

Erfaringer med testing av flerfase- og våtgassmålere

NFOGM Temadag, 19.mars 2009

Eirik Åbro

Tema

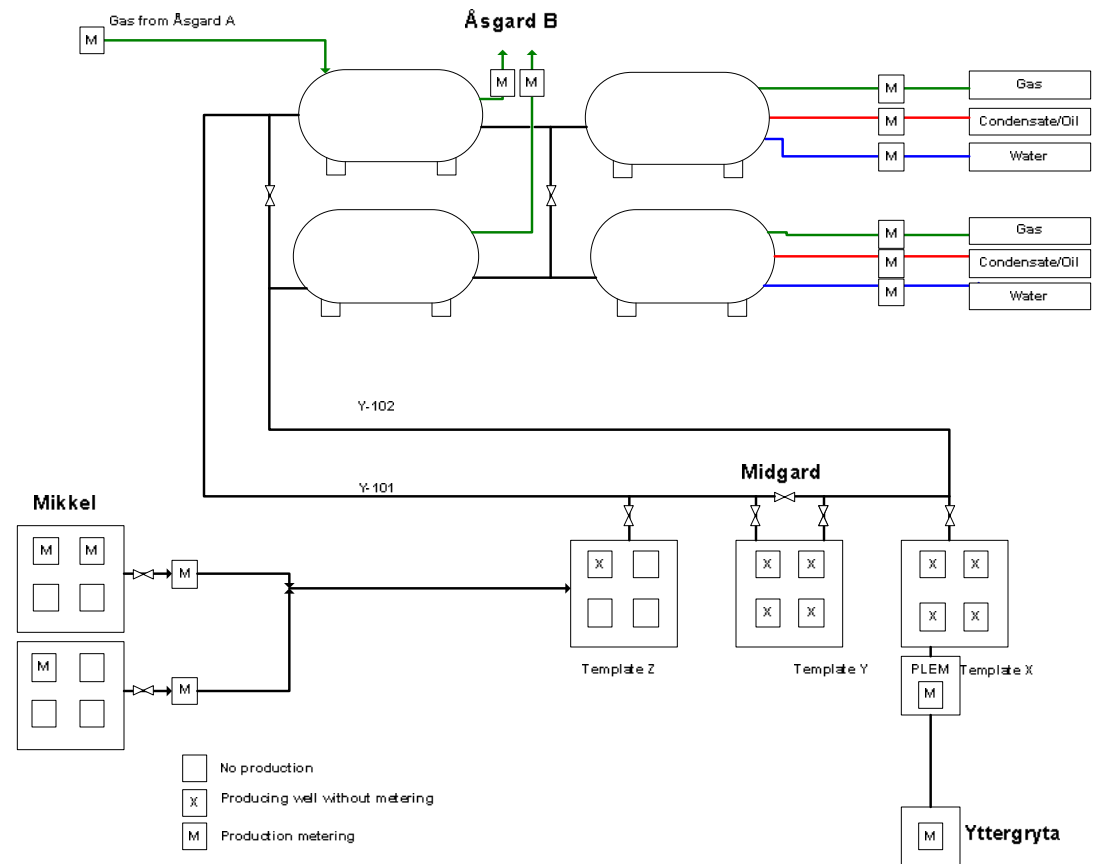
- Bakgrunn – bruk av flerfasemålere
- Hvorfor testing av flerfase og våtgassmålere
- Måleusikkerhet i flerfasemålere
- Krav til flow testing
- Testanlegg
- Erfaringer
- K-lab
- Akseptkriterier

Bakgrunn – bruk av flerfasemålere

- Bedret brønnallokering – bedre nøyaktighet – oppfylle brønnallokeringskrav
- For marginale felt – fiskal allokering – forenklet målefilosofi
 - For høye kostnader for en full utbygging av separatorer og enfase fiskale målinger
- Produksjonsoptimalisering
 - Kontinuerlige real time brønndata – også til land
 - Alle tre faser måles samtidig i real time
 - Øyeblikkelig respons ved endring (choke setting) – rater kan optimaliseres
 - Monitorering av smarte brønner – deteksjon av vannproduserende soner.
 - Deteksjon av vann- eller gassgjennombrudd
- Nøyaktige målinger av vann er et verktøy for operatørene til injeksjon av rett mengde inhibitorer.
- Forbedret reservoarstyring
 - Volumbalanse – produsert volum/injisert volum

