Kalibrering av store ultralyd gassmålere for bruk på Norske offshore installasjoner (del 2)

v/ Ole Kristian Våga, IKM

I artikkelen *kalibrering av store ultralyd gassmålere del 1* summerte vi opp erfaringer, metoder og utfordringer med dagens kalibreringsfasiliteter, mens vi i del 2 vil se nærmere på én spesifikk metode brukt for målere over 20" da med hensyn til prinsipp, utfordring, akkreditering og eventuell forbedring.

Bakgrunn:

Vi har de siste tiårene sett en økende trend ved bruk av ultralydgassmålere for høye gassrater på Norsk sokkel mot tidligere brukt differensialtrykkmåling. Nedstrømsmarkedet krever lave usikkerheter og sammenlignbare referanseverdier for kjøpere, selgere og tredjepart, der kalibreringsfasiliteter nettopp for å best mulig å ivareta og ikke minst tilfredsstille internasjonale og nasjonale krav er sterkt etterspurt.

De myndighetspålagte måleusikkerhetskravene fra Oljedirektoratet ser vi ikke alltid blir like godt ivaretatt, og når det metrologiske prinsippet ved konvensjonell kalibrering av store målere ofte er bygget på en lang sporbarhetskjede mister vi dessverre ofte verdifull informasjon underveis som ville vært relevant for måleusikkerheten.

Om en ser dette fra et økonomisk perspektiv vil en forbedret målenøyaktigheten være av vesentlig betydning for både operatør og lisenseiere, da signifikante verdier strømmer gjennom disse 20" + målerne. Korrekt valg av kalibreringsprinsipp/fasilitet vil derfor være i alles beste interesse og bør absolutt være oppe for diskusjon før måler settes i drift.[1)]

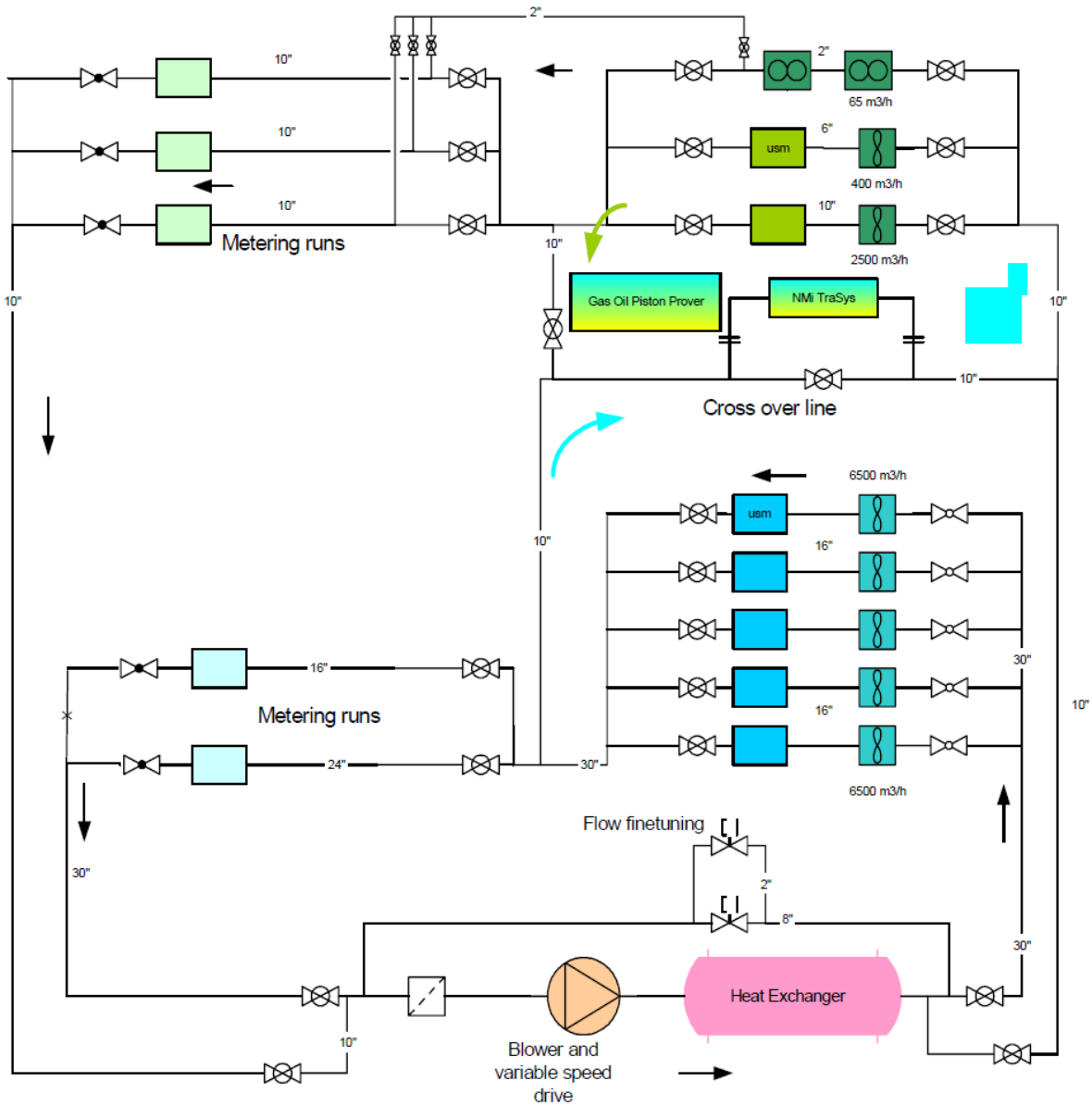
Prinsipper i bruk med hensyn på offline kalibrering på akkreditert lab:

