

Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften

Titel	QAL3 myndighedskontrol
Undertitel	Vejledning til myndigheder
Forfatter(e)	Lars K. Gram
Kvalitetssikring	Lars Brorholt
Arbejdet udført, år	2023
Udgivelsesdato	December 2023
Revideret, dato	-

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	Formål og afgrænsning.....	2
1.2	QAL3 beskrivelse.....	2
1.3	Virksomhedens ansvar	4
1.3.1	Automatisk QAL3.....	4
1.3.2	Redundante AMS giver nedsat QAL3 hyppighed.....	4
1.3.3	Fritagelse for spanmåling ved QAL3 for HF.....	4
2	QAL3 audit ved funktionstest ved QAL2/AST	5
3	Procedure og dokumentationskrav for QAL3.....	5
4	Myndighedskontrol	6
4.1	Myndighedskontrol med QAL3	6
4.2	Myndighedskontrol ved redundante AMS som giver nedsat QAL3 hyppighed	6
Bilag A	Eksempler på kontrolkort plot.....	8

1 Indledning

1.1 Formål og afgrænsning

Formålet med denne rapport er at vejlede miljømyndigheder om, hvordan de kan føre tilsyn med QAL3 på virksomheder med AMS-udstyr.

Vejledningen omfatter tilsyn med QAL3 på AMS for gasser, støv, kviksølv (Hg) og flow.

Vejledningen omfatter ikke AMS på anlæg omfattet af bekendtgørelser, der tillader, at AMS efterses og justeres med kalibreringsgasser efter leverandørens anvisninger i stedet for QAL3, som fx i gasmotorbekendtgørelsen.

Vejledningen omfatter ikke QAL3 på PEMS¹ installationer, idet der henvises til metodeblad MEL-16, bilag B.

For AMS der ikke er certificeret, kan det forekomme, at ikke alle QAL3 procedurer kan følges i praksis. Dette vil primært være tilfældet for ældre støv- eller flow-AMS.

1.2 QAL3 beskrivelse

Der henvises til afsnit 12 i MEL-16 for detaljeret beskrivelse af QAL3.

QAL3 udgør et ud af de fire kvalitetssikringstrin ved kvalitetssikring af AMS (Automatisk Målende System).

Formålet med QAL3 er løbende at kontrollere om AMS kan levere resultater som lever op til kvalitetskravet.

Ved QAL3 kontrollerer virksomheden med jævne mellemrum, om AMS begynder at drive² for meget i perioden mellem to QAL2/AST, herunder sikres det, at AMS bringes til korrekt visning, hvis den driver for meget. Når en AMS driver kan det fx skyldes tilsmudsning af målerens optiske overflade, gradvis svigt af en komponent eller blokering i et filter. Disse ændringer kan forårsage systematiske afvigelser i AMS-data. Herudover kan AMS også have kortvarige tilfældige afvigelser som fx kan være forårsaget af ændringer i udetemperaturen. De tilfældige afvigelser bliver vurderet i forbindelse med QAL1.

QAL3 udføres ved at kontrollere om AMS giver et korrekt signal ved en nul-værdi og en målbar værdi (span) ved hjælp af referencematerialer. Referencematerialer kan fx være gasser på flaske, filtre, kuvetter og gasser genereret i en gasgenerator. Der testes ved nul og ca. 80 % af måleområdet (span).

Der anvendes kontrolkort til at holde øje med om AMS over tid driver for meget i forhold til kvalitetskravet. Kontrolkort er et statistisk værktøj der, vha. et grafisk plot af data og kontrolgrænser, benyttes til at kontrollere om en serie data er i statistisk kontrol og stabile. Hvis fx AMS driver for meget, så vil det tydeligt kunne ses på plottet. Alarmer og advarsler vises normalt på plottet eller håndteres på anden vis, fx ved en mail-service eller lign. (kommercielle QAL3 programmer).

¹ PEMS står for Predictive Emission Monitoring System. PEMS kan anvendes som "alternative metoder til erstatning for NO_x –AMS" og finder mest anvendelse på gasturbiner offshore.

