



Referencelaboratoriet for måling af emissioner til luften

Titel	Modifikation af homogenitetstest
Undertitel	-
Forfatter(e)	Arne Oxbøl
Arbejdet udført, år	2018
Udgivelsesdato	3. august 2018
Revideret, dato	-

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	2
1.1	Baggrund og formål.....	2
1.2	Eksempel på problematikken (spørgsmål og svar i ref-labs svartjeneste)	2
1.3	Årsag til og betydning af problemet.....	3
2	Forslag	3
2.1	Anvendelse af kvalitetskravet som minimumværdi	3
2.2	Anvendelse af usikkerheden som minimumværdi.....	4
2.2.1	Illustration af anvendelse af usikkerheden.....	4
2.3	Praktisk udførelse af den modificerede test	4
3	Konklusion	5

1 Indledning

Homogenitetstesten i EN 15259 udføres med en F-test af spredningen på resultaterne for hhv. en gridmåling og en måling i et fast punkt. Hvis referencemåleren måler næsten konstante koncentrationer, er spredningen på disse meget lav, og målestedet kan blive dømt inhomogent, selvom det tydeligt er homogent. Det kan give anledning til, at emissionsmålinger udføres på en unødvendigt besværlig måde.

Problematikken illustreres i denne rapport, og der gives et forslag til løsning.

1.1 Baggrund og formål

Problemet er påpeget i en henvendelse til Referencelaboratoriet, se spørgsmål og svar i afsnit 1.2 (modificeret tekst).

Det ønskværdige scenarium for løsning af problemet er, at standarden, EN 15259, tager problematikken op og beskriver en ændret metode. Revisionen af EN 15259 har imidlertid netop været til afstemning, og standarden har fået 5 års yderligere gyldighed uden ændringer. Det er derfor urealistisk at få rettet denne uhenigtsmæssighed i standarden i nærmeste fremtid.

Det er derfor foreslået, at der laves en dansk modifikation med anvendelse af en hensigtsmæssig minimumsspredning til F-testen. Denne spredning kan evt. være baseret på kvalitetskravet eller usikkerheden på gridmålingen.

1.2 Eksempel på problematikken (spørgsmål og svar i ref-labs svartjeneste)

Et firma har gennemført en homogenitetstest med egen temperaturmåler (SRM) som grid-måler og målesteds AMS som fixed måler. Hvad gør man, hvis $S_{ref} = 0$ eller meget lille og SRM varierer ca. 1 grad over tværsnittet. Eksempel:

SRM	AMS
44,5	44,8
44,6	44,9
44,6	44,9
44,5	44,8
44,2	44,8
43,8	44,9
43,6	44,9
43,6	44,9
Middel 44,18	Middel 44,86
$S_{grid} 0,44$	$S_{ref} 0,05$

Testfaktoren, F , bliver da $S_{grid}/S_{ref} = 0,44^2/0,05^2 = 73$. Tabelopslag giver en acceptabel F -faktor på ca. 4.

F faktoren bliver meget stor, da S_{ref} er tæt på 0 eller lig 0. Dette betyder, at gassen dømmes inhomogen mht. temperatur. Da U_{pos} (ca. 1,04 °C) > 50% af U_{perm} (=2 °) så skal der traverseres for temperatur. Det forekommer at være meningsløst, at der trods næsten fuld overensstemmelse kræves, at der skal traverseres. Hvad gør man i sådanne tilfælde hvor spredningen på referencemåler er meget lille og dermed giver anledning til meget store F værdier.

Svar

Det er desværre en svaghed i det formelapparat, der er givet i EN 15259, at når variationen er meget lille på referencemåleren under testen, så vil gassen blive dømt inhomogen, selvom sund fornuft siger, at der er god overensstemmelse. Referencelaboratoriet foreslår indtil videre at tilføje en ekstra måleværdi til beregningen, hvor SRM-værdien er = middelværdien af SRM-værdier og hvor referenceværdien ændres en lille smule væk fra middel. 1-2°C i dette tilfælde er tilstrækkeligt til at få dømt gassen til at være homogen. Hvor måleresultaterne helt indlysende viser homogenitet, kan det godt forsvares, indtil en bedre metode foreligger.

Det er indlysende uhensigtsmæssigt at være nødt til at indsætte fiktive tal, så kan man lige så godt bare vurdere, at målestedet er inhomogent, hvis man vurderer det. Men hvordan foretager man en sådan vurdering på et objektivt grundlag? Hvornår er målestedet "indlysende" homogent?

1.3 Årsag til og betydning af problemet

I eksemplet er der anvendt to forskellige måleinstrumenter til grid- hhv. referencemålingen. Forskelle i variationen (usikkerheden) i disse metoder kan være forskellig, ligesom følsomheden for mindre udslag kan være forskellig.

Usikkerheden i en målemetode kan både give anledning til, at konstante værdier måles som varierende værdier og, at varierende værdier måles som næsten konstante. Der er et vist mål af tilfældighed i registreringerne.