Hvorfor flow testing av flerfase- og våtgassmålere

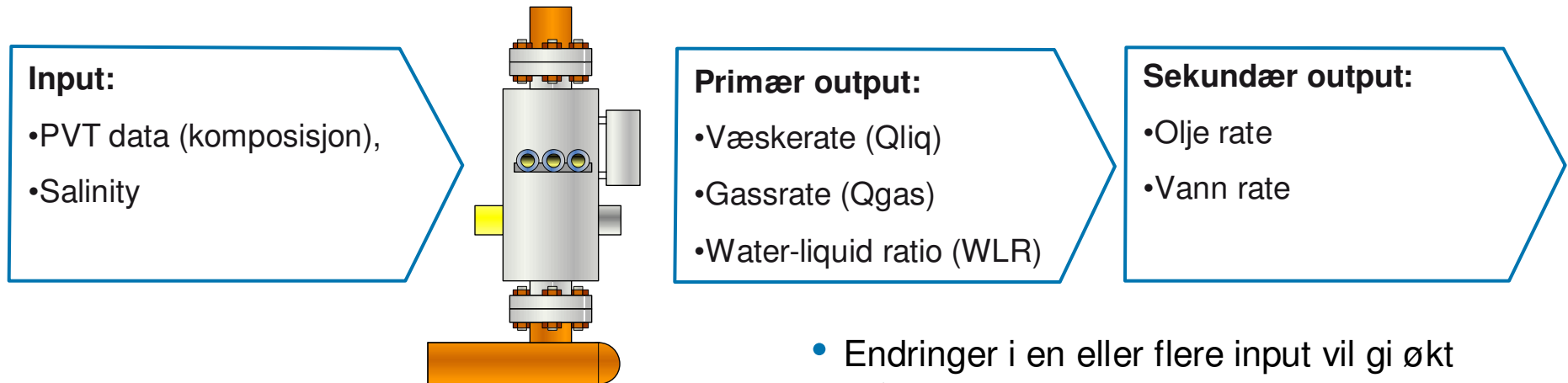
- Tester må gjenspeile aktuelle brønner og felt best mulig
- Krav til testing i Måleforskriften ved eierskapsallokering
 - Yttergryta, Tyrihans, Morvin, Vega Sør etc
 - Dokumentasjon av økonomisk risiko mellom lisenser og partnere
- Funksjonstesting – implementering av ny teknologi og funksjoner i målere
- Teknologikvalifisering – ny teknologi
- Verifikasjon og dokumentasjon av spesifikasjoner/måleusikkerheter



Marginale felt – fiskal allokering – forenklet målefilosofi

- Ulike lisenser (mellom subsea felt og prosessplattform eller subsea felt til subsea felt) krever fiskal allokering. Dette er regulert i Måleforskriften, som har krav til blant annet kalibrering og nøyaktighet.
- Full utbygging av fiskale målestasjoner, med separasjon, prosess etc for marginale felt ville vært for kostnadskrevenende. Flerfase-/våtgassmålere – forenklet målefilosofi
- Søknad om avvik ift måleforskriften til OD.
 - En total målefilosofi må være etablert, inkludert back-up. Minimum måleusikkerhet.
 - Krav til høy regularitet
 - En kost/nytte vurdering basert på måleusikkerhet
 - Krav i avtale om flow test av flerfase-/våtgassmåler
 - OD godkjenner løsning