² Et måleinstrument der driver, vil over tid ikke vise samme resultat ved samme koncentration. Næsten alle målere driver mere eller mindre over tid og har behov løbende justering.

Alarmgrænsen er en absolut grænse, hvor overskridelse betyder at AMS ikke er i kontrol og skal udbedres. Advarselsgrænsen giver brugeren besked om at der er grund til bekymring og evt. handling. CUSUM kontrolkort er defineret således, at der ved overskridelse af alarmgrænsen anbefales en passende justering af AMS ud fra den statistiske beregning. Justering af AMS er ikke en tilladt ved anvendelse af simple kontrolkort, og man har derfor ikke samme mulighed for at udskyde behovet for service ved en justering

Tabel 1 Fra MEL-16, Kontrolkortgrænser

Kontrolkortgrænse	Baseret på QAL1	Baseret på kvalitetskravet
Advarselsgrænse	$\pm s_{AMS}$	$\pm 25\%$ af kvalitetskravet
Alarmgrænse	$\pm 2 \cdot s_{AMS}$	$\pm 50\%$ af kvalitetskravet

Eksempel: affaldsforbrænding, NO_x:

Baseret på kvalitetskravet:

ELV: 200 mg/normal m³; 95 % konfidens interval: 20 %.

Kvalitetskrav: 20% af 200 mg/normal m³ svarende til $0,2 \cdot 200 = 40$ mg/normal m³

Advarselsgrænse = $40 \cdot 0,25 = \pm 10$ mg/normal m³

Alarmgrænse = $40 \cdot 0,5 = \pm 20$ mg/normal m³

Baseret på QAL1:

S_{AMS} fra QAL1: 7 mg/normal m³.

Advarselsgrænse = ± 7 mg/normal m³

Alarmgrænse = $2 \cdot 7 = \pm 14$ mg/normal m³

S_{AMS} beregnes ved QAL1 normalt kun ved ELV, men beregnes nogle gange også ved nul. Hvis kun S_{AMS} ved ELV er beregnet ved QAL1 benyttes denne til både nul- og span-punkt.

Da alarmgrænsen baseret på kvalitetskravet er den højeste grænse der må anvendes, er det først når denne alarmgrænse overskrides, at måleren ikke er i kontrol og skal udbedres.

Kontrolkortgrænser baseret på QAL1 (S_{AMS}) vil normalt være en del lavere end kontrolkortgrænser baseret på kvalitetskravet og anbefaling 21 i MEL-16 anbefaler at benytte den højeste værdi af "baseret på QAL1" og "baseret på kvalitetskravet".

QAL3 historik (datoer for QAL3 gennemførelse og handlinger ved advarsler og alarmer) skal være fuldt dokumenteret og tilgængelig for auditering ved AST og QAL2 funktionstest (se afsnit 2) samt ved myndighedskontrol (se afsnit 4). Datoer for QAL3 vil fremgå af plottet. Datoer for handlinger som følge af advarsler og alarmer bør virksomheden have noteret i en AMS-log eller lign.

Det fremgår direkte i EN 14181, at anlæggets kvalitetssikringsystem skal indeholde en beskrivelse af, hvordan der skal reageres ved overskridelse af kontrolkortgrænser. Virksomheden bør have en procedure, der beskriver hvordan og hvor hyppigt QAL3 gennemføres, herunder hvordan advarsler og alarmer håndteres. Dette gælder også for automatisk QAL3 (afsnit 1.3.1) og redundante AMS, hvor hyppigheden af QAL3 kan

nedsættes (afsnit 1.3.2). Det er ikke et krav, at virksomheden har en nedskrevet procedure som anført i afsnit 3, men virksomheden bør have taget stilling til de relevante enkeltpunkter i den foreslåede procedure og bør kunne redegøre for disse punkter over for tilsynsmyndigheden.

1.3 Virksomhedens ansvar

Det er virksomhedens ansvar at sikre, at QAL3 procedurer gennemføres og dokumenteres, herunder at sikre at der reageres på overskridelser, så AMS igen bringes til at operere inden for grænserne.

Service og mindre reparationer på en AMS i perioden mellem to QAL2/AST som følge af overskridelse af kontrolkortgrænser udløser ikke en ny QAL2, men væsentlige ændringer, reparationer eller udskiftning vil medføre krav om en ny QAL2 inden for 6 måneder.

