

Karakterisering av mikrosensor-plattformer Europeisk samarbeid

Det er noe i luften
Kjeller 31.01.2017



Franck R. Dauge og Leif Marsteen

Hva er karakterisering av instrumenter?

- Metode for å vurdere egenskaper til måleinstrumenter
- CEN-standarder:
 - Beskriver karakterisering av referanseinstrumenter
 - NO_x, O₃, SO₂, CO, PM...
 - Setter krav til testresultatene
 - Bestått krav gir CEN-godkjent stempel
- Hva med mikrosensorer?
 - Ingen CEN-standard per i dag
 - Produsentene gjør det selv (kanskje?)

Mikrosensorer - Tilgjengelige teknologier

Elektrokjemiske



Gasser



Også:

-NDIR (CO_2)

-PID (Flyktige organiske komp.)

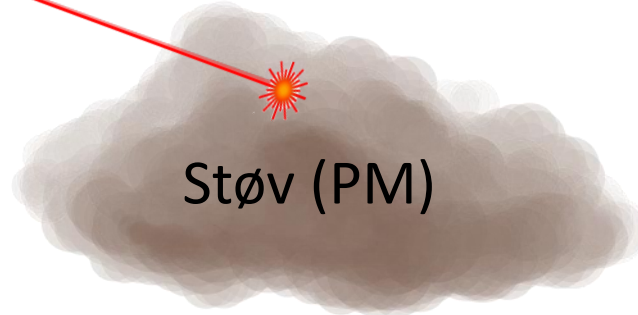


MOx (Metal Oxide)

Optiske metoder
(lysspredning,
Mie teori)



Støv (PM)

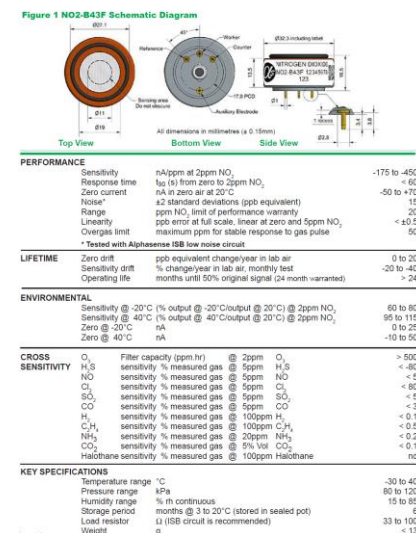


Karakterisering - Viktige begreper

- Måleområde
- Responstid
- Deteksjonsgrense (LOD) og støy
- Repeterbarhet
- Drift over tid/stabilitet
- Effekt av interferenser: temperatur, fuktighet, trykk, kryssfølsomhet med andre gasser, strømforsyning...

Resultater fra karakteriseringer

- Noen EU-finansierte forskningsarbeider (universiteter o.l.)
- Noe fra produsenter
- Utenfor EU: USEPA tidlig ute
(<https://www.epa.gov/air-sensor-toolbox>)
- Mye arbeid gjenstår



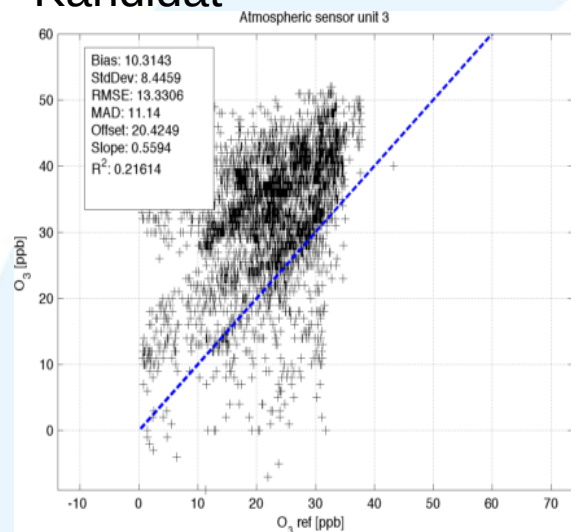
Instrument-kalibrering - Visualisering av resultater

Korrelasjonsgraf:

- Sammenligner to datasett («kandidat» mot referanse)
- Plotter «best fit»-linje (regresjonslinje)