Måleusikkerhet i flerfasemålere

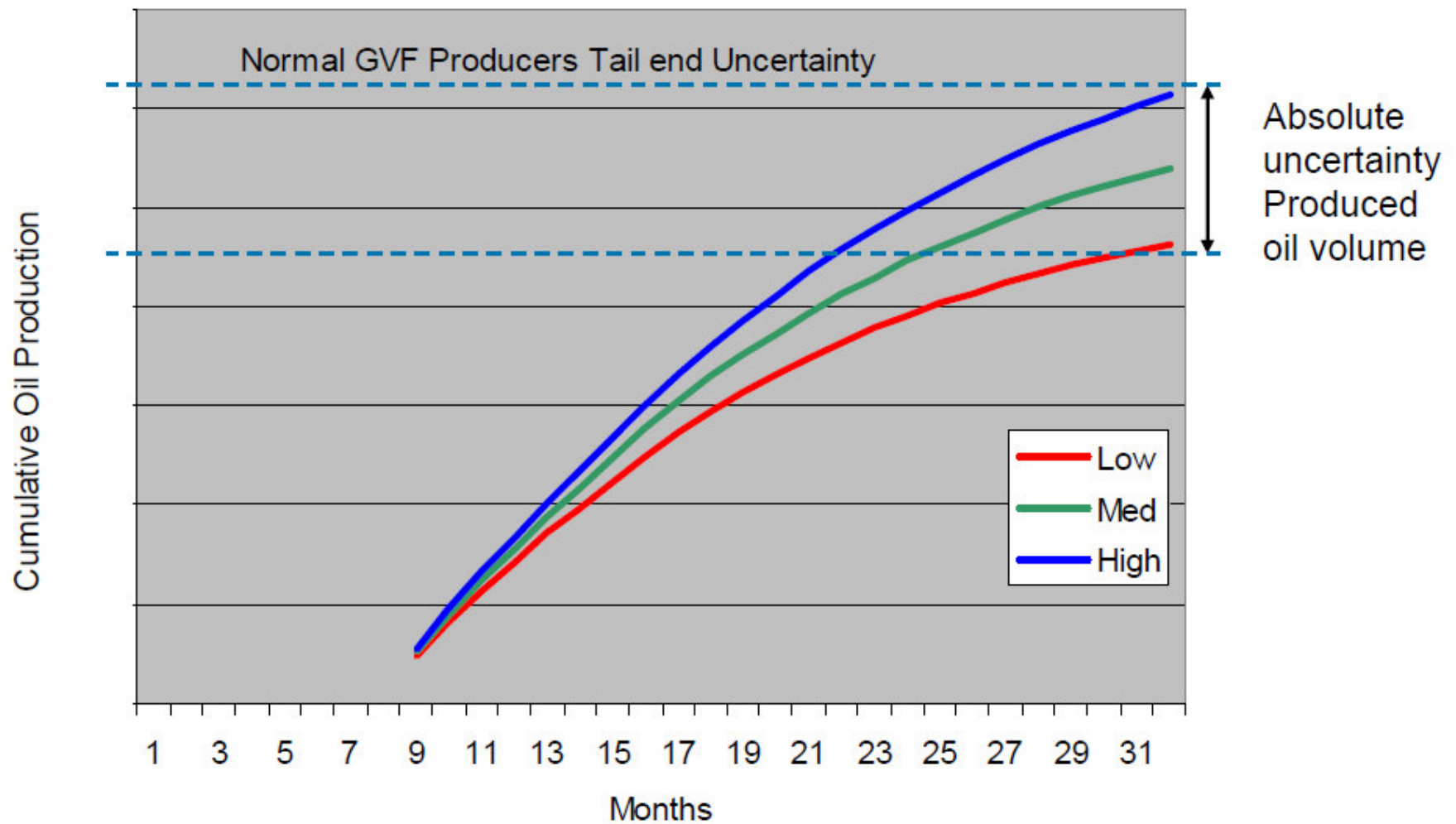


- Alle leverandører oppgir måleusikkerhet for primær output, men for StatoilHydro er det usikkerheter i olje-, gass-, vannrater evt hydrokarbonmasse som betyr noe.
- Olje og vannrater, med tilhørende usikkerheter er beregnet basert på primær output

- Endringer i en eller flere input vil gi økt måleusikkerhet
- Avvik i en målt rate, gir avvik også i de andre ratene. For eksempel, vil feil i målt vannrate også føre til feil i oljerate.
- Relativ måleusikkerhet for oljerater endres over brønnens/felts levetid - produksjonsprofil

$$\frac{\Delta Q_o}{Q_o}, \frac{\Delta Q_w}{Q_w} = f(WLR, Q_{liq}, Q_{gas}) = f(WLR, GVF) = f(production_profile)$$

Kumulativ oljeproduksjon



Krav til flow testing

- Så nær feltbetingelser som mulig
 - Trykk
 - Hydrokarboner, reelle fluider for alle faser
 - Rater
 - Salinitet
 - Full skala
- Sporbare enfase referansemålinger
- Tester kjøres som blindtester
- Flow test i lavtrykksrigger med stabiliserte fluider er ikke i tråd med StatoilHydro's Beste Praksis
- StatoilHydro's Beste praksis anbefaler at minst en måler i en leveranse testes. Skal måleren benyttes til fiskal allokering, er det krav til flow test for kalibrering og verifikasjon.
- Testene skal gjenspeile et felts/brønns produksjonsprofil
 - Økende gass volum fraksjon (kan gå fra flerfase til våtgass)
 - Økende vannkutt
 - Minkende rater
 - Evt lavtrykksproduksjon
 - Vanngjennombrudd