1.3.1 Automatisk QAL3

En AMS, der er certificeret til automatisk QAL3, kan gennemføre alle procedurer vedr. QAL3 internt i AMS og kan erstatte manuel udførelse af QAL3. Der skal dog stadig vælges og indtastes kontrolkortgrænser. Manuel og automatisk QAL3 er i udførelse og krav til dokumentation identiske.

1.3.2 Redundante AMS giver nedsat QAL3 hyppighed

Som anført i afsnit 12.5 i MEL-16 kan QAL3 hyppigheden nedsættes til én gang pr. år³ hvis der er installeret redundante AMS, dvs. to sæt uafhængige AMS, som kombineres med en løbende kontrol af om differencen mellem de to AMS er mindre end eller lig med 5 % af emissionsgrænseværdien for korttidsmiddel.

Virksomheden skal have en algoritme som holder øje med om ovenstående er opfyldt og giver passende advarsler og alarmer. En sådan algoritme vil normalt være indbygget i DAHS⁴.

Ved overskridelse af 5% kravet, skal normale QAL3 procedurer (se afsnit 3) startes umiddelbart efter hændelsen, eller der skal udføres service på AMS.

Ved udetid (som defineret i afsnit 5.2 i MEL-16) på en af de to AMS'er i mere end 2 uger (eller halvdelen af det certificerede vedligeholdelsesinterval) opstartes normale QAL3 procedurer.

Når begge AMS er i drift igen kan den løbende kontrol med differensen mellem de to AMS genoptages (og normale QAL3 procedurer bortfalder).

Der bør foreligge en procedure, der beskriver hvordan overskridelse af kravværdien på maks. 5 % håndteres, herunder hvornår og hvordan QAL3 skal indføres ved manglende overholdelse.

1.3.3 Fritagelse for spanmåling ved QAL3 for HF

Som anført i anbefaling 23 i MEL-16, kan spanmåling med HF undlades, da det er vanskeligt at skaffe en certificeret kalibreringsgas.

³ I praksis vil QAL3 gennemføres ved funktionstest en gang om året i forbindelse med QAL2 eller AST.

⁴ DAHS: Data Acquisition and Handling Systems, på dansk dataindsamling og datahåndteringssystemer.

2 QAL3 audit ved funktionstest ved QAL2/AST

En QAL2 eller AST består af en funktionstest og en serie parallelmålinger.

QAL3 audit udgør en del af funktionstest, hvorfor QAL3 data skal være tilgængelige, når der udføres funktionstest i forbindelse med QAL2 og AST. Ved QAL3 audit ser man på AMS drift ud fra QAL3 data og vurderer om AMS har behov for service mv.

For flow-AMS skal der ved funktionstesten også vurderes, om QAL3 proceduren kan gennemføres i praksis⁵.

Resultatet af QAL3 audit skal fremgå af funktionstestrapporten.

Vurdering af QAL3 ved funktionstesten er ikke relevant ved redundante AMS som erstatning for QAL3, se afsnit 1.3.2.

3 Procedure og dokumentationskrav for QAL3

Som tidligere nævnt bør virksomheden have en procedure der beskriver hvordan og hvor hyppigt QAL3 gennemføres, herunder hvordan advarsler og alarmer håndteres. Proceduren bør dække alle relevante primære AMS-parametre. Referencelaboratoriet anbefaler, at den perifere parameter O₂ også indgår i proceduren for QAL3. Perifere parametre har ikke krav om QAL3.

Proceduren bør beskrive QAL3 udførelse og sikre at QAL3 historik (datoer for QAL3 gennemførelse og handlinger ved advarsler og alarmer) er fuldt dokumenteret og tilgængelig for auditering ved AST og QAL2 funktionstest og ved miljøtilsyn.