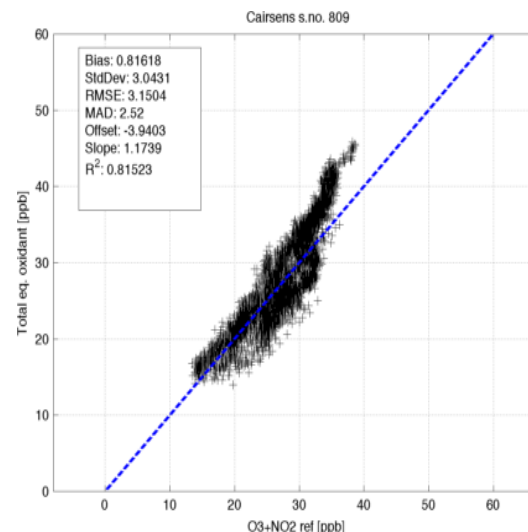
Beregner stigningskoeffisient og offset
Determinasjonskoeffisient R^2 (0 til 1)

Kandidat



Referanse

Kandidat



Referanse

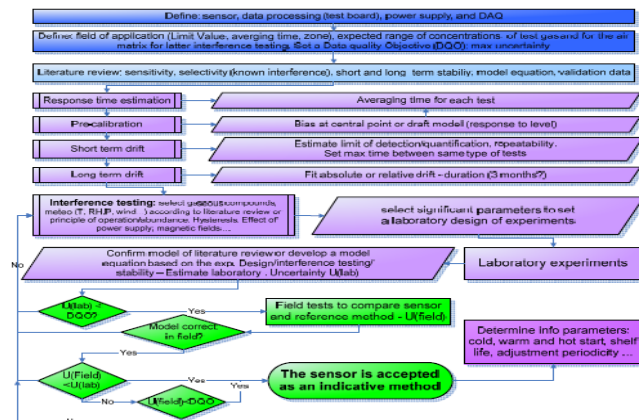
CEN-standard for luftkvalitetssensorer

- Etablert arbeidsgruppe TC264/WG42 (2015)
To møter i året
- Gruppen består av representanter fra Europa og instrumentprodusenter
- Jobber med utkast til tekniske spesifikasjoner og ytelseskrav for kandidat-instrumenter og nødvendige testmetoder
- Ferdig om 4-5 år



Testprotokoll for mikrosensorer

- Basert på resultatene fra MACPoll-prosjektet (Det europeiske forskningssenteret, M. Gerboles)
- Noen kommersielle instrumenter har blitt testet etter MACPoll-protokollen
- Hovedmålet: Bestemme total måleusikkerhet i kandidatinstrumentet



Testprotokoll – Viktige parametere

- LOD
- Repeterbarhet
- Drift
- Interferenser

Hvor ofte må jeg kalibrere?

Hva blir effekten av lave temperaturer? Høy fuktighet?

*Hvor kan jeg bruke instrumentet?
Kan jeg kompensere for interferenser?*

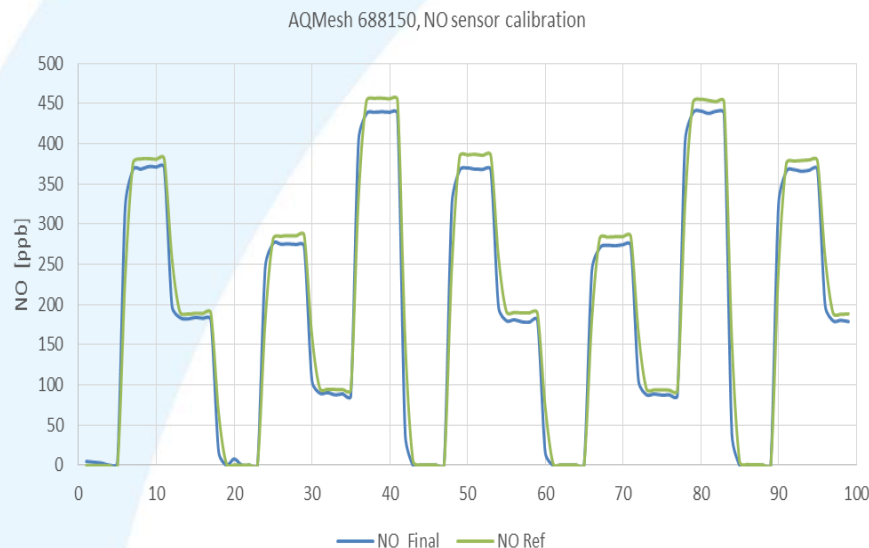
Først test på laben...