Det er per dags dato flere kalibreringsfasiliteter som egner seg til kalibrering av store ultralydsmålere for gass, hvorvidt nøyaktighet, lokasjon, akkreditering (ISO 17025), strømningsrater og ledig tid er relevante. Grunnet lokasjon og referanseverdier som er basert på en relativt kort og oversiktlig sporbarhetskjede, som igjen fører til lav usikkerhet og enkel usikkerhetsanalyse vil EuroLoop's GasCal være høyst aktuell for store målere til Norsk Sokkel.

GasCal kan deles opp i fem deler:

- 5 stk identiske 16" linjer med turbin referansemeter og ultralyds overvåkningsmeter, hvor

hver Q_{max} x 5 6500m^3/h gir oss en teoretisk rate på 32500m^3/h avhengig av gass densiteten.
- 3 stk små til veldig små referanselinjer, bestående av forskjellige referansemålere og overvåkningsmålere. Total strømningsrate opp mot 3000m^3/h.
- Tre identiske linjer for <12" målere
- Crossover for primær kalibrering (se avsnittet med sporbarhetskjeder) slik at store og små referanselinjer kan settes i serie for kalibreringsvedlikehold og kryssverifisering (se blå piler på figur under).
- Forskjellige speed drives, vifte, justeringsventiler, filter og varmeveksler.



Figur 1: Prosesstrømningsdiagram.

Som en kan se av figur 1 er transportlinjen et 30” rør for å redusere trykkfall og minimere risikoen for lavfrekvente bølgeeffekter/pulseringer, samtidig er utformingen av hele loopen designet for å redusere ukontrollerbare i- og ekspiratoriske effekter som kan føre til dårlig repeterbarhet dersom dødvolumer forekommer.

Overvåkningsmålerne brukes kontinuerlig til å overvåke oppførselen til referansemålerne uten at dem forstyrrer referanseverdien av måleren under test. Dog sett fra et metrologisk perspektiv vil klart to turbinmeter i serie vært foretrukket ettersom overvåkningsmålerne (ultralyd) ikke oppnår ønsket reproduserbarhet og repeterbarhet slik dagens presisjonsturbinmålere gjør, men grunnet ønske om minst mulig trykkfall er ultralydsmålere installert i serie med turbinmeter.

Fordelen med denne type anlegg (lukket loop med vifte) er pålitelighet, stabil strømning, fri for pulser, vil klare forskjellige trykk, ingen sesongmessige påvirkninger, kontant gassammensetning og vi vil få en god målenøyaktighet. Ulempen derimot er stort energiforbruk ved høye strømningsrater, en mer komplisert operasjon enn andre prinsipp og en litt verre gasslogistikk.