Proceduren bør indeholde følgende for hver relevant parameter:

- hyppighed for QAL3⁶.
 - henvisning til vedligeholdelsesinterval fra QAL1, hvis vedligeholdelsesintervallet anvendes som QAL3 hyppighed.
- beskrivelse af hvordan nul- og span-kontrol udføres i praksis
- anvendte referencematerialer
- valgte kontrolkortgrænser
- beskrivelse af de anvendte kontrolkort⁷.
 - ved kommercielle QAL3-programmer kan der henvises til programdokumentationen
 - ved ikke kommercielle QAL3-programmer bør der foreligge en beskrivelse af hvilken type kontrolkort der anvendes, og hvordan de er bygget op.
- beskrivelse af hvordan kontrolkortgrænser samt nul- og span-data indtastes og anvendes.
- beskrivelse af hvordan advarsler og alarmer håndteres.
 - ved advarsler og alarmer skal der tages stilling hvilke tiltag der vurderes relevante, fx justering af AMS, tilkalde service, øget hyppighed af QAL3 frem til næste service mm.
- beskrivelse af hvordan tiltag i forbindelse med advarsler og alarmer dokumenteres.

⁵ For ikke certificerede flow AMS er det ikke altid muligt at gennemføre QAL3, fx fordi AMS ikke er forberedt til QAL3 eller fordi der ikke foreligger en QAL3 procedure, der beskriver hvordan QAL3 kan gennemføres.

⁶ QAL3 hyppighed: én gang pr. vedligeholdelsesinterval eller mindst én gang pr. måned. Vedligeholdelsesintervallet kan kun benyttes som QAL3 hyppighed, hvis AMS er certificeret i henhold til 15267-3.

⁷ Kontrolkort kan være hjemmelavede fx i et regneark eller kommercielt tilgængelige QAL3 programmer.

- beskrivelse af hvordan QAL3-data, kontrolkortberegninger mm. dokumenteres, arkiveres og stilles til rådighed ved funktionstesten.
- beskrivelse af hvem i virksomheden der er ansvarlig for udførelse af de forskellige QAL3 trin.

AMS-beskrivelsen fra leverandøren vil normalt indeholde en beskrivelse af den tekniske del af QAL3 proceduren som fx anbefalede referencematerialer, beskrivelse af udførelse af nul-og span-kontrol i praksis mm.

4 Myndighedskontrol

Myndighedskontrollen bør fokusere på om virksomheden har styr på de nødvendige procedurer til at gennemføre QAL3 forpligtigelserne, som fx gennemførelse, dokumentation og handlinger.

4.1 Myndighedskontrol med QAL3

Ved myndighedskontrol bør der fokuseres på følgende:

- om der foreligger en QAL3-procedure med de procedurepunkter, der er nævnt i afsnit 3
- hvilke kontrolkortgrænser, der anvendes (det er som udgangspunkt ikke hensigten, at myndigheden skal kontrollere beregninger af kontrolkortgrænser).
- procedurens beskrivelse af QAL3 hyppighed og udførelse
 - herunder, er QAL3 hyppighed baseret på et certificeret vedligeholdelsesinterval (hvis QAL3 hyppighed er mere end hver 4 uge)?
- virksomhedens dokumentation for
 - at QAL 3 er gennemført til tiden, dvs. i overensstemmelse med den krævede hyppighed
 - at advarsler og alarmer er registreret
 - at overskridelse af advarsels- og alarmgrænse er håndteret, herunder hvilke QAL3 justeringer, service, reparation eller udskiftning af AMS, der er udført i perioden mellem to QAL2/AST,
 - at der er gennemført QAL3 audit ved nyeste funktionstest (fremgår af funktionstestrapporten)

4.2 Myndighedskontrol ved redundante AMS som giver nedsat QAL3 hyppighed

Den årlige QAL3 gennemføres i praksis ved nul og span check, der udgør en del af den årlige funktionstest i forbindelse med QAL2 eller AST, idet de aflæste værdier plottes i kontrolkort som ved alm. QAL3. Ved funktionstesten udføres også en audit af QAL3.