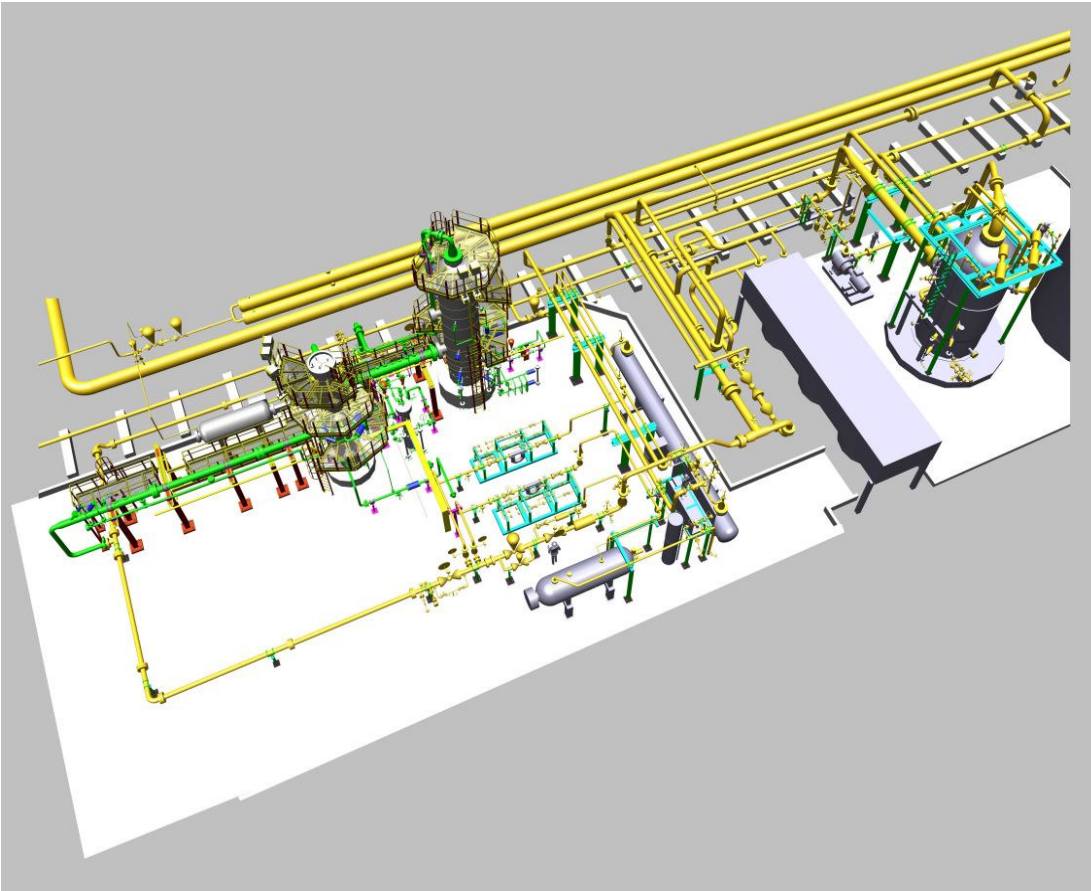
Uavhengig flerfase og våtgass testanlegg (kilde API)

Navn	Kapasitet	Maks trykk (bar) Maks temp (deg C)	Fluid
NEL/Scotland Multiphase	100 m ³ /h 1500 Sm ³ /h	10 bar	N ₂ , H ₂ O Dead crude
NEL/Scotland Wet gas	1400 Sm ³ /h < 10% LVF	63 bar 15-25 deg. C	N ₂ , Kerosene eller vann
SwRI/USA Multiphase/WG	130 m ³ /h 36000 Sm ³ /h	245 bar 49 degC	Naturgass, H ₂ O Decane, salinity
CEESI/USA Wet gas	25 m ³ /h 54000 Sm ³ /h	82 bar	Naturgass, H ₂ O Decane
Porsgrunn/Norge Flerfase	6 m ³ /h 23000 Sm ³ /h	110 bar 140 deg.C	Naturgass, H ₂ O, Dead Crude
CMR/Norge Multiphase	40 m ³ /h 200 Sm ³ /h	2 bar 15-25 deg. C	Luft, H ₂ O Diesel
K-lab/Norge Våtgass	0 – 200 m ³ /h 40 – 2000 am ³ /h (ca 0.3 MSm ³ /h)	20 – 150 bar 20 – 60 deg. C	Naturgass, H ₂ O Kondensat, salinity
Daiqing/China Multiphase	110 m ³ /h 1200 Sm ³ /h	7 bar	Naturgass, H ₂ O, Crude
IFP/Frankrike Multiphase		100 bar	Naturgass, H ₂ O Crude