Måleusikkerheten bestemmes ved å addere alle usikkerhetsbidrag:

- Drift
- «Lack of fit» ved kalibrering
- Temperatur
- RH
- Gassinterferenser



Fra Spinelle et al.

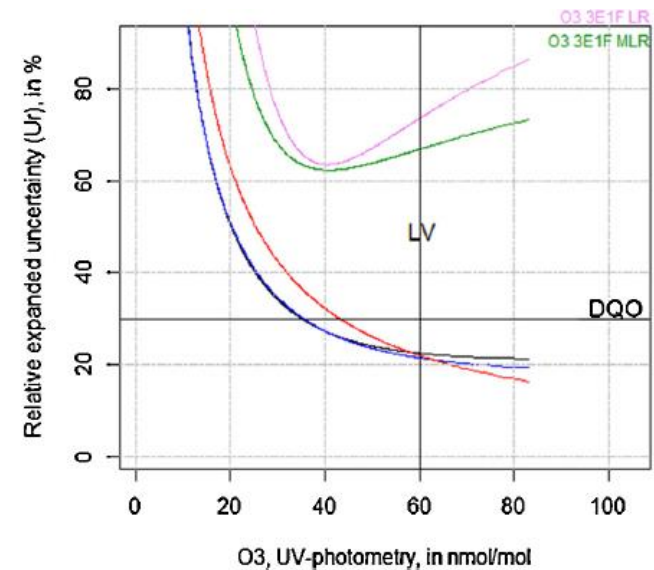


...deretter test i felt



Måleusikkerheten bestemmes i felt ved å sammenligne datasett fra:

- kandidatinstrument
- referanseinstrument



Utfordringer og spørsmål om testing

- Kostnader: Kostbart utstyr, omfattende prosedyrer
- Langvarig prosess (test av langtidsdrift)
- Hvor omfattende skal testene være (temp., fuktighet...)
- Definisjon av «low-cost»
- Variasjon i egenskaper (flere enheter av samme type kan vise veldig forskjellige karakteristika)

NILUs bidrag til testing

- Erfaringer fra CITI-SENSE og andre prosjekter
- Oppgradert laboratorium for testing (kalibrering, temp/RH/kjemiske interferenser...)
- Prosjekter med norske kommuner og private aktører (Telia/Oslo, Lyse/Sandnes)



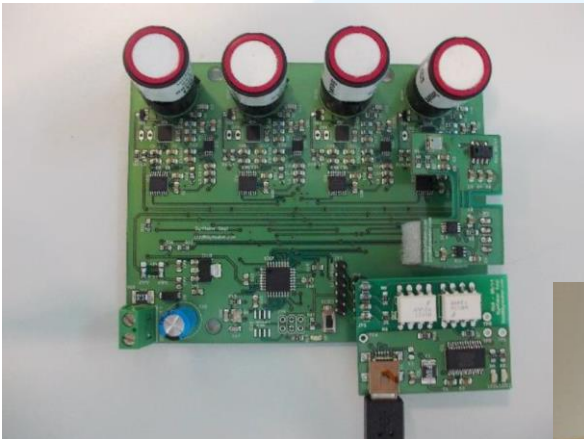
Testet hos NILU

- Citi-Sense: NO, NO₂, O₃, CO, SO₂, PM
-AQMesh, Atmos. Sensors, Ateknea...
- CitiSense Mob
- Memori: O₃, NO₂, T-VOC
-Cairpol, Mocon-Baseline
- Cheminair: O₃
-Cairpol
- Internal: SO₂
-Cairpol



Aktiviteter i EU

- Airsenseur: Open-source plattform
- Sammenligningskampanje for kommersielle instrumenter under planlegging



Oppsummering

1. Mange produkter på markedet, viktig å kunne sammenligne
2. CEN standard under utvikling. Sannsynligvis ikke klar før 2020
3. CEN standard krever både lab og feltvurdering
4. Svarer på spørsmålet om kandidat klarer DQO fra EU-direktivet

Takk for oppmerksomheten!

Spørsmål?

Franck Dauge (frd@nilu.no)



Norsk institutt
for luftforskning