Ved myndighedskontrol bør der fokuseres på følgende:

- er der indført og beskrevet en algoritme til overvågning af differencen mellem de to AMS
- foreligger der en beskrivelse af hvordan advarsler, alarmer eller overskridelser af kravværdien på maks. 5 % håndteres?
- foreligger der en beskrivelse af hvordan overskridelser af den maksimale udetidsperiode for en af AMS'erne håndteres?
- foreligger der en beskrivelse af hvornår og hvordan QAL3 skal indføres efter overskridelse af kravværdien på maks. 5 % eller hvis den ene AMS er ude af drift?
- foreligger der en kortfattet QAL3 procedure, som kan iværksættes ved overskridelse af kravværdien på maks. 5 % (og hvor der ikke udføres service på AMS med det samme)

- foreligger der dokumentation for kravværdioverskridelser inklusive relevante handlinger i den forbindelse (som fx genindførelse af almindelige QAL3 procedurer, eller service på AMS)?

Bilag A Eksempler på kontrolkort plot

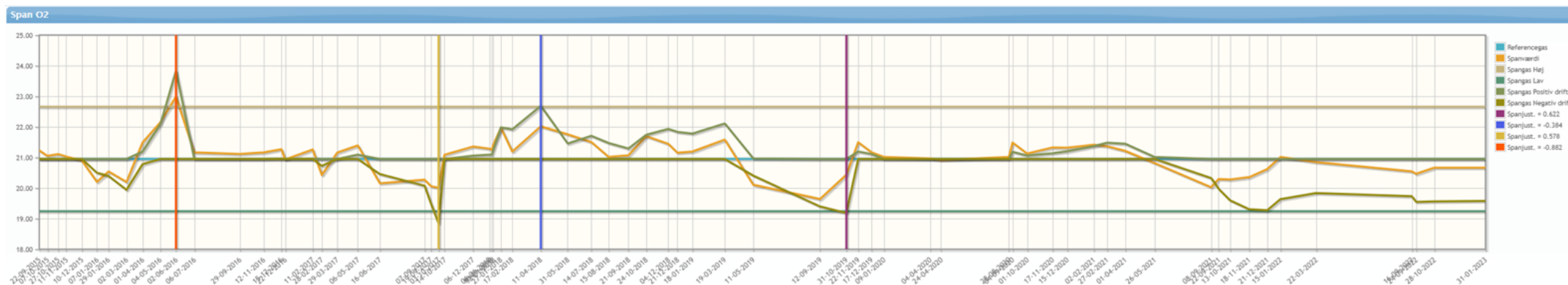
Kontrolkort kan præsenteres på forskellige måder og afhænger af type af kontrolkort og programudvikleren.

Simple kontrolkort som fx Shewhart kontrolkort, bestemmer den kombinerede drift og præcision ved at sammenholde nul- og span-punkt målinger med en fast grænse.

Avancerede kontrolkort som fx CUSUM eller EWMA kontrolkort, bestemmer drift og præcision hver for sig ved at se på den statistiske udvikling af AMS over tid. Avancerede kontrolkort giver også mulighed for at bestemme om, og hvor meget henholdsvis nul og span skal justeres.