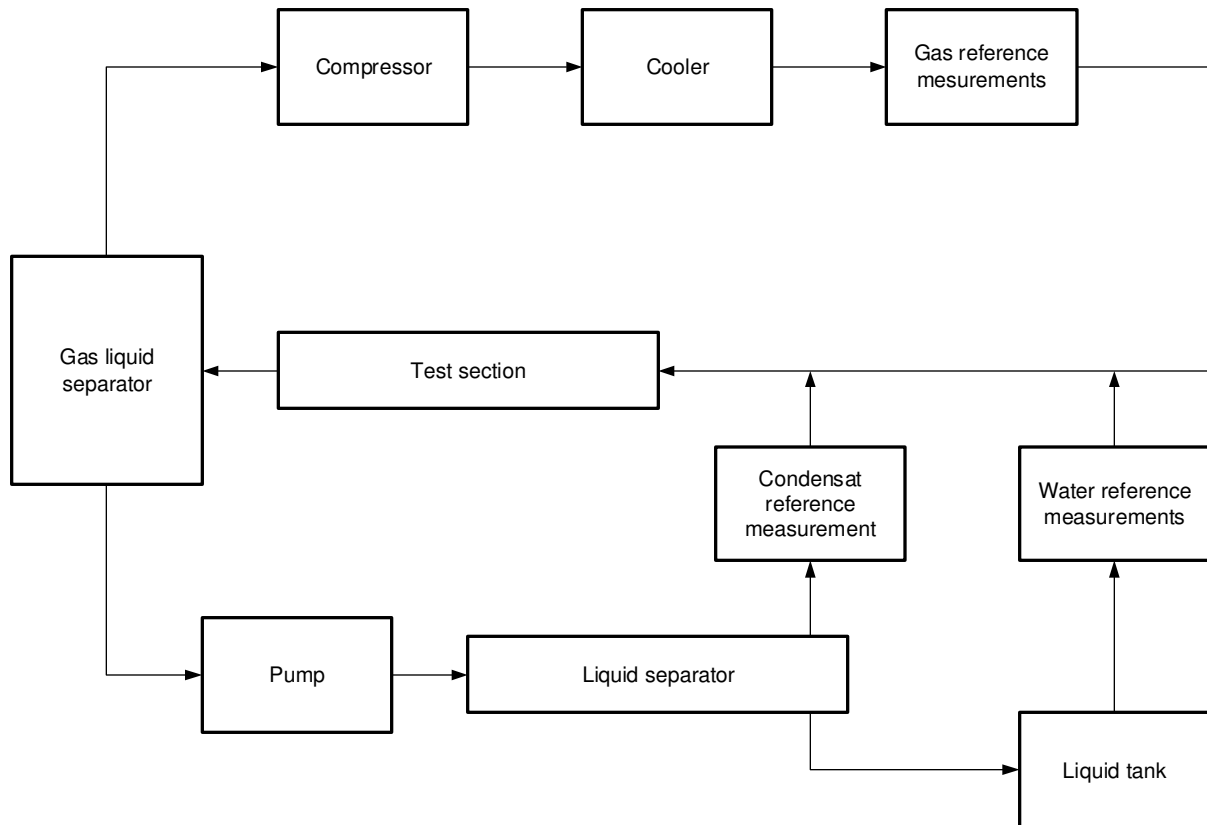
Erfaringer

- Kostnader vs gjennomføringseffektivitet (testetid)
- Referansemålinger – målenøyaktigheter for hver enkelt fase
 - Kombinasjonen væskemålinger og vannkuttmålinger gir relative usikkerheter i oljeraten som funksjon av vannkuttet.
- Avstand fra referansemålinger til testseksjon, transporttid (for avstand 6m og fluidhastighet $> 5\text{m/s}$)
- PVT – trykkfall fra målestasjon til testseksjon, faseoverganger
- Mangel på felles akseptkriterier, påkrevd med leverandøruavhengige akseptkriterier ved flow tester.
- Stor forskjell på HMS filosofi på ulike anlegg.
- K-lab er den testloopen world wide som dekker StatoilHydro's behov for testing av flerfase- og våtgassmålere i størst mulig grad, inkludert krav til HMS
- Målere som ikke møter akseptkriteriene for en K-lab test under kontrollerbare forhold, møter i hvert fall ikke kravene ute på feltet.
 - Lukket loop, online gasskromatograf
 - Prøvetagning

