm til mg/m ³ (n)	Ja	
Beregnete data	Korriger rådata for QAL3, QAL2, normaliser (omregn til grænseværditilstand) benyt AMS perifere data til normalisering. Husk at midling skal foretages på samme måde som	Ingen korrektion

	AMS-data	DAHS
	for DAHS (dvs. før eller efter normalisering)	
Valideringsværdi (den usikkerhed der må fratrækkes ved validering) OBS ved blandede brændsler skal valideringsværdi udleveres pr. midlingsperiode.	Ja altid	
Test af primære og perifere parametre	Primære parametre. Det anbefales at de perifere parametre også testes.	
Test ved så mange perioder som der er indsamlet data til.	Testkriterium: Maksimal afvigelse: 5% af Målefirmaets beregnede værdi. Ved måleresultater nær ved nul (fx mindre end kvalitetskravet) benyttes testkriteriet: 2% af døgngrenseværdien.	

Tabel 2 Oversigt over data og korrektioner, QAL2 og AST

3 Konklusion

Den samlede test sandsynliggør, at signalvejene er OK fra AMS til lagrede rådata (funktionstesten) og at diverse korrektioner og normaliseringer er gennemført korrekt.

Det foreslåede testkriterium (5% af målefirmaets beregnede værdi) er ganske lempeligt, da beregningsresultaterne burde være helt ens. Testkriteriet er foreslået for at give plads til de små forskelle der som nævnt kan forekomme, uden at der er deciderede fejl i systemet. Hvis det formodes, at alle de små forskelle er elimineret i beregningen, bør selv små forskelle give anledning til at DAHS'en kigges efter i sømmene.

I de tilfælde, hvor alle data til beregningen trækkes ud af DAHS, kan del 2 af testen uden de store omkostninger gentages i forskellige driftssituationer og koncentrationsniveauer, som kan findes bagud i tiden.