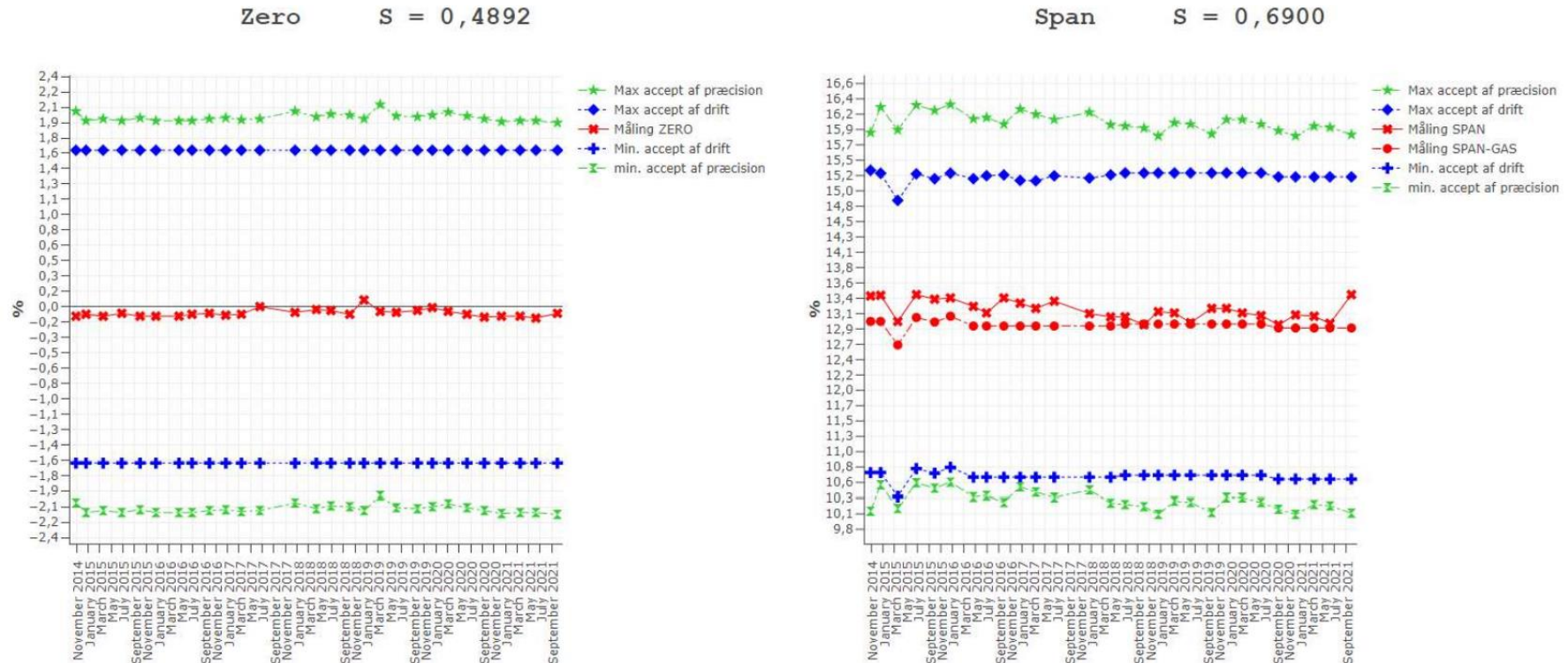
Ved CUSUM kontrolkort beregnes advarselsgrænser og alarmgrænser ud fra S_{AMS} (beregningen af advarselsgrænser og alarmgrænser er defineret i CUSUM beregningen – se bilag C i EN 14181). Som nævnt i afsnit 1.2 kan alarmgrænsen baseres enten på S_{AMS} eller kvalitetskravet og alarmgrænsen baseret på kvalitetskravet er den maksimale der må anvendes. I CUSUM kontrolkort kan den maksimale tilladte alarmgrænse findes ved at indsætte højere værdier af S_{AMS} til den maksimale tilladte alarmgrænse opnås.

Her vises eksempler fra to danske leverandører af kontrolkort (CUSUM) til QAL3:



Figur 1 Eksempel fra Olicem A/S (CUSUM kontrolkort)

Her ses spanaflysninger for O₂. Kun advarselsgrænser for drift er indsat (øverste og nederste vandrette linje). Ved overskridelse af alarmgrænsen for drift (ikke vist) bliver brugeren gjort opmærksom på at der skal tilkaldes service. Den midterste vandrette linje er spangassens værdi. Datoer for QAL3 ses forinden. De lodrette linjer illustrerer justeringer af AMS.



Figur 2 Eksempel fra FORCE Technology (CUSUM kontrollkort)

Her ses nul- og span-aflæsninger for en parameter. S , er S_{AMS} værdier fra QAL1. Kun advarselsgrænser er indsat. Advarselsgrænser for præcision er vist med grøn og er blot til information. Advarselsgrænser for drift er vist med blå. Ved overskridelse af alarmgrænser for drift (ikke vist) får brugeren besked om at der skal tilkaldes service. Datoer for QAL3 ses forned. De røde krydser er henholdsvis nul- og span-aflæsninger. Under span er der desuden røde boller, som er værdien af den spangas, der er anvendt ved den pågældende QAL3 (da gassen skiftes over tid flyttes grænserne tilsvarende). For nul er nulgassens værdi indtegnet som en vandret grå streg (nulgasser er altid nul, hvor der normalt ved skift af spangas vil være en ny værdi).