Testfasilitet på K-lab

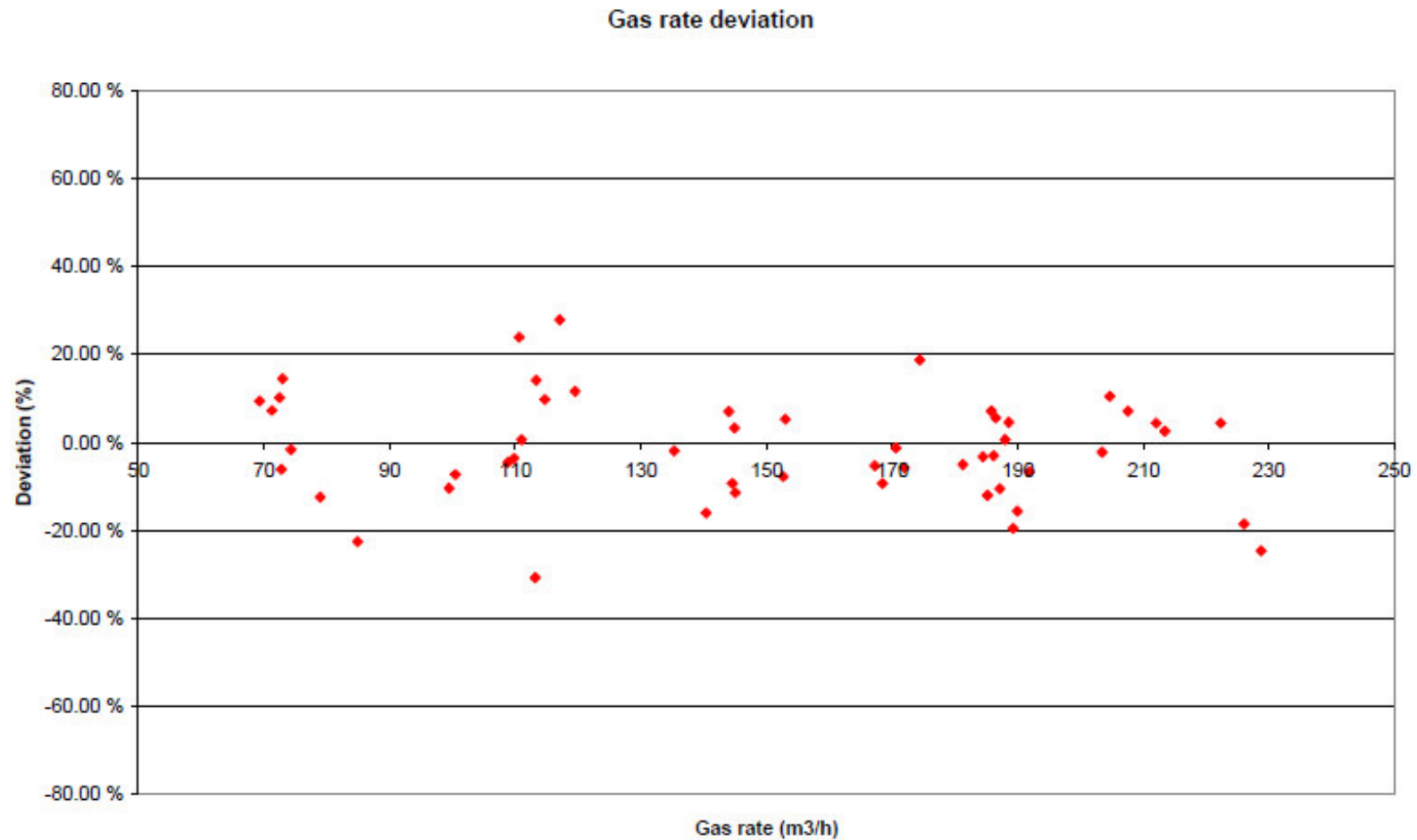


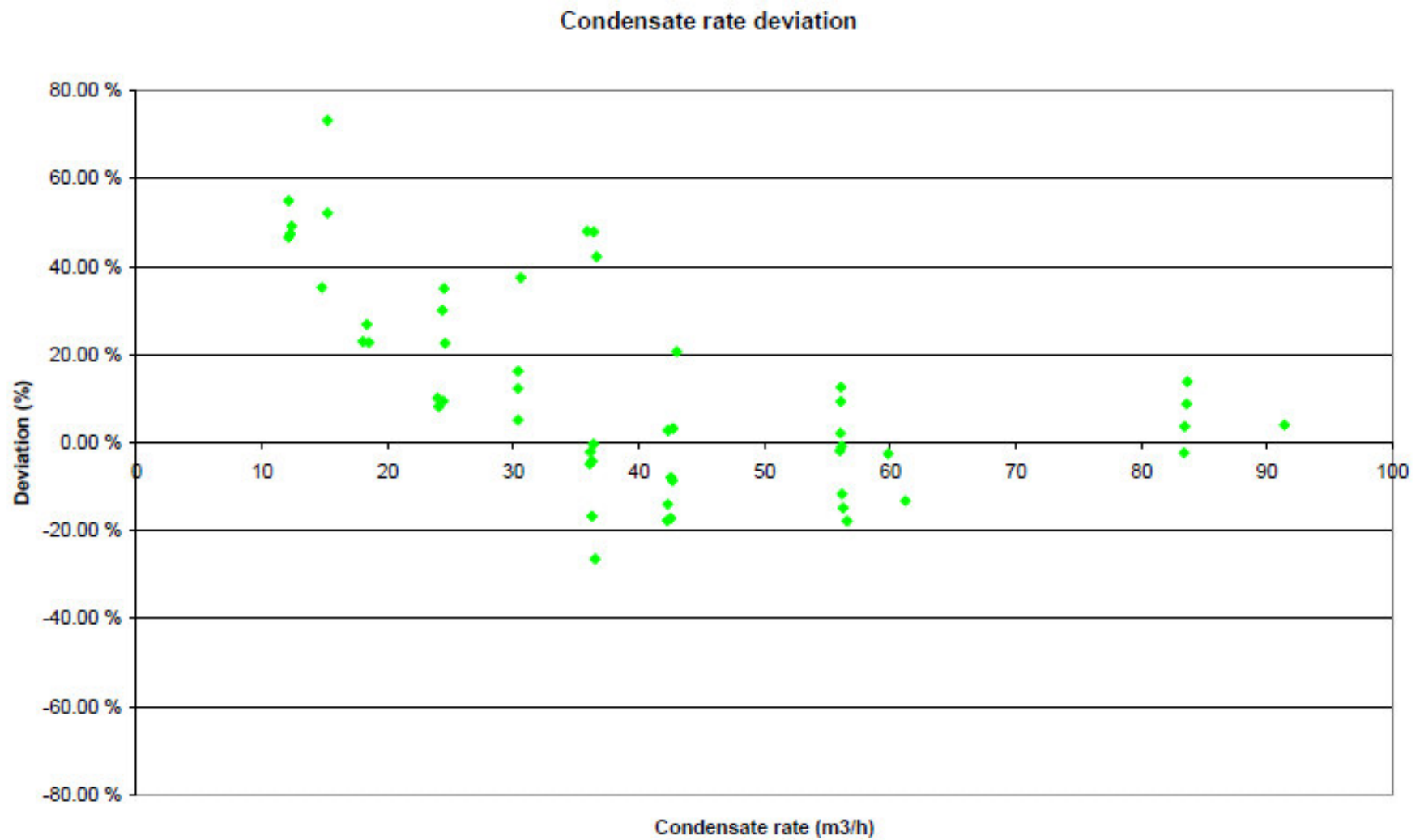
- StatoilHydro's test loop K-lab har vært et viktig og nødvendig verktøy i utviklingen av flerfase- og våtgassmålere.
- Alle piloter og de fleste flerfase og våtgassmålere som skal installeres (en måler pr prosjekt) anbefales at testes.
- Trykk 20 – 150 bar
- Gass rate 4 – 2000 am³/h
- Væske rate 0 – 200 m³/h
- Saltvannsinjeksjon
- 8" rigg
- Online gasskromatograf
- Prøvetagningspunkt – alle faser