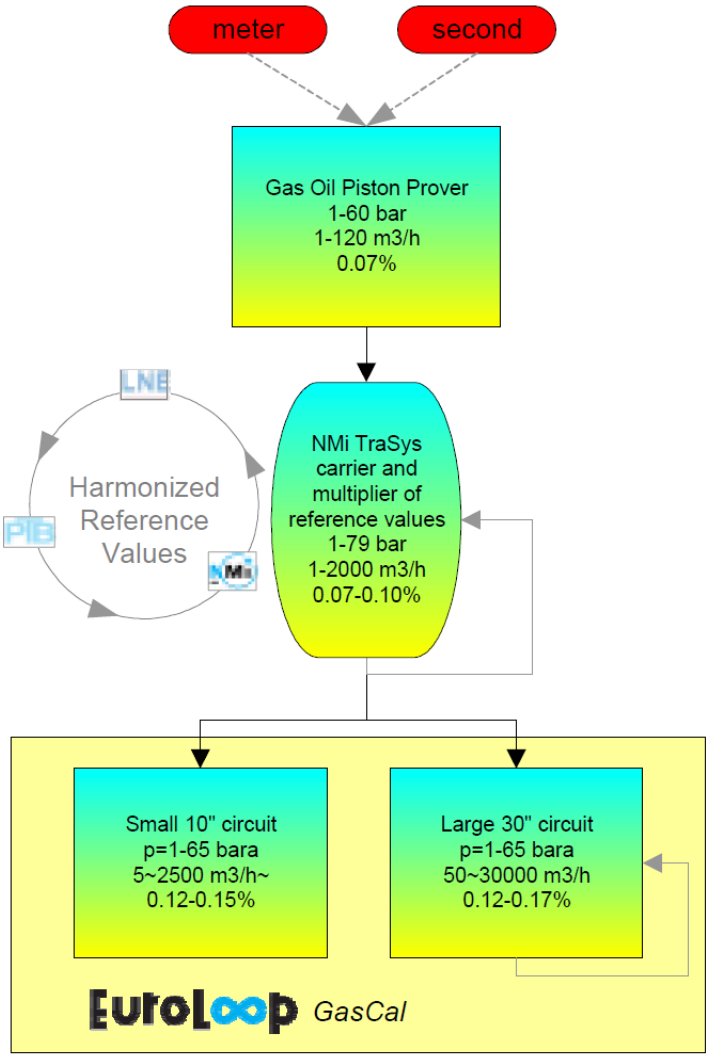
Utfordringer:
Ved et slikt anlegg vil temperaturstabiliteten være en av de store utfordringene for å ivareta en så lav måleusikkerhet som mulig. Da en kan ha ukjente temperaturvariasjoner i dødvolumer mellom meter under test og referansemeter er det fordelaktig å bruke et stort antall temperatursensorer under kalibrering. På store linjer må det også tas hensyn til temperaturstratifisering, da spesielt ved lave gasshastigheter på lange rettstrekk. Duplisering av TT med måling på både undersiden og oversiden av pipe til kunne korrigere for eventuell stratifisering, noe som også bør tas med i felt. På store linjer vil det også være vanskelige å bestemme temperaturprofilen, da spesielt når tverrsnittet overstiger 20”.

En ser ofte under kalibrering av store ultralydsmålere hos flere fasiliteter at sikkerheter forbundet til gassanalyse, dødvolumer, referansemeter, trykkvariasjoner, vifter, ventiler, instrumentering og feil plassering av disse, opprettholdelse av stabil strømning og repeterbarhet ikke alltid er helt som ønsket.

Verdt å bite seg merke i:
Plasseringen av termolommer bør bemerkes ved kalibrering av 20” + målere (ref AGA 9), da spesielt i tilfeller hvor meter skal brukes toveis. Det er også relevant å legge merke til plassering av strømningsretteren(e) ettersom trykkfallet strømningsretteren danner (kjent som Joules Thompson effekt) kan føre til forskjellig temperatur målt ved måler enn det som blir registrert ved termolommen nedstrøms. Forsøk har vist at plassering av termolomme

direkte oppstrøms måleren ikke vil påvirker målerens ytelse, noe som fører til mer nøyaktige temperaturmåling på måleren. Det er derfor ikke uvanlig internasjonalt å ha en termolomme 3-5 D oppstrøms for måleren (selv sett dette i midt-østen ved flere tilfeller). [4)]

Sporbarhetskjede:



Figur 2: Sporbarhetskjede for EuroLoop GasCal

Som en tydelig kan se over er hele sporbarhetskjeden for GasCal gjort under ett og samme tak (NMi TraSys) [2) 3) 5)], noe som forenkler prosessen en hel del kontra andre looper der store ultralydsmålere kan kalibreres på naturgass. Å gå ned i detalj i denne kan finnes ved tiligere nevnte referanser : 2, 3 og 5.

Forbedringer:
Som en rød tråd gjennom denne artikkelserien vil alltid referanseinstrumentene være et område hvor forbedringen kan gjøres, men dette forutsetter også en forbedring fra leverandørene og er ikke noe kalibreringsfasilitetene kan gjøre noe med. Med ref til del 1 av denne artikkelserien kan vi bedre temperaturmålingene, øke antall sensorer i loop på relevante områder, bedre vedlikehold av instrumentering/ventiler/pakninger/filtrer/Vifter, duplisere instrumentering på kritiske områder med alarmerende avvik i supervisory for en form for tilstandsbasert monitorering, bruke oppstrøms og nedstrømspiping som er tiltenkt brukt i drift.

[1)] Kalibreringen skal som kjent avgjøre måleavviket til et måleinstrument som en funksjon av utnyttelsesgraden, der flere enkle målinger utført for hvert målepunkt hvor resultatene spredt rundt en middelverdi kan tolkes som et systematisk måleavvik, og errorkurven vil igjen kunne brukes til å korrigere den målte verdien vist av måleinstrumentet (k-faktor).
[2)] M.P. van der Beek, I.J. Landheer, 'NMi TraSys, The ultimate carrier&multiplier for the unit of volume for High Pressure Natural Gas'
[3)] M.P. van der Beek, R. van den Brink and I.J. Landheer, "Gas-Oil Piston Prover"
[4)] Aernout F. van den Heuvel et al, 'Fow measurement errors due to stratified flow conditions'
[5)] T. Kurschat, G. Wendt, M.P. van der Beek and I.J. Landheer, 'NMi VSL and PTB establish common Reference Values for the unit of Volume for high-pressure Gas-Flow measurements'