Formålet med homogenitetstesten er, at emissionsmålingerne foretages på en retvisende måde, så resultatet er validt i forhold til dokumentation af den faktiske emission. Store koncentrationsforskelle over tværsnittet kan give anledning til meget forskellige gennemsnitskoncentrationer afhængigt af i hvilke punkter, der måles.

Testen skal imidlertid passe til formålet og mindre variationer over tværsnittet kan accepteres, hvis disse ikke forårsager direkte misvisende konklusioner i forhold til overholdelse af grænseværdier. En analog problemstilling er variabilitetstest af anlægsmålere, der testes overfor SRM-målinger. Målerens variabilitet testes over for et kvalitetskrav, der er forskelligt for forskellige parametre. Der kan således tillades en vis variabilitet, blot denne ikke overstiger kvalitetskravet, som sikrer, at anlægsmålingerne er valide i forhold til grænseværdien. Hvis variabiliteten overvurderes gennem en uhensigtsmæssig test, iværksættes unødvendige tiltag i målearbejdet.

2 Forslag

Til brug for vurderingen anvendes der en minimumværdi for S_{ref} , således at, hvis S_{ref} er mindre end minimumsværdien, indsættes denne i stedet for S_{ref} i beregningen af testfaktoren F .

2.1 Anvendelse af kvalitetskravet som minimumværdi

Jævnfør variabilitetstesten af anlægsmålere kan man evt. anvende kvalitetskravet i vurdering af, om en variation over et tværsnit har en væsentlig betydning for vurderingen af en emissionsmåling og dennes resultat i forhold til grænseværdien.

Ved test af anlægsmålere beregnes kvalitetskravet med nedenstående formel:

$$s_0 = \frac{p * ELV}{100 * 1,96}$$

Hvor s_0 er kvalitetskravet
 p er en procentsats
ELV er grænseværdien

For parametre, hvor der ikke findes grænseværdier, defineres andre kvalitetskriterier. For ilt er det f.eks. 6% af måleområdet, der typisk er 25 vol%. For temperatur kan det være lig med usikkerheden på målemetoden, f.eks. maksimalt 1,5°C i måleområdet 0-100°C.

2.2 Anvendelse af usikkerheden som minimumværdi

En anden mulighed er at betragte analysemetodens usikkerhed. Ved gentagne målinger i samme punkt vil man opleve en variation, som skyldes metodens usikkerhed. Hvis spredningen i resultaterne ved gridmålingen ikke er større end den spredning, man kan forvente ved gentagne målinger i samme punkt, er det en god antagelse, at variationen alene skyldes usikkerheden på metoden. Hvis variationen derimod er større, hvilket vil afsløres ved F-testen, kan det med 95% sikkerhed fastslås, at variationen skyldes inhomogenitet.

Anvendelse af usikkerheden (spredningen i analysemetoden) er intuitivt det letteste at forstå. Anvendelse af kvalitetskravet i denne sammenhæng kan ikke uden grundige overvejelser analogiseres til variabilitetstesten for anlægsmålere. Ved variabilitetstesten beregnes forskelle mellem referencemåler og anlægsmåler, og variabiliteten i disse forskelle testes. Det er væsentligt forskelligt fra en test af enkeltresultater.

2.2.1 Illustration af anvendelse af usikkerheden

I det i afsnit 1.2 viste eksempel er måleparameteren temperatur. Usikkerheden på en temperaturmåling i måleområdet 0-100°C er typisk beskrevet ved "maksimalt 1,5°C". Usikkerheden er således beskrevet ved en såkaldt firkantfordeling, og spredningen beregnes ved division af den maksimale værdi med $\sqrt{3}$. Spredningen på en temperaturmåling i området 0-100°C kan derfor beregnes til

$$s_{temperatur} = \frac{1,5 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0,866$$

Testfaktoren i eksemplet, $F_{\text{modificeret}}$, bliver da $0,44^2/0,866^2 = 0,26$. Denne værdi er således væsentligt lavere end den acceptable F-faktor på ca. 4. Testen giver derfor ikke anledning til at dømme målestedet inhomogent.

2.3 Praktisk udførelse af den modificerede test

Anvendelse af den modificerede test kræver, at der for de betragtede parametre indtastes en værdi for spredningen på hver enkelt analysemetode, som afledes af metodernes usikkerhed. Ved beregning af F-faktoren vælges som divisor den største af de to værdier for spredning:

Spredningen på referencemåleren
Spredningen på målemetoden

Det kan let udføres i Excel ved anvendelse af funktionen $\text{MAX}(s_1; s_2)$.

3 Konklusion

Det vurderes, at anvendelse af metodens usikkerhed er det enkleste og vil give en retvisende test af, om variation i en serie måleresultater med sikkerhed kan siges at skyldes andre faktorer end metodens usikkerhed.

I beregningsapparatet for homogenitetstest skal der indføres en algoritme, der vælger den største af de to værdier for spredning:

Spredningen på referencemåleren

Spredningen på målemetoden