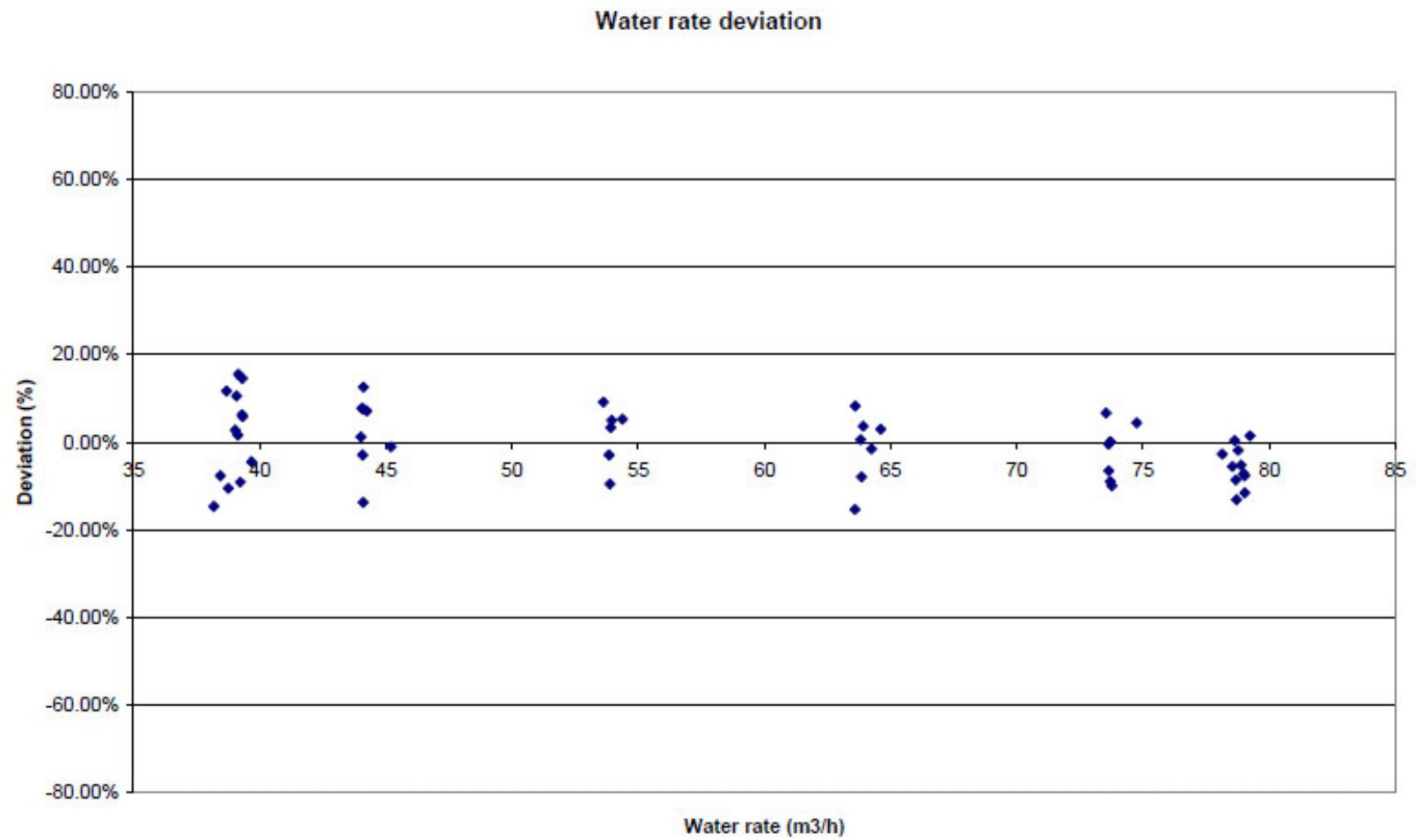


- Væskefaser:
 - 1/4", 1" og 3" coriolis meters i parallell
 - Nøyaktighet $\pm 0.25\%$
- Gassfase
 - 1" og 3" Coriolis meter
 - 8" V-cone meter
 - Nøyaktighet $\pm 1\%$
- Naturgass fra Kårstø prosesseringsanlegg
- Kondensat fra Sleipner
- Mulig å bruke annen olje, f.eks diesel eller crude

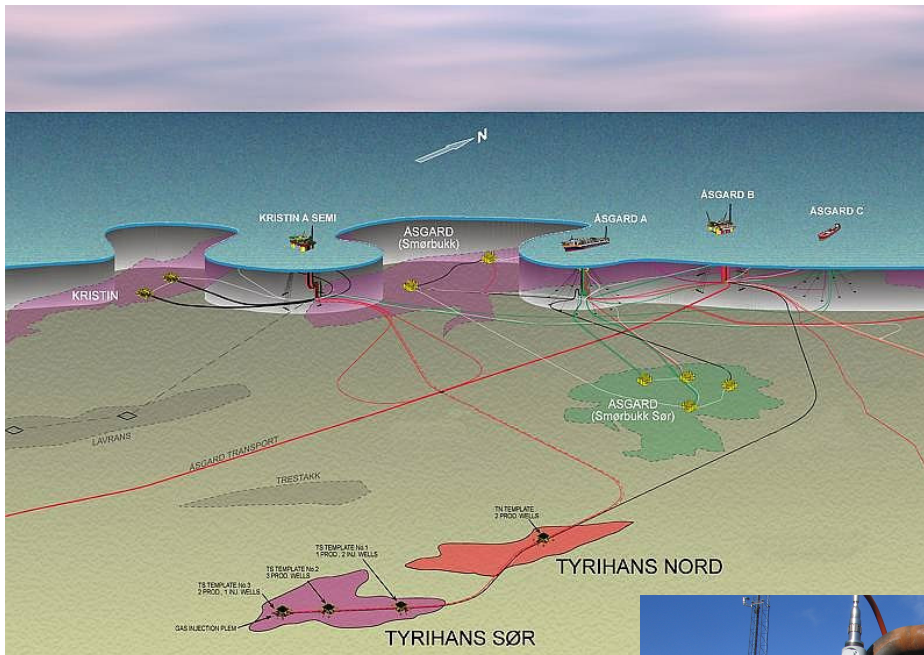
Eksempler på resultat fra en kvalifikasjonstest







Planlagte flow tester i 2009



- Yttergryta (våtgass, eierskapsallokering)
- Vega (flerfase og våtgass pluss formasjonsvann, eierskapsallokering)
- Morvin (eierskapsallokering)
- Shtokman (formasjonsvann)
- Ormen Lange (formasjonsvann)
- Restest av Tyrihans (eierskapsallokering)
- Retest av Gjøa
- Retest av Alve (eierskapsallokering)

Behov for felles akseptkriterier

- Måleusikkerhet skal oppgis ved 95% konfidensintervall for flerfase- og våtgassmålere, for testformål legges 90% til grunn for å redusere antall testpunkter, og samtidig opprettholde et godt statistisk grunnlag for vurdering av testresultat.
- Minimum antall punkter som må kjøres for hver test må være bestemt, samt (statistiske) metode for å sannsynliggjøre akseptkriterier for færre testpunkt.
- Testprosedyrer og akseptkriterier må være definert forut oppstart av test.
- Leverandører for målere som ikke møter akseptkriterier, tilskriver avvik som usikkerheter i test loopen.
- StatoilHydro arbeider med usikkerhetsbudsjett for K-lab, som inkluderer referansemålingene og termodynamikk (PVT).
- Faseoverganger som følge av trykktap (typisk 1 bar ved 130bar prosesstrykk) kan ikke bidra til usikkerheter i størrelsesorden som flerfase- eller våtgassmålere som testes.
- Usikkerheten i referansemålinger er selvfølgelig uavhengig av hvilken flerfase- eller våtgassmålere som testes.